ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO VIENTO PACÍFICO VERDE

ANEXO 3.21: LÍNEA DE BASE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

REGIÓN DEL MAULE

2026

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1
2 OBJETIVOS 2
2.1 Objetivo general 2
2.2 Objetivos específicos 2
3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO 2
4 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 6
5 METODOLOGÍA 9
5.1 Marco conceptual y revisión bibliográfica 9
5.2 Revisión de Información y Conformación de la Base de Datos 10
5.3 Definición de Ecosistemas 10
5.4 Análisis de fragmentación y conectividad 10
5.4.1 Modelo Conceptual Ecosistémico 10
5.4.2 Cuantificación de la Estructura Espacial 11
5.4.3 Interpretación de Resultados de Paisaje 14
5.5 Identificación de Servicios Ecosistémicos (SSEE) 14
6 RESULTADOS 15
6.1 Marco conceptual y revisión bibliográfica 15
6.2 Revisión de Información e insumos para el análisis de ecosistemas terrestres 16
6.2.1 Suelo 16
6.2.2 Hidrología 18
6.2.3 Flora y Vegetación 19
6.2.4 Hongos y líquenes 20
6.2.5 Fauna Vertebrada Terrestre 21
6.2.6 Fauna Invertebrada 23
6.2.7 Ecosistemas Acuáticos Continentales 25
6.2.8 Tránsito Aéreo 26
6.2.9 Medio Humano y Servicios Ecosistémicos 28
6.3 Definición de Ecosistemas 30

6.3.1 Ecosistemas en sector de generación norte “Estancia La Flora” 35
6.3.2 Ecosistemas en sector de generación sur “Pahuil” 36
6.3.3 Ecosistemas en sector conexión soterrada 37
6.4 Análisis de fragmentación y conectividad 38
6.4.1 Modelo Conceptual Ecosistémico 38
6.4.2 Cuantificación de la Estructura Espacial 38
6.4.3 Interpretación de Resultados de Paisaje 40
6.5 Identificación de Servicios Ecosistémicos (SSEE) 41
6.5.1 Matriz de Interdependencia Socio-Ecológica 41
6.5.2 Análisis de Vulnerabilidad y Resiliencia por Servicio 43
7 CONCLUSIONES 45
8 BIBLIOGRAFÍA 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1. Variables y métricas del paisaje para el análisis de fragmentación y conectividad de ecosistemas 12
Tabla 6-1. Unidades Homogéneas de Suelo 17
Tabla 6-2. Ecosistemas terrestres presentes en subcuencas "Río Reloca" y "Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca" 30
Tabla 6-3. Síntesis de Métricas de Paisaje en el Área de Influencia 39
Tabla 6-4. Matriz de interdependencia socio-ecológica 42

INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Localización a escala regional del Proyecto 3
Figura 4-1. Área de Influencia para ecosistemas terrestres 8
Figura 5-1. Estructura jerárquica de servicios ecosistémicos 14
Figura 6-1. Ecosistemas terrestres en el área del proyecto 31
Figura 6-2. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto 34

Figura 6-3. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector de generación norte “Estancia La Flora” 35

Figura 6-4. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector de generación sur “Pahuil” 36

Figura 6-5. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector conexión soterrada 37

Figura 6-6. Esquema de modelo Matriz-Parche-Corredor 38

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 3.21.1. Cartografía Digital

Apéndice 3.21.2. Secciones, divisiones, grupos y clases CICES v 5.2.

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye la Línea de Base para el componente Ecosistemas Terrestres, desarrollada como parte de la caracterización ambiental del área de influencia del Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde (en adelante, el Proyecto), localizado en la Región del Maule. El objetivo fundamental es establecer la situación actual del territorio en su estado previo a la ejecución del Proyecto, permitiendo identificar y valorar los componentes bióticos presentes.

La evaluación de los ecosistemas terrestres en Chile se enmarca en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual ha establecido metodologías armonizadas para la descripción, predicción y valoración de impactos sobre suelo, flora y fauna. La *"Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres"* (SEA, 2024) constituye actualmente el protocolo oficial, reemplazando la guía anterior de 2015, y orienta la caracterización de los componentes bióticos y abióticos en el área de influencia de los proyectos.

El análisis se fundamenta en los principios de la ecología del paisaje, abordando la biodiversidad a través de tres dimensiones esenciales: composición, estructura y función. Para ello, se consideran atributos críticos como la fragmentación, entendida como la discontinuidad de hábitats que incrementa el riesgo de aislamiento poblacional (Gallardo & Contreras, 2016); y la conectividad ecológica, que define la capacidad del paisaje para facilitar el flujo de organismos y procesos ecosistémicos, siendo vital para la resiliencia del territorio (Rivera, 2016).

Asimismo, y en concordancia con los lineamientos vigentes del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2025), se integran los servicios ecosistémicos como un eje articulador. Estos se definen como los beneficios que los procesos naturales proveen a la sociedad, incluyendo funciones de regulación, provisión, soporte y culturales (Valdez & Luna, 2011).

El enfoque metodológico emplea herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y métricas espaciales para cuantificar la distribución de parches, corredores y la matriz del paisaje. Esta integración de datos permite una comprensión exhaustiva de la estabilidad ecológica del área, proporcionando la base técnica necesaria para la posterior evaluación de impactos y la definición de medidas de mitigación o compensación adecuadas para la conservación de la biodiversidad local.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia del Proyecto Viento Pacífico Verde, integrando sus componentes bióticos y abióticos, objetos de protección y singularidades ambientales, con el fin de sustentar la predicción y evaluación de impactos ambientales.

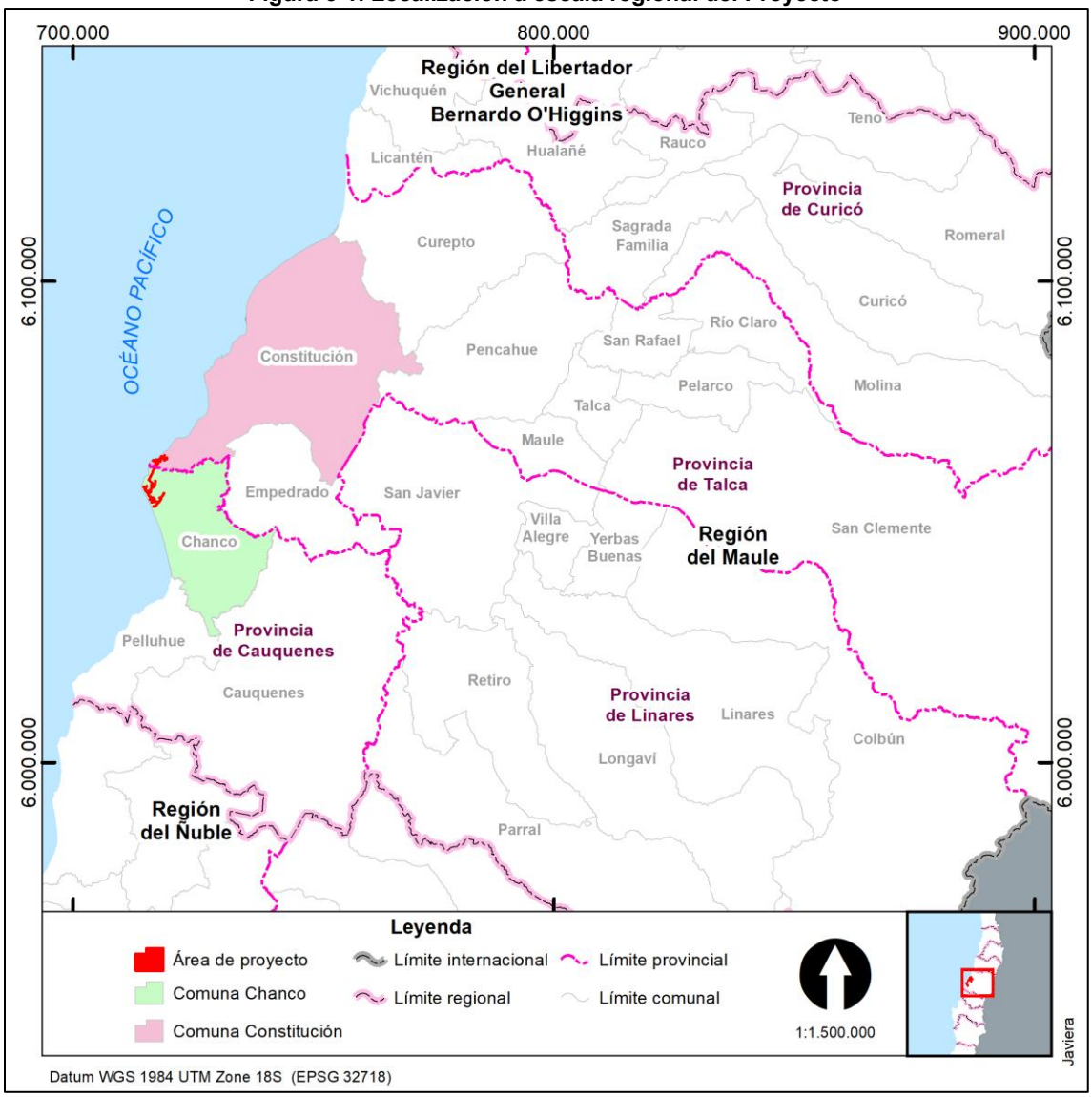
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir, delimitar y justificar el Área de Influencia (AI) del componente ecosistémico, bajo criterios de representatividad y funcionalidad ecológica.
- Determinar y cartografiar los ecosistemas presentes en el AI mediante el análisis de antecedentes bibliográficos y el procesamiento de información satelital.
- Analizar la estructura y configuración espacial de los ecosistemas, identificando la relación entre parches, corredores y matriz.
- Evaluar el grado de fragmentación del paisaje, aplicando métricas espaciales (tamaño, forma y distribución) para diagnosticar la integridad ecológica actual del territorio.
- Evaluar la conectividad estructural y funcional de las coberturas de interés, utilizando indicadores de proximidad, cohesión y rutas de tránsito aéreo, parametrizados según las características de la biota local.
- Identificar y clasificar los Servicios Ecosistémicos (provisión, regulación, soporte y culturales), reconociendo su importancia para el bienestar humano y la estabilidad ambiental en el contexto de la Región del Maule.

3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde corresponde a un proyecto nuevo que se emplazará en dos sectores de generación separados geográficamente en aproximadamente 10 km: sector norte Estancia La Flora, al norte del río Pinotalca, con acceso desde la Ruta M-50-K y sector sur Pahuil, al sur de la localidad de Loanco, con acceso también desde la Ruta M-50-K. Ambos sectores se ubican en zona rural de la Región del Maule, específicamente en el sector costero de las comunas de Constitución y Chanco pertenecientes a las provincias de Talca y Cauquenes, respectivamente. La superficie total de intervención del Proyecto es de 54,742 ha. La Figura 3-1 presenta la localización del Proyecto a escala regional.

Figura 3-1. Localización a escala regional del Proyecto



Fuente: Capítulo 1 “Descripción de Proyecto del EIA”, 2026.

El Proyecto contempla la construcción y posterior operación de un parque eólico, el cual generará energía eléctrica mediante el aprovechamiento sustentable del recurso eólico local, a través de la instalación de aerogeneradores estratégicamente distribuidos para optimizar la captación de energía, contemplando criterios técnicos, ambientales, sociales y territoriales.

El Proyecto considera la habilitación de un parque eólico compuesto por 22 aerogeneradores de hasta 7 MW de potencia cada uno en dos sectores de generación, proyectando una potencia total instalada de 154 MW. El sector norte Estancia La Flora se instalarán 9 aerogeneradores y en el sector sur Pahuil se instalarán los 13 aerogeneradores restantes.

Como parte de la infraestructura eléctrica asociada, el parque eólico considerará la habilitación de una red de media tensión soterrada o red colectora de 33 kV que estará dispuesta en paralelo a los caminos internos cuya extensión será de aproximadamente 8,9 km en el sector norte y 12,1 km en el sector sur, permitiendo la conexión entre los aerogeneradores con la subestación eléctrica elevadora 33/220 kV. Además, se considera un tramo de conexión soterrada entre ambos sectores, siendo también de media tensión, contemplando una extensión de 6 km en total, paralelo a los caminos de servicio, y que cruzará el río Pinotalca mediante una estructura aérea adosada al puente.

Junto a lo anterior el Proyecto considera infraestructura de soporte para el funcionamiento del parque eólico, consistente en dos (2) sectores de edificios de operación y mantenimiento (edificios O&M), ubicados en los sector norte y sur. Cada sector de edificios O&M contará con sus respectivos almacenes, salas de control, sistema de manejo de aguas servidas y estacionamientos.

Asimismo, se considera la habilitación de una red de caminos internos que facilitarán el acceso de maquinaria y vehículos, materiales y trabajadores a los lugares donde se realicen las obras del Proyecto en fase de construcción y actividades de mantenciones y reparaciones de los aerogeneradores en fase de operación. Estos caminos serán habilitados durante la fase de construcción del Proyecto y tendrán un carácter permanente durante toda la vida útil del Proyecto.

Además de los aerogeneradores el Proyecto, se considera la habilitación de tres (3) botaderos, uno (1) en el sector norte y dos (2) en el sector sur, así como de una torre meteorológica ubicada en sector sur del Proyecto. El objetivo de estos botaderos es acopiar los excedentes de tierras provenientes de actividades como escarpe y parte del material de excavación no reutilizado. Los botaderos sólo recibirán material sobrante de excavaciones y una vez concluida la fase de construcción, cesarán su operación activa, serán clausurados operativamente y sometidos a un proceso de estabilización y restauración, quedando fuera de servicio. Con respecto a la torre meteorológica, esta estará equipada con la instrumentación necesaria para obtener registros meteorológicos a seis alturas diferentes.

De esta forma, como parte de sus obras permanentes el Proyecto considera, en resumen: un área de generación, en sector norte y sur, donde se ubicarán los aerogeneradores, un área de subestación eléctrica elevadora con su correspondiente edificio eléctrico y control ubicada en el sector sur y un área de operación y mantenimiento donde se ubicarán los edificios O&M en sector norte y sur del Proyecto. Además del tramo denominado conexión soterrada, el cual permite unir ambos sectores de generación.

Para la materialización del Proyecto, se requerirá de obras temporales para cubrir las necesidades de la fase de construcción y cierre como: instalaciones de faenas (IIFF), planta de áridos, caminos de acceso a IIFF y plataformas de construcción de aerogeneradores. A su vez, las instalaciones de faenas se encontrarán conformadas por: cierre perimetral, control de accesos, áreas de acopio temporal de materiales de construcción, acopio temporal de residuos sólidos no peligrosos, estanque de agua potable e industrial, área generadores eléctricos, zonas de lavado de camiones mixer, servicios higiénicos (baños y duchas), bodegas de almacenamiento, bodegas de almacenamiento temporal de residuos sólidos (domiciliarios, no peligrosos, peligrosos) y sustancias peligrosas, camarines, comedores, estacionamientos, oficinas, planta de tratamiento de aguas servidas, taller y

enfermería. Se consideran dos (2) instalaciones de faenas una ubicada en sector norte Estancia La Flora y otra localizada en sector sur de Pahuil.

Por su parte, se contempla la habilitación de dos (2) plantas de áridos, cada una ubicada en sector sur y norte del Proyecto y contarán con las siguientes instalaciones: garita de seguridad, depósito de aguas, zona de carga y descarga de combustible, zona de chancado, sistema de manejo de aguas servidas, bodega de materiales y herramientas, bodegas de almacenamiento temporal de residuos sólidos (domiciliarios, no peligrosos, peligrosos), Baños, comedor, oficinas, laboratorio, sal de control y despacho, sala tableros eléctrico y compresores, generadores eléctricos, estacionamientos, zona de acopios de agregados para hormigón y zona de acopio de material granular para caminos y plataformas.

Estas instalaciones temporales prestarán el soporte logístico para la construcción y cierre del Proyecto, siendo desmanteladas al término de la fase de construcción y previo al inicio de la fase de operación y término de la fase cierre y término de la vida útil del Proyecto, respectivamente.

Dada la distancia de los frentes de trabajo a las instalaciones de faenas, el Proyecto considera frentes de trabajo móviles los que se utilizarán para efectos de la construcción y abandono de las obras. Estos frentes de trabajo móviles corresponden a zonas acotadas, aledañas a las zonas de trabajo, que se trasladarán a lo largo de la obra en la medida del avance constructivo o desmantelamiento de las mismas, en donde se dispondrán los elementos básicos de protección como extintor, botiquín, elementos de protección personal y equipamientos de trabajo, así como también disposición de baños químicos y dispensadores de agua para el uso de los trabajadores conforme a los requerimientos establecidos en el Decreto Supremo N°594/1999 MINSAL. Adicionalmente se contemplan como zonas de recogida de las herramientas de uso diario y manejo de residuos primario (contenedor simple, tapado). Por lo anterior, se pueden considerar puntos de apoyo para la construcción. En ningún caso constituyen centros de acopio o instalaciones de faena, debido a su carácter transitorio y envergadura.

Cabe destacar que el objetivo del Proyecto es la generación de energía, cuyo límite constructivo y operacional se define en la subestación eléctrica elevadora. Este Proyecto no contempla sistemas de transmisión, ni la inyección de energía al Sistema Eléctrico Nacional. La línea de transmisión de 220 kV actualmente está en etapa de evaluación de alternativas y será presentada a evaluación de forma independiente. La línea de transmisión de 220 kV, actualmente está en etapa de evaluación de alternativas y será presentada a evaluación de forma independiente.

Las características de este tipo de instalaciones, junto con un mantenimiento adecuado, permiten que el Proyecto tenga un período de funcionamiento o vida útil de 27,8 años. La fase de construcción, con una duración de 19 meses, seguida por la fase de operación, con una extensión de 25 años y finalmente la fase de cierre, cuya duración se estima en 13 meses.

4 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La delimitación del área de influencia para el componente Ecosistemas Terrestres se realiza bajo el enfoque de descripción fundada en impactos, conforme a los lineamientos de la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025) y la “Guía Áreas de Influencia en el SEIA” (SEA, 2026). Este enfoque establece que el límite geográfico no debe ser un radio geométrico arbitrario, sino la envolvente del espacio donde se manifiestan los impactos potenciales del Proyecto sobre los receptores ecológicos.

Siguiendo los criterios de la normativa vigente, la extensión del AI y su nivel de detalle, para contar con una delimitación ecosistémica funcional, en lugar de aplicar un radio geométrico fijo, se han integrado los ambientes de fauna terrestre, que a su vez se basan en la carta de ocupación de tierras (COT) de la línea de base de flora y vegetación, con las unidades homogéneas de la línea de base de suelo (UHS) y cursos y cuerpos de agua continentales que presentan continuidad funcional con el área de emplazamiento de las obras. Este criterio garantiza que se capturen las interrelaciones bióticas y los flujos de materia y energía entre componentes, tal como exige la normativa para una descripción ecosistémica integral.

Esta delimitación espacial asegura la captura de los efectos previsibles para la fase de construcción, principalmente asociados a la pérdida directa de suelo y cambio de cobertura, y la fase de operación, asociados a la fragmentación permanente, y posibles efectos indirectos sobre la dinámica de los parches. De este modo, la profundidad de la información se alinea con la significancia y escala temporal de los impactos potenciales en el territorio de estudio.

En cuanto al atributo de Servicios Ecosistémicos (SSEE), se consideró un criterio de interdependencia socio-ecológica que integra dos aspectos espaciales complementarios:

- Zona de Provisión: Corresponde al espacio geográfico donde se localizan las unidades ecosistémicas y coberturas vegetales que sostienen los procesos ecológicos y las funciones del paisaje. Esta zona se delimita a partir de la identificación de las comunidades bióticas y sistemas hidrológicos que presentan interacción directa o funcional con las obras del Proyecto.
- Zona de Beneficio: Se define como el área donde se localizan los beneficiarios y usuarios de los servicios identificados. Esta dimensión del AI se establece en coherencia transversal con el Área de Influencia de Medio Humano, asegurando que el límite del estudio capture los flujos de beneficios (de provisión, regulación y culturales) hacia los grupos humanos y asentamientos locales del área de estudio.

El Área de influencia definida para este proyecto se justifica técnicamente sobre la base de los siguientes criterios de impacto:

a. Criterio de Extensión Física y Conectividad Funcional: El área abarca las partes y obras del proyecto, temporales y permanentes, así como las áreas de influencia definidas por los componentes del medio terrestre (hidrología, suelos, flora y vegetación, fauna terrestre e invertebrados, ecosistemas acuáticos continentales). Esta extensión permite evaluar el efecto barrera y la fragmentación sobre especies de baja movilidad, como invertebrados y

reptiles. Además, al considerar los 20 puntos de intersección con la red hídrica, el AI asegura que cualquier modificación en la dinámica de caudales o sedimentos sea capturada, protegiendo la biota acuática identificada.

b. Criterio de Servicios Ecosistémicos: Si bien la delimitación biótica se basa en la superposición de las líneas de base de diversos componentes ambientales, asegurando la continuidad funcional de los parches, para el atributo de Servicios Ecosistémicos (SSEE) el AI se justifica bajo un criterio de interdependencia socio-ecológica, considerando las definiciones de CICES v. 5.2:

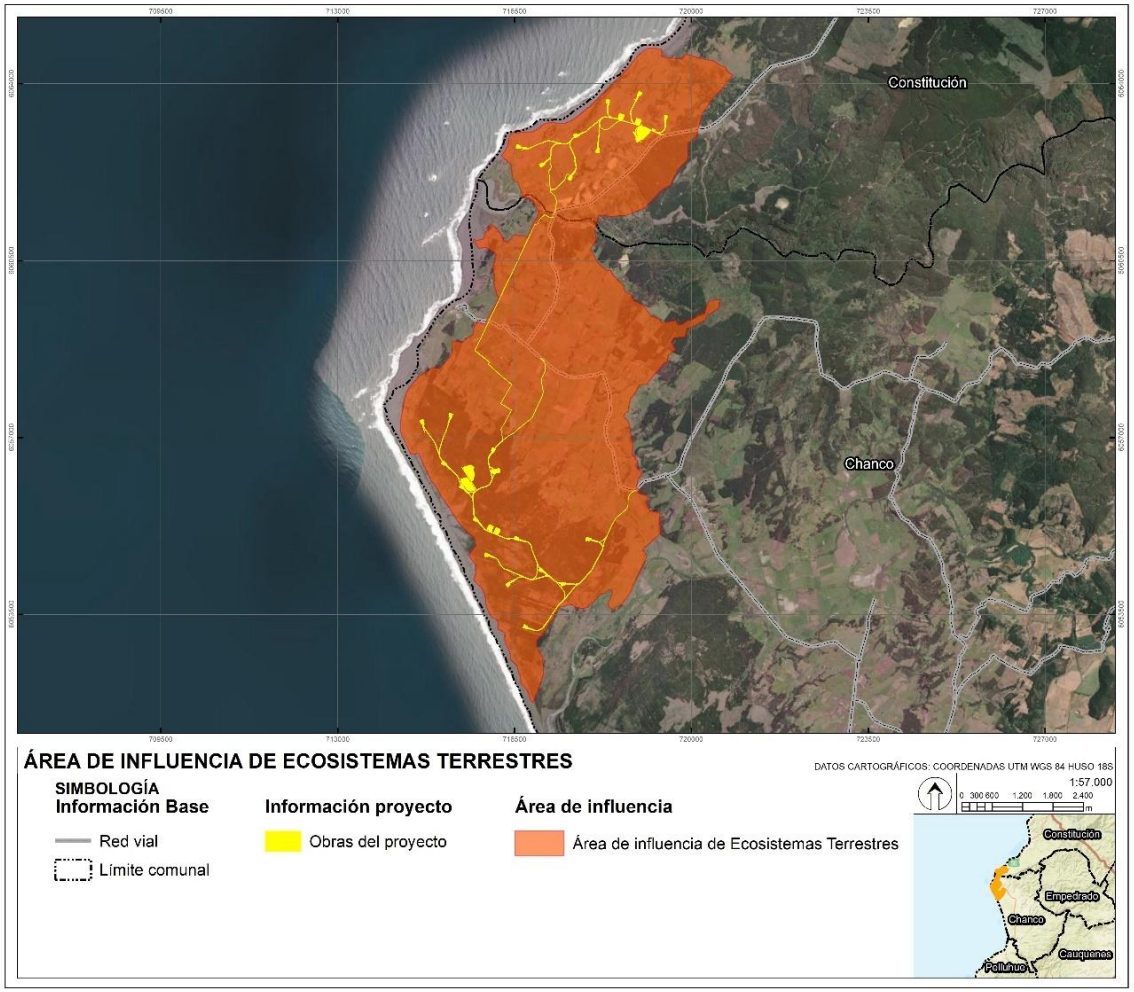
    a. Aprovisionamiento: Son los productos materiales tangibles, bióticos o abióticos, que se obtienen de los ecosistemas. Por ejemplo, hongos comestibles.

    b. Regulación y Mantenimiento: Son los procesos ecológicos que regulan las condiciones ambientales y benefician a las personas. Por ejemplo, polinización.

    c. Culturales: Son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de la experiencia recreativa, espiritual o intelectual. Por ejemplo, el valor paisajístico del Faro Carranza.

La superposición de las áreas de influencia de los distintos componentes ambientales de los ecosistemas terrestres permite que la extensión del AI capture de forma íntegra los parches de vegetación y sistemas hídricos que presentan una interacción directa o funcional con las obras del Proyecto. Esta área de influencia abarca 3.718,96 ha en total, distribuidas como se presenta en la Figura 4-1.

Figura 4-1. Área de Influencia para ecosistemas terrestres



Fuente: Foco Ambiental, 2026

5 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente estudio se enmarca en los lineamientos de la “Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres” (SEA, 2025), aplicando un enfoque de descripción fundada en impactos y análisis de la configuración espacial del paisaje.

A continuación, se describe los pasos metodológicos:

5.1 MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El presente estudio se fundamenta en los principios de la Ecología del Paisaje (Landscape Ecology) y el enfoque de Sistemas Socio-Ecológicos. El marco conceptual se estructura bajo tres pilares:

1. Modelo matriz-parche-corredor (Forman & Godron): Se asume que el territorio no es una masa homogénea, sino un mosaico donde la configuración espacial de las coberturas vegetales (parches) y su conectividad (corredores) determinan la capacidad de persistencia de la biota frente a la matriz antrópica (plantaciones forestales).
2. Descripción fundada en metodologías estandarizadas por el SEA: La delimitación y caracterización es funcional, identificando los atributos del ecosistema terrestre que son sensibles a las partes y obras del Proyecto, con base en la guía del SEA en esta materia (SEA, 2025).
3. Servicios Ecosistémicos (CICES v5.2): Se utiliza la clasificación internacional para vincular los atributos biofísicos del área de influencia con el bienestar de las comunidades locales, evaluando la resiliencia de estos beneficios ante cambios en la estructura del paisaje.

La recopilación de antecedentes se realizó mediante una búsqueda sistemática de información secundaria y cartográfica proveniente de fuentes oficiales y estudios científicos especializados:

- Plataformas oficiales: Se consultaron las bases de datos del Inventario Nativo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO), la Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE Chile) y el Catastro de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- Marco Normativo: Revisión de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo, el D.S. N° 40/2012 (Reglamento del SEIA) y la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024).
- Literatura Científica: Consulta de estudios sobre fitosociología (Luebert & Pliscoff) y ecología de comunidades en la Región del Maule, con especial énfasis en especies en categoría de conservación registradas en la zona, así como las incorporadas en los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE), del Ministerio de Medio Ambiente.

5.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de las líneas de base desarrolladas en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, abarcando los componentes de hidrología, suelo, flora y vegetación, hongos y líquenes, fauna terrestre, fauna invertebrada y medio humano. La información recopilada fue integrada en una base de datos geoespacial, lo que permitió identificar los Objetos de Protección (OP) y analizar su distribución en el territorio.

5.3 DEFINICIÓN DE ECOSISTEMAS

Se definieron los ecosistemas presentes en el área del proyecto y que podrían verse afectados por las obras y acciones del Proyecto, considerando la interrelación entre los elementos identificados en los componentes ambientales de hidrología, suelo, flora y vegetación, hongos y líquenes, fauna terrestre e invertebrada.

5.4 ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD

5.4.1 Modelo Conceptual Ecosistémico

El modelo **Matriz-Parche-Corredor** es el paradigma central de la ecología del paisaje, formulado originalmente por Richard Forman en 1995.

Bajo el enfoque tridimensional, el paisaje no se entiende como un mosaico de polígonos planos, sino como un conjunto de volúmenes donde la topografía, el relieve y la arquitectura vertical de la vegetación dictan los procesos ecológicos, a partir de los siguientes elementos:

1. La Matriz: Es el elemento dominante, el más extenso y conectado del paisaje, que ejerce el mayor control sobre la dinámica del ecosistema general. A su extensión territorial y grado de conectividad horizontal, se incorpora el relieve topográfico sobre el cual se asienta (valles, laderas, cordilleras) y la altura/volumen promedio de su cobertura. Por ejemplo, en una matriz forestal, el volumen tridimensional del dosel determina la penetración de la luz solar, la retención de humedad y la resistencia aerodinámica que afecta la dispersión de semillas y el vuelo de las aves por encima o por debajo del follaje.
2. El Parche: Es un área no lineal y relativamente homogénea que difiere ecológicamente de la matriz que la rodea (ej. un remanente de bosque nativo rodeado de praderas). La base radica en su tamaño (área), perímetro y forma.
3. El Corredor: Es una franja lineal de un ecosistema particular que difiere de la matriz a ambos lados y que conecta dos o más parches, permitiendo (o restringiendo) el flujo de genes, energía y especies.

5.4.2 Cuantificación de la Estructura Espacial

5.4.2.1 Paso 1: Preparación de cartografía maestra

Se generó una capa de parches de ecosistemas en formato vectorial *shapefile*, clasificando el paisaje en estas categorías de interés. Una vez preparada, verificando su correcta geometría y georreferenciación en coordenadas UTM, datum WGS 84, huso 18 sur, esta capa es exportada a formato geojson.

5.4.2.2 Paso 2: Análisis estadístico

Para realizar el análisis de las variables señaladas, se ha utilizado R Studio, programa estadístico de uso gratuito y código abierto, con los paquetes *sf* para el manejo espacial, *dplyr* para la manipulación de datos y *purrr* para iterar el cálculo de distancias.

Cabe señalar que la capa de ecosistemas, preparada en formato vectorial *shapefile*, debe ser cargada en formato geojson, de estándar abierto ligero que permite compartir datos geoespaciales rápidamente, ya que facilita la lectura y procesamiento de datos.

5.4.2.3 Paso 3: Métricas de fragmentación y pérdida de conectividad de ecosistemas y variables asociadas

Se seleccionaron variables que permiten analizar la posible fragmentación y pérdida de conectividad de ecosistemas asociados al proyecto, a partir de lo establecido en la ficha EC-1 (SEA, 2025), referentes a cuatro tipos de métrica: Métricas de composición, Métricas de densidad y tamaño de parche, Métricas de forma y Métricas de configuración espacial.

Así, las variables utilizadas son las presentadas en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Variables y métricas del paisaje para el análisis de fragmentación y conectividad de ecosistemas

Métrica	Variable	Ecuación	Descripción
Métrica de composición	Área total	Área total (CA) $CA = \sum_{i=1}^{n} A_i$ A_i: Superficie del parche (m²)	Suma de las áreas de los parches pertenecientes a una unidad ecosistémica, en metros cuadrados (m²).
	Número de parches	Número de parches (NP) $NP = n_i$ n_i: Cantidad de parches del ecosistema	Corresponde al número o cantidad de parches de una unidad ecosistémica.
	Presencia relativa de ecosistema	Presencia relativa de ecosistema (Ecorel) $Eco_{rel} = \frac{CA}{A_{AI}}$ $A_{eco} =]0,1[$ CA: Área total del ecosistema (m²) A_{AI}: Superficie del área de influencia (m²)	Cuantifica la superficie total del ecosistema (A_i) dentro del área de influencia (A_{AI}). Una superficie total de ecosistema cercana a 0 corresponde a un ecosistema con baja presencia en el área de influencia, en tanto un valor cercano a 1 es un ecosistema con mayor predominancia en ésta.
Métrica de densidad y tamaño de parche	Tamaño de parche	Área promedio (Aprom) $A_{prom} = \frac{CA}{NP}$ CA: Área total del ecosistema (m²) NP: Cantidad de parches	A mayor área promedio, mayor tamaño de parche, y por tanto, mayor capacidad de albergar biodiversidad y posiblemente menor fragmentación. Se complementa con la desviación estándar.

Métrica	Variable	Ecuación	Descripción
Métrica de forma	Forma de parche	índice de Forma de Parche Medio (MSI) $MSI = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{P_i}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A_i}}\right)}{NP}$ $MSI \geq 1$ P_i: Perímetro del parche (m) A_i: Superficie del parche (m²) NP: Cantidad de parches	Cuantifica la complejidad de la forma: un parche más compacto es más resiliente ante una eventual fragmentación. Un MSI con valor 1 es un parche medio compacto (circular o cuadrado); a mayor valor, mayor complejidad o irregularidad de la forma del parche medio.
Métricas de configuración espacial	Distancia entre parches	Distancia al vecino más cercano (ENN) $ENN = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_{ij}}{NP}$ h_{ij}: distancia al vecino más cercano del parche de la misma unidad ecosistémica (m). NP: Cantidad de parches	Distancia al parche vecino más cercano de la misma unidad ecosistémica, de borde a borde en caso de polígonos, o de centro a centro de celda borde, en el caso de ráster. Una menor distancia es señal de alta conectividad estructural, menor fragmentación, mayor facilidad de dispersión de fauna y flora, y por tanto, favorecimiento de intercambio genético y recolonización, y mayor resiliencia en cuanto a las funciones ecológicas y biodiversidad de un ecosistema.

Fuente: Foco Ambiental, 2026.

5.4.3 Interpretación de Resultados de Paisaje

La resiliencia de los ecosistemas frente al aumento de la fragmentación o la pérdida de conectividad, y su capacidad para mantener los flujos ecosistémicos, se evaluó a partir del análisis estadístico de las métricas y variables descritas en el paso 3 (sección 5.4.2.3) como indicadores de la integridad funcional de los ecosistemas proveedores.

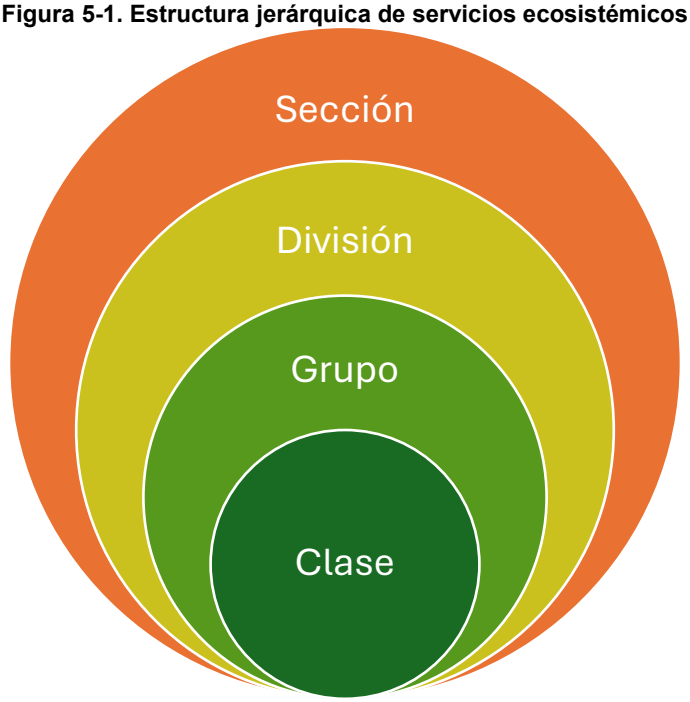
5.5 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SSEE)

Se empleó la clasificación CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) para identificar y jerarquizar los servicios de provisión, regulación y culturales. La valoración de estos servicios se cruzó con los resultados de conectividad para determinar la resiliencia de los ecosistemas frente a las obras permanentes del Proyecto.

La metodología para el abordaje de los SSEE se fundamenta en el marco conceptual de la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos (CICES, v. 5.2). esta clasificación organiza los servicios ecosistémicos en tres niveles anidados, desde las definiciones más generales a las específicas

Esta clasificación presenta la información en una estructura jerárquica de niveles anidados. De esta forma, cada nivel es más detallado y específico. El nivel más general es el de “Sección”, que corresponde a las categorías de Provisión, Regulación y Mantenimiento y Cultural. Cada sección presenta a su vez varias “Divisiones”, conformadas a su vez por los “Grupos”, y éstos por “Clases”.

Figura 5-1. Estructura jerárquica de servicios ecosistémicos



Fuente: Foco Ambiental 2026.

Para asegurar la coherencia transversal con la Línea de Base de Medio Humano (Anexo 3.19 del EIA) el proceso se desarrolló en dos etapas:

1. Identificación de servicios ecosistémicos: Se cruzó la información biofísica de las líneas de base de hidrología, suelo, flora y vegetación, ecosistemas acuáticos continentales, fauna terrestre e invertebrada con las actividades socioeconómicas identificadas en el área de influencia, con base en la propuesta de Smith-Ramírez *et al*. (2023), referente a servicios ecosistémicos en Chile Central, y en Hamed y Alshare (2022), sobre servicios ecosistémicos que pueden verse afectados por parques eólicos. Los servicios se clasificaron en las tres secciones propuestas por CICES: Provisión (Biótica/Biofísica), Regulación y Mantenimiento (Biótico/Biofísico) y Cultural (Biótico/Biofísico).
2. Vinculación Socio-Ecológica (Coherencia con Medio Humano): Se estableció una matriz de interdependencia donde cada servicio identificado fue vinculado a un "Grupo Humano Interesado" (GHI) o beneficiario local. Esto permitió asegurar que la delimitación del área de influencia ecosistémica cubriera no solo las zonas de provisión (biota), sino también las zonas de uso y beneficio social.

6 RESULTADOS

6.1 MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el ámbito de la evaluación ambiental, resulta esencial precisar qué se entiende por ecosistemas. Odum y Barrett (2005) los definen como "*un sistema natural constituido por la interacción de organismos vivos con su ambiente físico, en el cual se producen flujos de energía y ciclos de materiales*". Esta concepción ha sido ampliamente utilizada en ecología y gestión ambiental, pues permite comprender la dinámica de los componentes bióticos y abióticos en un espacio determinado. En Chile, la clasificación de ecosistemas terrestres ha sido abordada por Martínez Tilleria, Pliscoff y Luebert (2017), quienes proponen un marco de referencia que facilita la identificación de unidades ecológicas homogéneas, herramienta clave para la conservación y la evaluación de impactos en el SEIA.

Por su parte, el concepto de Servicios Ecosistémicos (SSEE) se ha consolidado como un eje fundamental para vincular el funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano. El Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2003) los define como *"los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas"*, distinguiendo entre servicios de provisión, regulación, culturales y de soporte. Haines-Young y Potschin (2012) complementan esta visión al señalar que los servicios ecosistémicos representan la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano, y que su clasificación es esencial para la gestión ambiental y la planificación territorial. En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado esta definición, integrándola en la *"Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres*" (SEA, 2024), lo que asegura coherencia entre la normativa nacional y los marcos conceptuales internacionales.

En síntesis, el marco referencial sobre ecosistemas y servicios ecosistémicos combina definiciones ecológicas clásicas con enfoques contemporáneos de valoración, integrando tanto la literatura

científica como las guías técnicas oficiales. Esta convergencia permite fortalecer la evaluación ambiental en Chile, asegurando que los proyectos consideren no solo la integridad ecológica de los ecosistemas terrestres, sino también los beneficios que estos aportan a la sociedad.

6.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN E INSUMOS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

A continuación, se realiza una síntesis de los componentes bióticos y abióticos para el área de influencia del Proyecto y para cada ecosistema de interés, a partir de la revisión de los informes respectivos de línea de base.

A partir de la revisión integrada de las Líneas de Base (LDB) del Proyecto, se identifican las siguientes singularidades que sustentan la sensibilidad del Área de Influencia.

6.2.1 Suelo

La caracterización del componente suelo para el Proyecto detallada en el Anexo 3.5 Línea de Base Suelo se basó en el análisis de 20 calicatas en un área de 113,03 hectáreas.

El área se inserta en la Zona Mediterránea Árida, específicamente en la unidad de "Suelos de la Cordillera de la Costa" y la posición de "Suelos en lomajes y terrazas costeras". Sus principales rasgos de singularidad son:

- Diversidad de Origen: Los suelos se han desarrollado sobre sustratos variados que incluyen areniscas, gravas cuarcíferas y sedimentos marinos.
- Variabilidad Hídrica: Coexisten suelos con drenaje excesivo (depósitos arenosos) junto a terrazas con drenaje imperfecto a pobre que presentan rasgos redoximórficos (manchas por falta de oxígeno).
- Contenido de Materia Orgánica: Se registraron concentraciones "muy altas" de materia orgánica (hasta 16,7%) en ciertas unidades de terrazas marinas (UHS-4), lo que indica una alta actividad biológica en esos sectores específicos.

En el marco de la evaluación, el Objeto de Protección es el Suelo, con los siguientes atributos asociados:

- Capacidad de Uso de Suelo (CUS): Se busca proteger la aptitud productiva (agrícola, ganadera o forestal) del recurso.
- Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB): Se evalúa la aptitud del suelo para mantener ecosistemas terrestres. El área de influencia se definió precisamente para prevenir la pérdida de suelo o de su capacidad de sustento por degradación, erosión o compactación.

En este contexto, se identificaron 7 Unidades Homogéneas de Suelo (UHS), presentadas en la Tabla 6-1, con su respectiva capacidad de uso de suelo,

Tabla 6-1. Unidades Homogéneas de Suelo

Grupo de Unidades	Clase de Uso (CUS)	Características Principales	% del Área
Depósitos Arenosos (UHS-1 y UHS-2)	Clase VI	Suelos profundos con agua aprovechable muy pobre. Son la formación predominante.	55,99%
Terrazas Marinas con Drenaje Limitado (UHS-5 y UHS-6)	Clase IV y III	Suelos profundos con drenaje pobre a imperfecto. Poseen buena retención de humedad.	32,45%
Terrazas con Aptitud Agrícola (UHS-4)	Clase II	Suelos profundos, casi planos y con buena capacidad de agua aprovechable.	2,67%
Terrazas Onduladas (UHS-3 y UHS-7)	Clase IV	Limitadas por pendiente o por agua aprovechable pobre/regular.	6,13%
Otros (misceláneo escarpe, camino y caja de estero)	MES, CAM y CDE	Escarpes y unidades de suelo no diferenciadas, carentes de suelo	2,77%

Fuente: Anexo 3.8 del EIA “Línea de Base Suelo”, 2026.

En cuanto a la Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB), esta clasificación diferencia la calidad del suelo como soporte ecológico:

- CSB Muy Alta (35,12%): Corresponde a las terrazas marinas (UHS-4, 5 y 6) que no presentan restricciones significativas para la vida vegetal y orgánica.
- CSB Media: Presente en sectores con limitaciones de pendiente o humedad regular (UHS-3, UHS-7 y Misceláneo Escarpe).
- CSB Muy Baja (55,99%): Principalmente los depósitos arenosos (UHS-1 y 2). Su limitante "muy significativa" es el agua aprovechable muy pobre, lo que condiciona negativamente el sustento de biodiversidad.

El riesgo climático asociado a este componente se basa en los siguientes aspectos:

- Amenaza y Exposición: Calificadas como "Bajas". El área de estudio representa solo el 0,06% de la superficie comunal.
- Vulnerabilidad: Es "Baja", ya que los suelos con menor capacidad de sustento (UHS-1 y 2) ya están adaptados al estrés hídrico, y los de alta capacidad tienen mayor funcionalidad para adaptarse.

El riesgo climático total para el suelo es Bajo, previéndose que el aumento en el riesgo de erosión ante escenarios futuros de cambio climático no será significativo.

6.2.2 Hidrología

La caracterización de la componente hidrológica para el Proyecto, detallada en el Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica se basó en análisis geomorfológico, visitas a terreno y registros históricos de estaciones fluviométricas y meteorológicas, permitiendo identificar los siguientes resultados, singularidades ambientales y objetos de protección del componente hidrológicos.

El área de influencia del Proyecto se emplaza en las Cuencas “Costeras Maule” y “Límite Región”.

- Subcuencas afectadas: “Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca” y “Río Reloca” (códigos 0740 y 0741 del Inventario Público de Cuencas de la DGA).
- Red local: de sur a norte, las obras se ubican al norte del Río Reloca y cruzan el Río Pinotalca, además de diversas quebradas sin nombre, canales, cursos intermitentes y zonas de humedales.

Esta línea de base identifica los siguientes elementos de alta relevancia ambiental:

- Intersecciones con la Red Hidrográfica: Se identificaron 20 puntos de intersección de las obras del Proyecto con cursos de agua.
- Presencia de Humedales: Se identificaron 18 humedales en el entorno del Proyecto según el Inventario Nacional, destacando el Río Reloca, el Río Pinotalca (tipo ribereño permanente) y el sistema de humedales del sector Loanco.
- Temporalidad de los Cauces: Gran parte de la red está compuesta por quebradas y cauces intermitentes que solo presentan escurrimiento en períodos de lluvias intensas, comportándose como terrenos secos el resto del año.

Con base en lo anterior, el objeto de protección en concreto son las aguas superficiales y subterráneas, y su atributo es la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Cabe destacar que el Proyecto no considera extracción ni uso de aguas superficiales y/o subterráneas, por lo que no se generarán cambios significativos en el recurso hídrico.

Para el diseño de las obras de atravieso, se determinaron los escenarios de mayor riesgo hídrico considerando un período de retorno de 100 años, período para el que se estima una precipitación máxima en 24 horas de 96,6 mm (Estación La Estrella). En cuanto a los caudales máximos (Q100), se aplicó la metodología de transposición de caudales (caso más desfavorable): en el río Pinotalca (Área 7) el caudal máximo estimado para 100 años es de 217,96 m³/s, mientras que en otras microcuencas menores los caudales varían entre 0,15 m³/s y 71,02 m³/s).

El análisis basado en modelos de la plataforma ARClim y criterios del SEA proyecta una disminución de precipitaciones, del 9,5% al 20,1% anual en el período 2035-2065 en la zona. En cuanto a sequías, la zona presenta una amenaza de "Fuerte Aumento" de sequías hidrológicas, con un índice de amenaza máximo (1,0) en localidades como Constitución. A pesar de la sequía general, sin embargo, se prevén episodios de lluvias torrenciales puntuales con intensidades que podrían superar los 150 mm, lo que aumenta el riesgo de arrastre de material seco por fuertes escurrimientos

6.2.3 Flora y Vegetación

La caracterización de flora y vegetación para el Proyecto, detallada en el Anexo 3.8 Línea de Base Flora y Vegetación se basó en cuatro campañas de terreno realizadas entre diciembre de 2023 y septiembre de 2025, lo que permitió identificar las siguientes singularidades ambientales y objetos de protección según la riqueza de especies y su estado de conservación.

El área de influencia de este componente se inserta principalmente en el "Bosque caducifolio maulino" y los pisos vegetacionales de "Bosque esclerófilo mediterráneo costero". Se identificaron 5 singularidades ambientales clave:

a) Presencia de especies endémicas: 39 especies registradas (27,9% del total).

b) Presencia de bosque nativo de preservación: Unidades de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* que albergan especies amenazadas.

c) Actividad colindante con humedales: Destaca el cruce con el río Pinotalca y sistemas de humedales en el sector Loanco.

d) Colindancia con sitios prioritarios: Parte del área se encuentra en el sitio prioritario de la Estrategia regional "Laguna Reloca".

e) Presencia de especies en categoría de conservación: Cuatro especies identificadas bajo normativas del Ministerio del Medio Ambiente.

f) Planes RECOGE: no se identificaron especies vegetales dentro de alguno de estos planes en el área de influencia del proyecto.

De acuerdo con los criterios del estudio, se consideran atributos de protección las especies clasificadas como Vulnerable (VU), por lo que el objeto de protección principal es el Naranjillo (*Citronella mucronata*), clasificado como Vulnerable (VU) según el D.S. N° 16/2016. Su presencia confiere automáticamente a las 69,64 hectáreas de bosque nativo identificadas la categoría de "Bosque nativo de preservación".

Se registró un total de 141 especies de plantas vasculares, compuestas por un 30,7% de especies nativas, 27,9% endémicas y 41,4% introducidas.

Entre los árboles identificados, destacan especies como el Naranjillo, clasificado como Vulnerable (VU) y el Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), clasificado en Preocupación Menor (LC), y con dominancia fisonómica por el Peumo (*Cryptocarya alba*), el Quillay (*Quillaja saponaria*), el Litre (*Lithraea caustica*) y el Boldo (*Peumus boldus*).

En el grupo de los arbustos destacan el Corcolén (*Azara integrifolia*), la Madroña (*Escallonia pulverulenta*) y el Mayo (*Sophora macrocarpa*), destacando como singularidad que muchos de estos individuos son componentes clave del matorral arborescente y del sotobosque del bosque nativo de preservación.

El grupo más diverso de los registrados es el de las hierbas, sumando entre hierbas perennes y anuales la mayor parte de la riqueza. Predominan especies como la *Avena barbata* y la *Hypochaeris radicata*, mientras que entre las especies endémicas se encuentran la Salsilla (*Bomarea salsilla*) y

el Cebollín (*Tristagma gracile*). Además, se registraron 3 especies de la clase Polypodiopsida (helechos) y 1 de la clase Pinopsida (coníferas introducidas); de éstas, se identificaron dos especies en conservación, el Helecho palito negro (*Adiantum chilense*) y la Costilla de vaca (*Blechnum hastatum*), ambos clasificados como Preocupación Menor (LC).

Finalmente, las suculentas representan el 0,7% de la riqueza, destacando la presencia de Chagual (*Puya alpestris*), especie endémica.

El riesgo climático para este componente, de acuerdo ArCLIM, se relaciona con la pérdida de diversidad: Las comunas de Chanco y Constitución presentan un índice de riesgo "Muy Alto" por cambios en precipitaciones y "Alto" por cambios en temperatura. A pesar del riesgo general, modelos proyectados indican que especies como el Naranjillo mantendrían una probabilidad de presencia cercana al 58% hacia el futuro, sugiriendo una persistencia potencial ante escenarios climáticos desfavorables.

6.2.4 Hongos y líquenes

La caracterización del componente de Hongos y Líquenes para el Proyecto, basada en campañas de primavera (2023) y otoño (2024), identifica diversas singularidades ambientales y objetos de protección vinculados a la biodiversidad fúngica en un área de influencia de 394,063 hectáreas.

El área se ubica en un distrito Infratermal húmedo, con una estación de fructificación prolongada para los hongos. A pesar de que gran parte del suelo ha sido convertido a plantaciones de pino y eucalipto, los remanentes de bosque nativo esclerófilo permiten la persistencia de especies nativas y endémicas.

- Influencia Oceánica: La presencia de neblinas costeras (camanchaca) es una singularidad clave que favorece una alta diversidad de líquenes, especialmente en el sector norte (La Flora).
- Nuevos Registros: Se identificaron tres especies de macrohongos sin registro previo en Chile: *Arachnion aff. album*, *Geastrum coronatum* y *Lyophyllum semitale*.
- Planes RECOGE: No se identificaron especies incorporadas dentro de estos planes, en el área de influencia del proyecto.

Los elementos del ambiente objeto de protección corresponden a los recursos naturales renovables. En este componente, el foco principal son las especies que se encuentran en alguna categoría de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Con respecto a macrohongos, es decir, hongos no liquenizados, se registró un total de 49 especies, con una clara estacionalidad dominada por la División Basidiomycota.

Como objetos de protección se identificó una especie en categoría de conservación, *Mycena cyanocephala*, clasificada como Preocupación Menor (LC). Además, cuatro especies son endémicas del Cono Sur (Chile y Argentina): *Clitocybe pleurotus*, *Hohenbuehelia phalligera*, *Mycena cyanocephala* y *Nemania creoleuca*. De las especies registradas, el 43% son descomponedores de madera y un 24,5% son simbiontes que forman micorrizas con los árboles del entorno.

En cuanto a líquenes u hongos liquenizados, se identificaron 16 especies de macrolíquenes (foliosos, fruticosos y otros), con una mayor riqueza en el sector norte debido a la menor intervención del bosque nativo. Los objetos de protección registrados son tres especies clasificadas por el MMA, todas en categoría de Preocupación Menor (LC): *Chrysothrix granulosa*, *Ramalina striatula* y *Teloschistes chrysophthalmus*, y destaca la especie Teloschistes chrysophthalmus como endémica para Chile. A diferencia de los macrohongos, los líquenes presentan una mayor estabilidad temporal al encontrarse sobre sustratos permanentes como troncos y rocas.

El cambio climático se identifica como una amenaza relevante para la biodiversidad fúngica debido a las variaciones en temperatura y humedad, que pueden alterar los ciclos de vida y favorecer la llegada de especies invasoras.

Sin embargo, las fuentes señalan que, a la fecha, la flora no vascular (incluyendo hongos y líquenes) no ha sido incluida como atributo de análisis en las plataformas oficiales como ARClim o SIMBIO, lo que limita la posibilidad de establecer proyecciones específicas de efectos adversos según la metodología del SEA.

6.2.5 Fauna Vertebrada Terrestre

La caracterización del componente Fauna Vertebrada para el Proyecto detallada en el Anexo 3.10 se fundamentó en una combinación de revisión bibliográfica, análisis espacial y el desarrollo de cuatro campañas de terreno realizadas entre diciembre de 2023 y marzo de 2025 lo que permitió identificar las siguientes singularidades ambientales y objetos de protección según la riqueza de especies y su estado de conservación.

El área de influencia para fauna vertebrada terrestre (Anexo 3.10 del presente EIA) se emplaza en el ecosistema de “Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*”. Entre los ambientes más relevantes por su valor ecológico destacan:

- Bosque nativo de preservación: Contiene especies como el naranjillo (*Citronella mucronata*), clasificada en categoría de conservación.
- Cuerpos de agua: Incluyen humedales, vegas y esteros (como el río Pinotalca) que funcionan como sitios de reproducción activa de anfibios y áreas de forrajeo para aves acuáticas.
- Diversidad Biogeográfica: Se registraron un total de 111 especies, donde el 78,9% son nativas y un 7,3% son endémicas.
- Planes RECOGE: dentro del área de influencia se identificó el Plan "Ranitas de Darwin (*Rhinoderma darwinii* y *R. rufum*)" (RECOGE0018) y el Plan "Fardela blanca" (RECOGE0007).

Respecto de los Planes RECOGE identificados en el área de estudio, el Plan “Ranitas de Darwin” aborda la conservación de *Rhinoderma darwinii* y *R. rufum*, ambas especies nativas de Chile y clasificadas en categoría En Peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR) respectivamente. Fue elaborado en un proceso participativo liderado por la Asociación Ranita de Darwin y coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, siguiendo el Reglamento para Planes RECOGE. El Plan define su alcance en

toda la distribución histórica de ambas especies en Chile (sectores costeros y precordilleranos costeros entre las regiones de Valparaíso y Aysén) e identifica como amenazas principales la quitridiomicosis[1], los incendios forestales, la conversión del bosque nativo, el cambio climático, la tala selectiva, la ganadería en bosque nativo, especies exóticas invasoras y la infraestructura vial. Propone metas a 15 años orientadas a aumentar el área de ocupación de *R. darwinii* y confirmar la presencia de *R. rufum*. Incluye medidas de mitigación de amenazas, restauración de hábitat, protección efectiva, monitoreo, fortalecimiento institucional, educación ambiental y conservación ex situ, con un presupuesto estimado de USD 6,7 millones para el periodo de implementación.

Sin embargo, estas especies no fueron identificadas durante las campañas de terreno de fauna terrestre, ni tampoco de ecosistemas acuáticos continentales, descartando la presencia de ambos en el entorno del proyecto, lo cual también puede explicarse a que no han existido registros de esta especie en el bosque Maulino de la cordillera de la costa, que abarca entre Valparaíso y Biobío desde 1981.

Respecto del Plan “Fardela Blanca” busca revertir el estado de amenaza de esta especie endémica de Chile, mejorando la protección de sus sitios de nidificación, alimentación y migración. Se estructura en tres objetivos: disminuir amenazas marítimas, reducir amenazas terrestres y fortalecer el conocimiento y la coordinación interinstitucional. Considera acciones orientadas a mitigar la captura incidental, controlar especies exóticas invasoras, reducir perturbaciones antrópicas y fortalecer la investigación. El Plan se implementará durante 20 años e involucra a servicios públicos, organizaciones científicas, ONGs y comunidades locales.

De igual forma, durante las campañas de terreno de fauna vertebrada y tránsito aéreo no se visualizó la presencia de la fardela blanca la cual, de acuerdo con información de su Ficha de Especie, tiende a reproducirse en 3 islas: Isla Mocha, que se encuentra a 35 km de la costa, frente a la localidad de Tirúa y tiene una superficie de 47.82 km^2. Isla Robinson Crusoe, que se encuentra a 670 km de la costa frente a San Antonio y tiene una extensión de 52 km^2, e Isla Santa Clara, la cual tiene una superficie de 2,21 Km^2. Si bien existe evidencia que también anidaba en la isla Santa María, Chile (37.02°, 73.52°) la especie fue extirpada debido a la extensiva ocupación humana y alteración del hábitat.

A esto se suma que los individuos que anidan en Isla Mocha suelen moverse a 2 dos puntos críticos o hotspot de alimentación localizados en la costa chilena entre las regiones de Biobío y Los Ríos. El primero de ellos está ubicado al sur de isla Mocha en un área frente a la costa al norte de la ciudad de Valdivia a la altura de la localidad de Mehuín (aproximadamente 39° - 39,5° S), y el otro corresponde a la costa chilena entre la ciudad de Concepción y la localidad de Lebu, incluido el golfo de Arauco (desde ~36,8° a ~ 37,6° S).

Estas razones explicarían la ausencia de esta especie en las campañas de terreno realizadas, así como en la bibliografía consultada.

[1] Pandemia fúngica letal que afecta a los anfibios en todo el planeta. Es causada por el hongo microscópico *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), el cual ataca la piel de estos animales, provocando graves fallas fisiológicas, paro cardíaco y la muerte. (ONG Ranita de Darwin, s.f.)

Según los criterios del estudio, se consideran atributos para declarar un ecosistema como objeto de protección a aquellas especies clasificadas como Vulnerable (VU), En Peligro (EN) o En Peligro Crítico (CR).

En el área se identificaron 29 especies en categoría de conservación:

- Anfibio: Es un grupo de baja movilidad y alta fidelidad al microhábitat, lo que aumenta su sensibilidad ambiental. Registra 3 especies nativas. Destacan la Rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), clasificada como Vulnerable (VU) y endémica. Otras especies son la Ranita de antifaz (*Batrachyla taeniata*) y Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), ambas en categoría Casi Amenazada (NT).
- Aves: Representan el grupo con mayor riqueza en el área (77 especies registradas) y presentan alta movilidad. De estas 13 especies se encuentran en categoría de conservación casi amenazada o de baja preocupación (NT/LC), se registraron especies como el Cuervo del pantano (*Plegadis chihi*) y el Concón (*Strix rufipes*), ambos Casi Amenazados (NT), además de la Perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), el Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y el Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) en Preocupación Menor (LC). Los humedales del sector norte son zonas clave para la nidificación y descanso de estas especies.
- Reptiles: Las 7 especies registradas presentan baja movilidad y se encuentran bajo categoría de Preocupación Menor (LC), incluyendo la Culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), Culebra de cola corta (*Galvarinus chilensis*) y diversas lagartijas del género *Liolaemus*. Aunque no hay especies en categorías de amenaza (VU, EN, CR), el grupo es relevante por su alta presencia en el bosque nativo de preservación, donde se registró la mayor abundancia.
- Mamíferos: Se registraron 23 especies, con una alta presencia de especies introducidas. De éstas, destacan Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), el Quique (*Galictis cuja*) y el Coipo (*Myocastor coypus*), micromamíferos y carnívoros en categoría de Preocupación Menor (LC) según los registros más recientes del informe.
- Murciélagos o Quirópteros: Se identificaron 6 especies mediante detección acústica. Destacan por su singularidad el Murciélago orejón Austral (*Histiotus magellanicus*) y el Murciélago ceniciento (*Lasiurus villosissimus*), ambos con Datos Insuficientes (DD).

El estudio advierte que las comunas de Chanco y Constitución presentan un riesgo alto de pérdida de fauna por cambios en temperatura y precipitaciones. No obstante, modelos específicos indican que especies como el lagarto chileno y el zorro culpeo podrían mantener o incluso aumentar su probabilidad de presencia en escenarios futuros.

6.2.6 Fauna Invertebrada

La caracterización de la fauna invertebrada terrestre para el Proyecto, detallada en el Anexo 3.11 del EIA, se basó en cuatro campañas de terreno realizadas en 2025 (verano, otoño, invierno y

primavera), lo que permitió identificar la riqueza, distribución y estado de conservación de las especies en el área de influencia.

El área de influencia se inserta en un contexto de Bosques Templados con presencia de bosque esclerófilo, aunque dominada por una matriz de plantaciones de pino insigne y praderas de costa.

Se registró un total de 32 especies de fauna invertebrada, de las cuales el 75% son nativas (24 taxa) y el 25% son introducidas (8 taxa). Abundancia: Se registró un total de 1.324 individuos a lo largo de las cuatro campañas, siendo la primavera la estación con mayor abundancia (462 individuos), concentradas en los ambientes de Pradera (25 especies) y la Plantación Forestal (24 especies), debido a su mayor superficie y disponibilidad de hábitats.

Respecto de los Planes RECOGE vigentes en el territorio, no se identificaron especies incorporadas dentro de estos planes, en el área de influencia del proyecto.

De acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se identificaron 3 especies en categoría de conservación, las cuales constituyen los principales objetos de interés para el resguardo ambiental.

- Insectos (Clase Insecta): Es el grupo más diverso y representado, abarcando 6 órdenes (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Odonata) y el 94% de la riqueza total registrada. Los objetos de protección son dos especies en categoría de Preocupación Menor: Matabuey (*Acanthinodera cumingii*), y Matapiojo (*Phenes raptor*). En cuanto a Riqueza por Orden, destaca el orden Coleoptera con 8 especies (escarabajos, pololos, chinitas), seguido por Hymenoptera con 7 especies (abejas, avispas y hormigas).
- Arácnidos (Clase Arachnida): Representan el 3% de la riqueza total del área de influencia, siendo el principal objeto de protección la Araña pollito (*Euathlus manicata*), clasificada como Casi Amenazada (NT), registrando un único ejemplar en ambiente de Pradera, fuera del área de intervención directa del Proyecto.
- Escorpiones: Se registró la presencia del alacrán (*Bothriurus* sp.) en ambientes de plantación forestal pradera y agrícola.
- Ciempiés (Clase Chilopoda): Representan el 3% de las especies identificadas en el área de influencia de este componente, detectando al Ciempiés chileno (*Akynmnopellis chilensis*), de origen nativo, en ambientes de plantación forestal, pradera y zonas agrícolas.

El análisis utiliza la plataforma ARClim para proyectar el riesgo en la comuna de Constitución:

- Riesgo por Precipitación: Calificado como Alto (0,6363). Se asocia a un elevado índice de exposición y a la ausencia de superficies protegidas en el territorio comunal.
- Riesgo por Temperatura: Calificado como Medio-Alto (0,6321). Aunque los ecosistemas no muestran una sensibilidad extrema, su alta exposición a cambios térmicos amenaza la biodiversidad local.

6.2.7 Ecosistemas Acuáticos Continentales

La caracterización de los Ecosistemas Acuáticos Continentales (EAC) para el Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde, basada en campañas de terreno de otoño e invierno de 2025, permite identificar las siguientes singularidades ambientales y objetos de protección en el área de influencia:

El área de estudio se caracteriza por ecosistemas de tipo Humedal Continental de Escorrentía con un régimen netamente pluvial. De los 22 cauces potenciales identificados, solo 4 o 5 presentaron escurrimiento superficial, mientras que el resto se encontraban secos, sin diferenciarse de su contraparte terrestre, lo que da cuenta de su temporalidad. Todos los sistemas con agua, tanto lóticos como lénticos, fueron clasificados como eutróficos, con alta productividad primaria y carga de nutrientes. Según la plataforma SIMBIO, la zona presenta un riesgo "Fuerte Aumento" de sequías hidrológicas, y el río Pinotalca posee una relevancia ambiental Alta.

El estudio define formalmente dos objetos de protección principales: la calidad de agua superficial y flora y fauna acuática, enfocada en la biodiversidad y estados de conservación.

Los resultados de las campañas se resumen en los siguientes puntos:

- Anfibios y Fauna Íctica (Peces): No se registraron anfibios ni peces en fase acuática en ninguno de los puntos de muestreo durante ambas campañas. No obstante, la revisión bibliográfica identifica al río Pinotalca como hábitat de especies en categoría de conservación: Raya de agua dulce (*Geotria australis*) (VU), Bagre (*Trichomycterus areolatus*) (VU), Carmelita (*Percilia gillissi*) (EN) y Trucha negra (*Percichthys trucha*) (NT).
- Aves Acuáticas: Se registró la presencia de cisnes en la laguna del Sector Estancia La Flora, la cual funciona como un sitio de refugio y descanso para la avifauna, a pesar de su avanzado estado de eutrofización.
- Crustáceos: Aunque no se capturaron en los muestreos estandarizados, informantes locales reportaron la presencia de camarones de río en el río Pinotalca, siendo altamente probable que se trate de *Samastacus spinifrons*, especie clasificada como Preocupación Menor (LC).
- Flora Acuática y Vegetación de Ribera: Comunidad poco diversa (6 especies), dominada por el orden Poales (como la cortadera y el junquillo), lo cual es un indicador de hábitats perturbados o con fluctuaciones bruscas de agua. El 50% de las especies son helófitas (plantas de ribera) y un 33,3% son estrictamente hidrófitas. No se registraron especies de flora acuática en categoría de conservación.
- Macroinvertebrados: Desarrollo muy pobre debido a la inestabilidad de los cauces. Se identificaron familias como Hyalellidae y Chironomidae, con una calidad de agua calificada como "Relativamente Mala" (Clase V) por la predominancia de organismos tolerantes a la carga orgánica.
- Microalgas: En la laguna LG-1 se detectó una alta densidad de *Microcystis*, género asociado a floraciones algales nocivas bajo estrés por eutrofización.

Con respecto al riesgo climático, el Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim), se identifica que toda la Región del Maule presenta un "Fuerte Aumento" en el índice de amenaza de ocurrencia de sequía para el escenario futuro proyectado (RCP8.5). El índice de riesgo de ocurrencia de sequía también se clasifica como "Fuerte Aumento". Esto implica efectos adversos específicos, tales como un aumento en la frecuencia de los caudales bajos y una disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos.

Según el Geoportal SIMBIO, el río Pinotalca posee una relevancia ambiental "Alta", determinada tanto por sus variables biofísicas actuales como por su elevado riesgo futuro ante el cambio climático. Otros cuerpos de agua menores y temporales en el área presentan una relevancia calificada como "Promedio".

Finalmente, el riesgo de "Sequías Hidrológicas" se considera una amenaza y un riesgo real para el río Pinotalca y los ecosistemas asociados en el área de influencia. Esto es especialmente crítico dado que los cauces de la zona ya poseen un régimen netamente pluvial y dependen directamente de las precipitaciones estacionales.

En conclusión, el principal desafío climático para los ecosistemas acuáticos continentales del Proyecto es la acentuación del déficit hídrico, lo que refuerza la necesidad de considerar estos factores en la planificación de cualquier obra que pueda afectar el flujo o la permanencia de estos cuerpos de agua.

6.2.8 Tránsito Aéreo

El análisis de tránsito aéreo y riesgo para la avifauna, presentado en el Anexo 8.3, tuvo como objetivo caracterizar el ensamble de aves en el área de influencia del Proyecto y las principales rutas de desplazamiento. El estudio incluyó la identificación de corredores de tránsito y de las especies más frecuentes, además de la evaluación de la sensibilidad frente a colisión y/o electrocución con las estructuras del parque eólico, apoyada en revisión bibliográfica y cartográfica.

El levantamiento de información se realizó durante un ciclo anual completo, mediante cuatro campañas estacionales entre 2023 y 2026, acumulando 279 horas de observación en jornadas diurnas y crepusculares. Se establecieron 31 estaciones de muestreo en sectores de generación, trazado de la línea de media tensión y humedales vecinos, utilizando equipos ópticos de alta precisión y visión infrarroja para especies nocturnas.

A continuación, se presenta la síntesis de los resultados, singularidades y objetos de protección para la avifauna y riesgo.

El Proyecto se emplaza en la Región del Matorral y Bosque Esclerófilo, en una zona de planicies costeras que presentan una matriz vegetal intensamente intervenida por actividades agrícolas, ganaderas y silvícolas. El informe identifica un ensamble de aves típico de la zona centro-sur de Chile, compuesto por especies de matorral, bosque esclerófilo, acuáticas y marino-costeras.

De las 93 especies registradas en terreno, correspondientes al 69,9% del potencial teórico del área, se identificó la presencia de tres especies endémicas de Chile:

- Perdiz (*Nothoprocta perdicaria*): sector Estancia La Flora

- Canastero (*Pseudasthenes humicola*): sectores Estancia La Flora y Pahuil
- Churrín del norte (Scytalopus fuscus): sectores Estancia La Flora y Pahuil

El estudio confirmó la presencia de diversas especies en alguna categoría de conservación dentro del área de generación:

- Vulnerable (VU): el chorlo nevado *(Charadrius nivosus)* y la gaviota garuma *(Leucophaeus modestus)*.
- Casi Amenazados (NT): el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), el pilpilén común (*Haemaptopus palliatus*), el gaviotín monja (*Larosterna inca*), el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), el chorlo de collar (*Charadrius chollaris*), Guanay (*Phalacrocorax bouganvillii*), Lile (*Phalacrocorax gaimardi*), Pelícano (*Pelecanus thagus*), Cóndor (*Vultur gryphus*), Chorlo de campo (*Oreopholus ruficollis*), Concón (*Strix rufipes*) y el cuervo de pantano (*Plegadis chihi*).
- Preocupación menor (LC): la perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*) el pato gargantillo *(Anas bahamensis),* el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el cisne cuello negro *(Cygnus melanchorhypus)*, el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*), el pato cuchara (*Spatula platalea*), Piquero (*Sula variegata*), la garza cuca (*Ardea cocoi*), Bandurria (*Theristicus melanopis*), Peuquito (*Accipiter chilensis*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la gaviota de Franklin (*Larus pipixcan*), becacina (*Gallinago magellanica*), el zarapito (*Numenius phaeopus*), el pitotoy chico (*Tringa flavipes*), la perdicita (*Thinocorus rumicivorus*), y la torcaza *(Patagioenas araucana*).

La mayoría de las especies presentes en el área son residentes, especialmente las de menor movilidad como los paseriformes. No obstante, el área es utilizada por diversos grupos migratorios:

- Especies migratorias no reproductivas: Presentan desplazamientos migratorios de corto alcance, por lo cual no se encuentran presentes en época reproductiva en el área de estudio (migran en invierno y no se reproducen en el área).
- Especies migratorias reproductivas: Presentan conductas migratorias, pero se reproduce en el área de estudio, aumentando su riesgo de colisión (realizan pequeñas migraciones locales, de manera altitudinal y latitudinal).
- Especies residentes: Residentes en el área de estudio y pueden observarse durante todo el año. Al pasar gran parte del tiempo en el área, estarían más propensas a colisionar.

Los humedales de la zona, Santa Ana (en la desembocadura del río Pinotalca) y río Reloca, son identificados como sitios de alta vulnerabilidad espacial, de acuerdo a la interpolación del Índice de Vulnerabilidad Espacial (IVE), ya que atraen especies migrantes, especialmente durante sus movimientos estacionales.

El principal objeto de protección es el ensamble de aves y sus rutas de desplazamiento, con especial énfasis en aquellas especies con mayor sensibilidad a la colisión.

Se identificaron 93 especies de aves (16 órdenes y 37 familias), de las cuales 36 fueron registradas exclusivamente en los humedales Santa Ana y Reloca. Estos sitios, aunque están fuera del área del Proyecto, se ubican en su entorno cercano y constituyen áreas relevantes de concentración de avifauna, razón por la cual se incluyeron en el muestreo.

Dinámica temporal y altura de vuelo: El otoño presenta la mayor intensidad aérea (9,8 vuelos/hora), seguido por el verano (9,4). En invierno, pese a menos registros absolutos, la densidad biológica por hora (29,6) es similar a la estival (30,2), lo que incrementa el riesgo por condiciones de baja visibilidad.

El análisis se realizó mediante el Índice de Sensibilidad para Aves (RSI) y el Índice de Vulnerabilidad Espacial (IVE), considerando, entre otros aspectos, la estructura corporal de las especies y su maniobrabilidad, así como la altura de vuelo registrada en terreno y la densidad poblacional en el área estudiada.

De las especies registradas, el modelo RSI representa una jerarquía de sensibilidad de colisión de las especies basada no solo en el estado de conservación o abundancia local, sino en la recurrencia dentro de la zona de barrido de las aspas. Bajo este criterio, las especies de mayor sensibilidad intrínseca son:

- Pilpilén común (*Haematopus palliatus*): la especie con mayor RSI (10,83), especialmente por su estacionalidad (especie residente) y mayor tamaño poblacional.
- Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*): con RSI de 9,33, sus variables más altas tienen relación con su carga alar muy alta, tratarse de una especie residente y de mayor tamaño poblacional.
- Jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*): su RSI 8,67 destaca por presentar vuelo asociado a térmicas, ser una especie residente y de mayor tamaño poblacional.

Si bien la mayoría de los desplazamientos (55%) se registraron bajo el área de barrido, un 23% de los vuelos se registró a la altura de las aspas, concentrando el riesgo en las especies mencionadas anteriormente. Aunque la dirección de vuelo es heterogénea a escala de proyecto, el análisis de la Tasa de Vuelos por Hora (V/h) demuestra que el otoño es el periodo de mayor intensidad (9,8 V/h), factor que debe ponderarse como un riesgo constante e independiente de la variación estacional de los vientos.

El cálculo del Índice de Vulnerabilidad Espacial (IVE) evidencia que los niveles máximos de vulnerabilidad se concentran fuera del área de generación, específicamente en los humedales de los ríos Pinotalca y Reloca. Los puntos asociados a áreas de generación y con IVE alto son LF1 (IVE 66,25) y LF7 (IVE 60,72), este último cercano al aerogenerador F02.

6.2.9 Medio Humano y Servicios Ecosistémicos

La caracterización del Componente Medio Humano para el Proyecto, detallada en el Anexo 3.19 Línea de Base de Medio Humano, identificó las dinámicas sociales, económicas y culturales en las comunas de Constitución y Chanco. A continuación, se presenta una síntesis de los resultados con énfasis en las singularidades ambientales (sociales) y los objetos de protección definidos.

El principal objeto de protección para este componente es el Sistema de Vida y Costumbres de los Grupos Humanos (SVCGH). Este objeto se analiza a través de cinco dimensiones: Geográfica, Demográfica, Antropológica, Socioeconómica y de Bienestar Social Básico.

El área de influencia del componente Medio Humano se divide en dos sectores con características distintas:

- Área de Influencia Norte: Se centra en la localidad de Carranza. Es una zona de muy baja densidad poblacional (16 habitantes registrados) con un patrón de asentamiento disperso vinculado a la Estancia La Flora, la minería de arena silícea y el Faro Carranza.
- Área de Influencia Sur: Comprende las localidades de Loanco y Pahuil (aproximadamente 1.308 habitantes). Presenta una matriz rural más compleja con asentamientos dispersos en Loanco y un centro semi-urbano en Pahuil, donde las actividades están fuertemente ligadas a los recursos naturales.

A continuación, se presentan los grupos humanos y sus actividades económicas/culturales principales:

- Pescadores Artesanales: ubicados principalmente en Caleta Loanco y sindicatos de Pellines. Su singularidad se fundamenta en la actividad histórica y hereditaria que opera desde la playa (sin puerto formal) usando tractores para el varado de botes. Además, administran el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) Faro Carranza, clave para la extracción de loco (*Concholepas concholepas*).
- Agricultores y Ganaderos (Singularidad Rural): en la agricultura destaca el cultivo de frutilla como eje económico estacional en Loanco y Pahuil, el cual demanda alta mano de obra entre octubre y marzo, mientras que para la ganadería, predomina la de tipo ovina en Estancia Flora (Norte) con manejos tradicionales (ovejas y cabras) y la ganadería bovina en Chanco. Estas actividades dependen críticamente de la humedad del suelo y la disponibilidad de agua, siendo altamente sensibles a la sequía.
- Recolectores de Hongos (Singularidad Ecosistémica): dedicados a la recolección estacional de hongos y callampas silvestres en plantaciones forestales, principalmente en el Fundo Dunas de Chanco. Su importancia radica en que se trata de una estrategia de subsistencia fundamental durante el invierno (mayo a octubre), involucrando a familias completas de manera informal.
- Identidad y Sitios de Interés (Singularidad Cultural): los hitos más relevantes son el Faro Carranza, con historia marítima y turismo, la Caleta Loanco y su identidad pesquera, y la Desembocadura del río Pinotalca, dado su uso recreativo, como el kayak.
- Manifestaciones: se identificaron Festividades como el "Cordero al Faro", la "Fiesta del Mar" y la celebración de San Pedro, que refuerzan el arraigo y la cohesión social.

El riesgo climático sobre este componente tiene relación con tres aspectos:

- Vulnerabilidad Hídrica: Existe un riesgo de "Fuerte Aumento" en la pérdida de seguridad hídrica doméstica rural, especialmente crítico en Pahuil, donde la escasez hídrica ya limita el crecimiento local.
- Olas de Calor: Se proyecta un aumento en el riesgo de efectos por olas de calor en la salud humana, siendo la población rural la más expuesta por su sensibilidad socioeconómica.
- Eventos Extremos: La comunidad percibe una mayor frecuencia de eventos extremos (lluvias intensas e incendios forestales) que alteran la conectividad y las faenas productivas.

Dado lo anterior, la sensibilidad de este componente radica en la dependencia de los recursos naturales para economías complementarias, la relevancia de la Ruta M-50-K para la conectividad y la valoración del paisaje como soporte de la identidad y el turismo local.

6.3 DEFINICIÓN DE ECOSISTEMAS

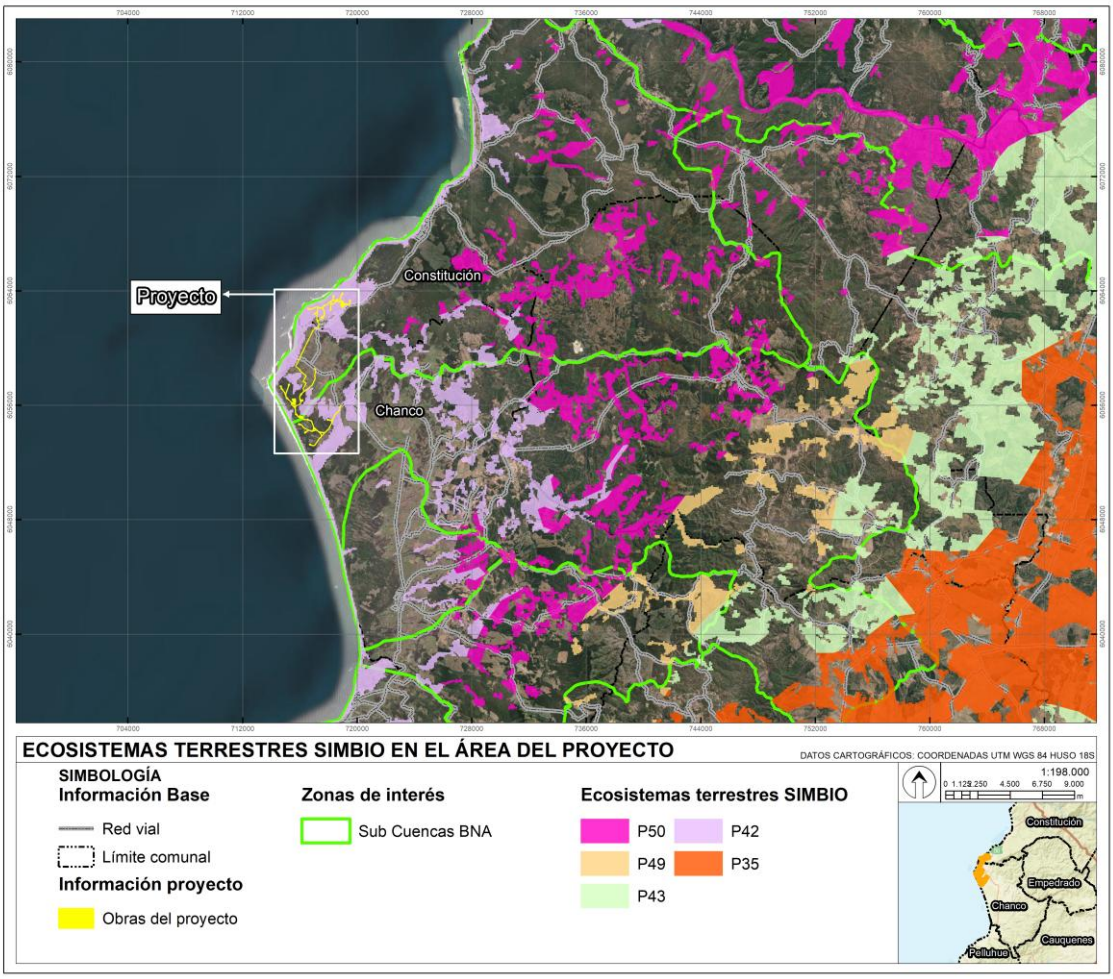
De acuerdo a los datos publicados en la plataforma SIMBIO, las subcuencas sobre las que se emplaza el proyecto contienen 5 ecosistemas terrestres:

Tabla 6-2. Ecosistemas terrestres presentes en subcuencas "Río Reloca" y "Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca"

ID ecosistema terrestre	Nombre	Descripción
P35	Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven - Lithrea caustica*	"Planicies aluviales de la depresión intermedia del sur de la región de O'Higgins, del Maule y norte del Biobío, entre 100 y 600 m. Corresponde a los pisos bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo oceánico.
P42	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica - Azara integrifolia*	Laderas occidentales bajas de la cordillera de la Costa de las regiones de O'Higgins, del Maule y norte del Biobío, 0–600 m de altitud, bajo la influencia de los pisos bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo y húmedo inferior hiperoceánico y oceánico.
P43	Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica - Peumus boldus*	Laderas orientales de la cordillera de la Costa y depresión intermedia de las regiones de O'Higgins, del Maule y norte de la del Biobío, entre 0 y 600 m, en los pisos bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo y húmedo inferior hiperoceánico y oceánico.
P49	Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca - Azara petiolaris*	Laderas orientales de la cordillera de la Costa de la región del Maule y norte del Biobío entre 0 y 600 m. Corresponde a los pisos bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo superior y húmedo inferior hiperoceánico.
P50	Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue*	Laderas occidentales de la cordillera de la Costa de la región del Maule y norte del Biobío entre 100 y 600 m, bajo la influencia del piso bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo superior y húmedo inferior hiperoceánico.

Fuente: Foco Ambiental, 2026, con base en datos SIMBIO.

Figura 6-1. Ecosistemas terrestres en el área del proyecto



Fuente: Foco Ambiental, 2026, con base en datos SIMBIO.

La Figura 6-1 muestra que el proyecto se enmarca en el ecosistema terrestre “Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* - *Azara integrifolia*”, denominado así por el piso vegetacional del mismo nombre, identificado por Luebert y Pliscoff (2017), cuya distribución se presenta en las laderas occidentales bajas de la cordillera de la Costa de las regiones de O’Higgins, del Maule y norte del Biobío, 0–600 m de altitud, bajo la influencia de los pisos bioclimáticos mesomediterráneo subhúmedo y húmedo inferior hiperoceánico y oceánico. Con respecto a la dinámica del ecosistema, la plataforma SIMBIO señala que éste ha sido muy degradado, dando paso a un matorral arborescente en gran parte de su extensión, pero que en algunos casos alcanza una fisionomía boscosa con bastante desarrollo estructural, tanto horizontal como vertical. La presencia de grandes extensiones en áreas adyacentes que han sido reemplazadas por plantaciones de *Pinus radiata*, como se presenta en el sector sur del proyecto.

A partir de la cartografía de fauna terrestre, en conjunto con los otros componentes mencionados en este documento, se han definido nueve unidades ecosistémicas principales que sustentan la biodiversidad del área:

1. **Bosque Nativo de Preservación:** Formaciones boscosas que albergan especies bajo la Ley N° 20.283, específicament**e** recubrimientos de vegetación leñoso alto de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* como especies dominantes, acompañadas de ejemplares arbóreos *Escallonia pulvurulenta*, *Citronella mucronata* y *Pinus radiata*. Otras especies acompañantes son la arbustiva *Myrceugenia obtusa* y *Blepharocalyx cruckshanksii*. En la estrata inferior destaca la presencia de las hierbas anuales *Avena barbata* e *Hypochaeris radiata*. Además, en primavera se registraron 7 tipos de líquenes.

   Los registros de terreno dan cuenta de la presencia de 36 especies: 22 reptiles, 10 mamíferos y 4 aves.

   Todo esto se presenta sobre unidades homogéneas de suelo UHS-4 “Terraza marina con Agua aprovechable Buena” y UHS-5 “Terraza marina pobremente drenada”, que se caracterizan por ser profundos con pendientes casi plano a suavemente ondulada con Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) muy alta.

2. **Cursos y cuerpos de agua**: Comprende el cauce del Río Pinotalca, humedales del inventario nacional y la red de quebradas tributarias atomizadas. Su delimitación consideró los 20 puntos de cruce de infraestructura para asegurar la evaluación de la conectividad lótica.

   En cuanto a flora y vegetación ribereña, su riqueza y abundancia son escasas, dominada por el orden Poales, lo que sugiere un hábitat perturbado. Refiriéndose a su hábito de establecimiento, la comunidad se encuentra compuesta en un 50% por especies helófitas y en un 33,3% por hidrófitas. Las especies no categorizadas, que en este caso corresponden a briófitas, involucraron al 16,7% del total de registros.

   En relación con la comunidad de microalgas planctónicas, el registro de la campaña de otoño establece que el 60,6% de la comunidad corresponde a los géneros Microcystis y Dinobryon. El resto de los géneros fue registrado en magnitudes entre un 3,7% (Micrasterias) y 10,3% (Staurastrum). No se registró la presencia del alga invasora Didymo en ninguna campaña.

   No se registraron crustáceos, peces, ni anfibios en fase acuática en ninguno de los puntos de muestreo. Sin embargo, en la campaña de invierno, un pescador local en el río Pinotalca, señaló que en un tramo del río “aparecen camarones”. Si bien no identificó ninguna especie, es posible que se trate de *Samastacus spinifrons* (camarón de río), especie listada en categoría de conservación “Preocupación Menor” por el DS 52/2014 MMA.

- De acuerdo con la línea de base de ecosistemas acuáticos continentales, todos los cauces del área del proyecto son eutróficos, concordante con una alta productividad primaria y abundante disponibilidad de nutrientes. En invierno se evidencia un desacople nutrientes–biomasa, es decir, clorofila alta pese a bajas concentraciones de fósforo y nitrógeno totales, relacionado con el flujo estacional reducido o aguas estancado, retención y/o pulsos previos

de nutrientes que sostienen la biomasa aun cuando las concentraciones disueltas sean bajas. En primavera se registró 1 especie de hongo (*Heterodermia* sp.) y 1 de liquen (*Parmotrema perlatum* (Huds.)).

3. **Matorral**: Superficies distribuidas en el área de influencia, en general a modo de transición entre praderas y bosque de preservación en el sector de generación norte del proyecto, así como con la matriz productiva forestal en el sector de generación sur del proyecto, en Pahuil.

- Este ecosistema se presenta sobre unidades de suelo UHS-5 y UHS-6, con capacidad de uso agrícola de clase IVw4 y IIIw4, y en menor medida, otras unidades carentes de suelo (misceláneo escarpe y camino).

  Matorral arborescente, con dominio de la especie *Teline monspessulana*, acompañado por la presencia de especie arbóreas como *Peumus boldus*, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. La matriz de soporte es conformada por pradera, constituida e abundantes hierbas anuales como *Avena barbata*, *Hypochaeris radiata* y *Hordeum murinum*, con la presencia ocasional de especies arbóreas como *Lithraea caustica*. no se registró la presencia de hongos o líquenes en terreno.

  La línea de base de fauna terrestre registró 24 especies: 11 reptiles, 8 amíferos, 3 aves y 2 anfibios.

4. **Plantación forestal**: Se presentan dos tipos de plantaciones forestales: la más abundante corresponde a plantaciones adultas de *Pinus radiata*, en el predio Pahuil, seguida de *Eucalyptus globulus*. Las unidades homogéneas de suelo son principalmente UHS-1 y UHS-2, con capacidad de uso de suelo de clase VI. Concentra la mayor riqueza de especies de hongos y líquenes, especialmente en la campaña realizada en primavera.

   En cuanto a la fauna registrada, se registraron 56 especies, de las cuales 34 son mamíferos, 10 reptiles, 7 aves y 4 anfibios.

5. **Playas y dunas**: la vegetación en estas zonas es más reducida, debido a la falta de desarrollo de suelo; sin embargo, se registraron 8 especies de aves, 4 de reptiles y 3 de mamíferos.

6. **Praderas**: Superficie de vegetación de baja altura, en promedio 20 cm, con uso antrópico dedicado al pastoreo. Se caracteriza por estar constituida de abundantes hierbas anuales como *Avena barbata*, *Hypochaeris radiata* y *Hordeum murinum*, y la presencia ocasional de especies arbóreas como *Lithraea caustica*. presenta registros de hongos y líquenes en las campañas tanto en primavera como de otoño.

   Las unidades homogéneas de suelos sobre las que transcurre este ecosistema son de clases de capacidad de uso de suelo II a VI (UHS-1, UHS-2, UHS-3, UHS-4, UHS-5, UHS-6, UHS-7).

   En cuanto a fauna, es el ecosistema con mayor riqueza de especies en el área de influencia, con 79 especies en total, distribuidas en 41 aves, 28 mamíferos, 9 reptiles y 1 anfibio.

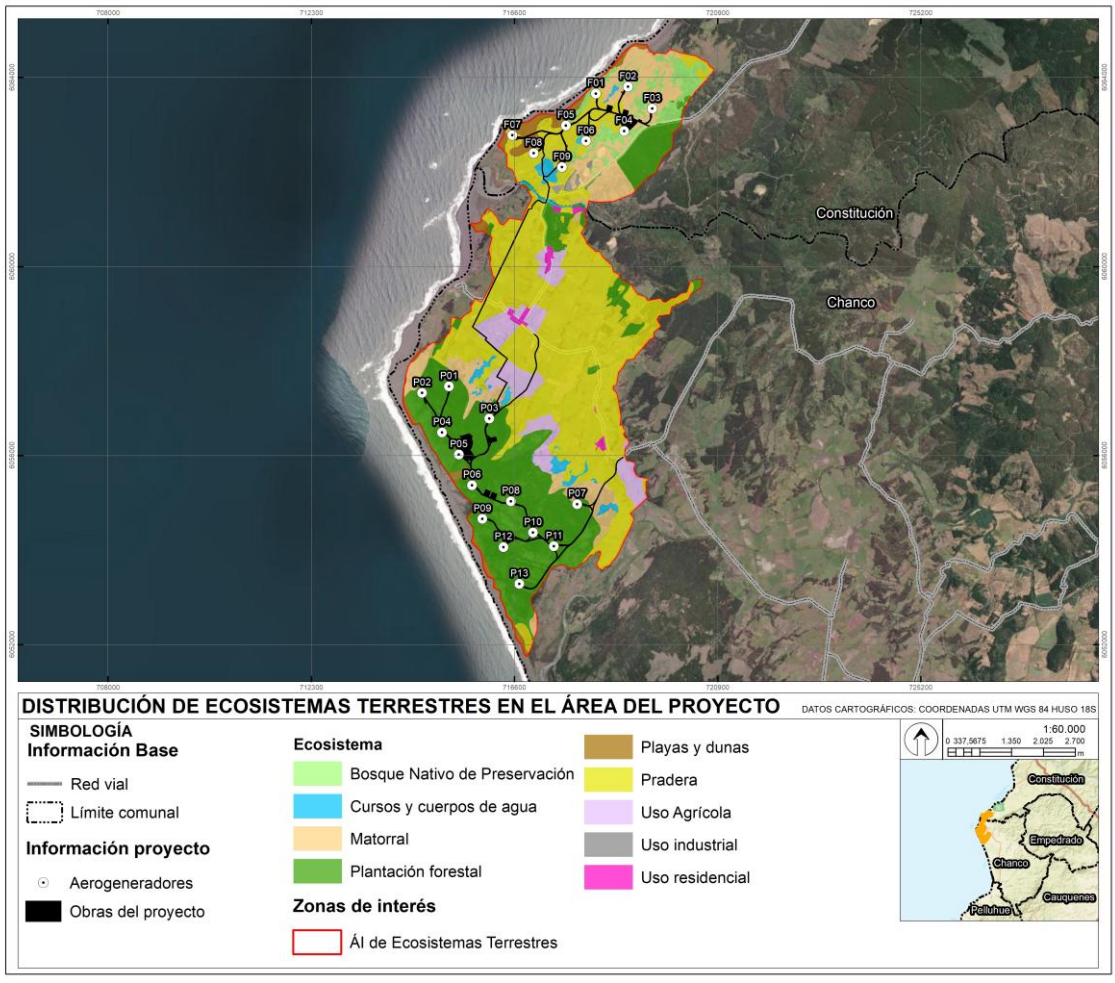
7. **Uso agrícola**: se trata de terrenos de uso agrícola, principalmente dedicados a cultivos anuales de frutilla, avena, papas y maíz. Se emplaza sobre las unidades de suelo UHS-1 y UHS-2, asociados a suelos de clase VIs8, UHS-3 (clase IVs8) y UHS-4 (clase IIs8).

   Dado que se presenta esta actividad antrópica, la única especie identificada en la línea de base de fauna terrestre es el Murciélago orejudo menor (*Histiotus montanus*). No presenta hongos o líquenes.

8. **Uso industrial**: Áreas correspondientes a actividad minera asociada a procesamiento de arenas silíceas. No presentan vegetación, hongos, líquenes o fauna terrestre, debido al grado de intervención y uso antrópico.

9. **Uso residencial**: se presentan dentro de las zonas de uso agrícola, correspondiente a viviendas de uso permanente. No presentan vegetación, hongos, líquenes o fauna terrestre, debido al grado de intervención y uso antrópico.

Figura 6-2. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto



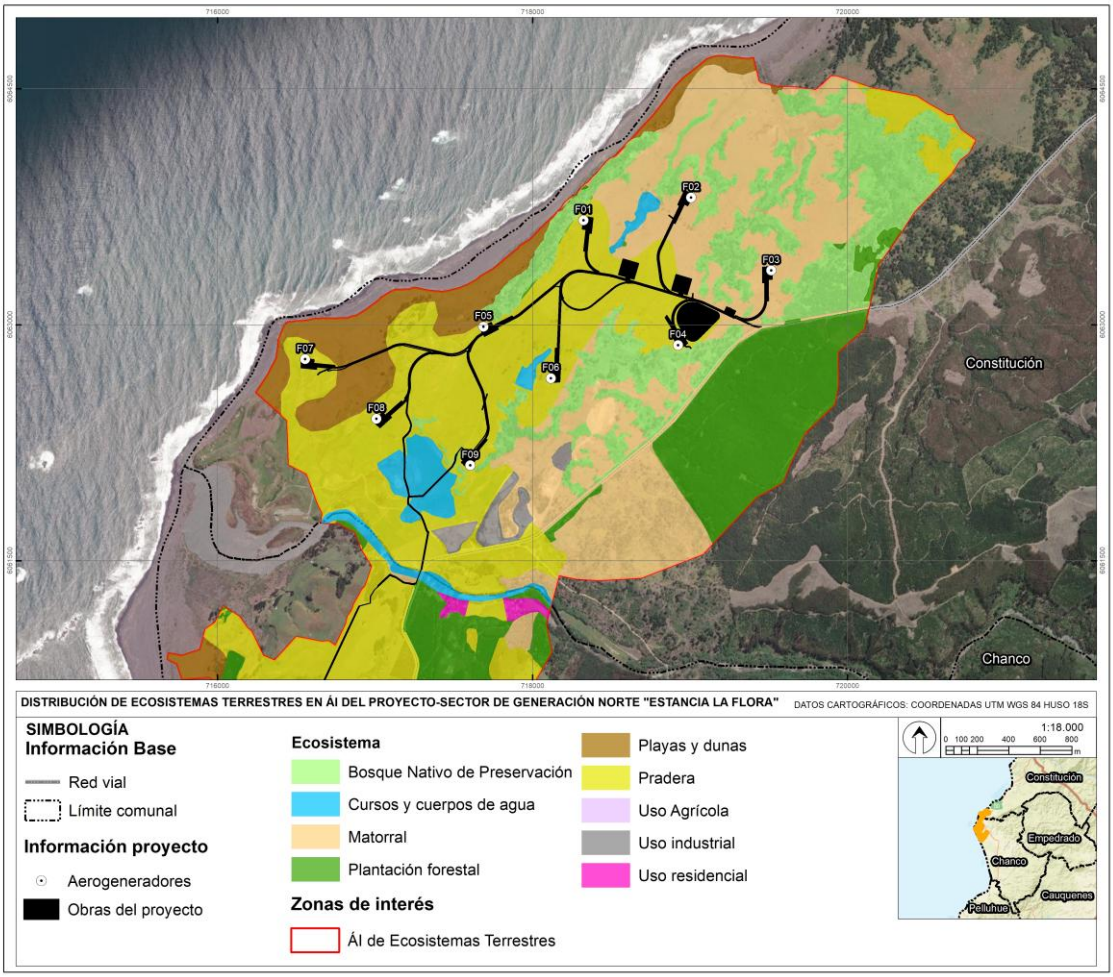
Fuente: Foco Ambiental, 2026.

6.3.1 Ecosistemas en sector de generación norte “Estancia La Flora”

El sector norte del proyecto, Estancia La Flora, consta de obras temporales como un botadero, instalación de faenas y planta de áridos, 9 aerogeneradores, 1 sector de edificios de operación y mantenimiento (O&M) y la red de caminos y línea soterrada de media tensión que les une.

La mayor parte del proyecto se emplaza sobre el ecosistema de Pradera, salvo los aerogeneradores F02 y F03, emplazados sobre el ecosistema de Matorral, entre parches de Bosque Nativo de Preservación.

Figura 6-3. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector de generación norte “Estancia La Flora”



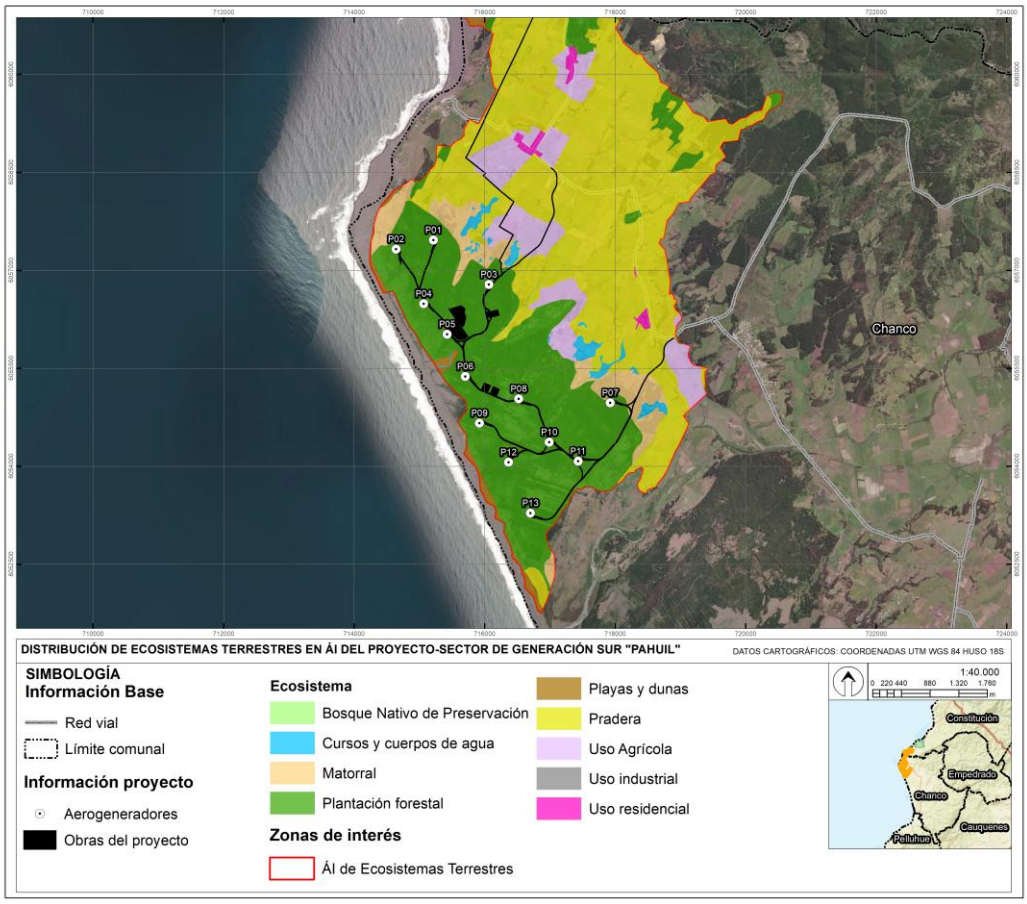
Fuente: Foco Ambiental, 2026.

6.3.2 Ecosistemas en sector de generación sur “Pahuil”

El sector sur del proyecto, Pahuil, consta de obras temporales como dos botaderos, instalación de faenas y planta de áridos, 13 aerogeneradores, 1 sector de edificios de operación y mantenimiento (O&M), subestación eléctrica elevadora y la red de caminos y línea soterrada de media tensión que les une.

La mayor parte del proyecto en este sector se emplaza sobre el ecosistema de Plantación Forestal, salvo el acceso norte de Pahuil, que transcurre sobre ecosistemas de Pradera y Uso Agrícola y el acceso sur de Pahuil, que se desarrolla sobre ecosistemas de Pradera y Matorral.

Figura 6-4. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector de generación sur “Pahuil”



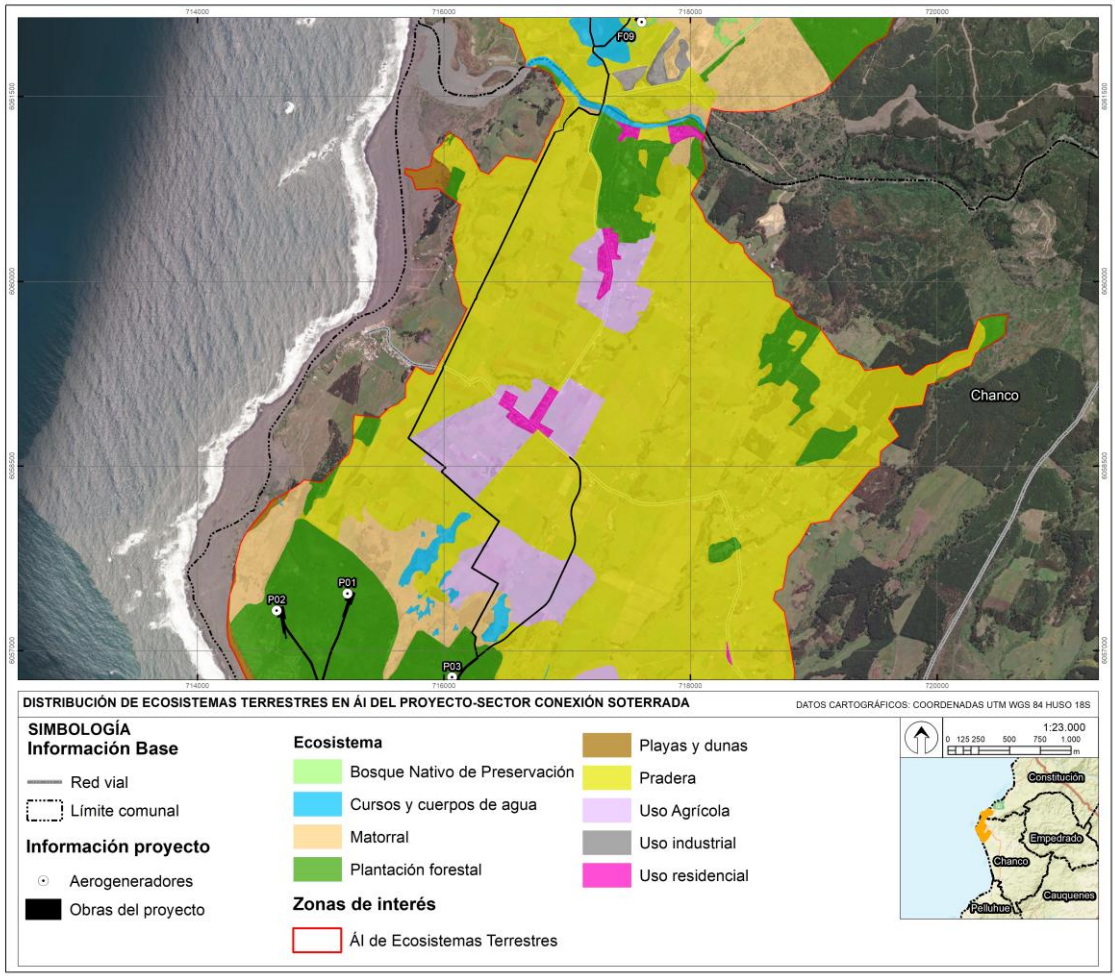
Fuente: Foco Ambiental, 2026.

6.3.3 Ecosistemas en sector conexión soterrada

El sector de la conexión soterrada del proyecto, que une los sectores de generación norte y sur, se conforma por la línea soterrada de media tensión que les une, y caminos paralelos a esta línea, con tramos existentes y caminos proyectados para este proyecto, por lo que se trata de una geometría lineal.

La mayor parte de este sector se emplaza sobre el ecosistema de Pradera, salvo dos tramos que se emplazan sobre Uso Agrícola.

Figura 6-5. Distribución de ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto – Sector conexión soterrada



Fuente: Foco Ambiental, 2026.

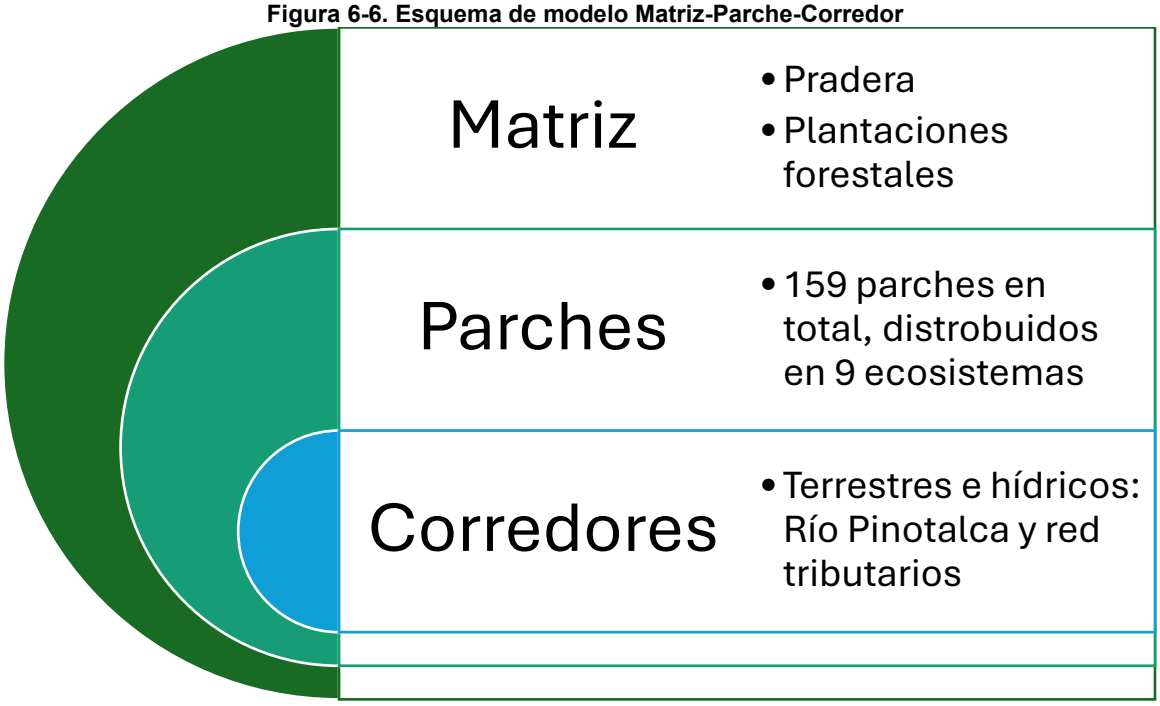
6.4 ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD

El análisis ecosistémico integra la composición biótica y abiótica con la configuración espacial del territorio. El objetivo es determinar la organización de los elementos del paisaje y su resiliencia frente a las obras del Proyecto.

6.4.1 Modelo Conceptual Ecosistémico

El paisaje del Área de Influencia (AI) se estructura bajo un modelo tridimensional de Matriz-Parche-Corredor, caracterizado por los elementos indicados en la siguiente figura:

Figura 6-6. Esquema de modelo Matriz-Parche-Corredor



Fuente: Foco Ambiental, 2026.

6.4.2 Cuantificación de la Estructura Espacial

Para describir la configuración actual, es decir, el escenario sin proyecto, se aplicaron las métricas presentadas de acuerdo con lo presentado en la metodología (sección 5.4 del documento), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6-3. Síntesis de Métricas de Paisaje en el Área de Influencia

Ecosistema	Área total (m²)	Número de parches	Presencia relativa de ecosistemas (%)	Área promedio (m²)	Forma de parche	Vecino más cercano (m)
ECO_TERR	CA	NP	Eco_rel	A_prom	MSI_medio	ENN_medio
Pradera	15.710.005,1	18	42,2%	872.778,1	2,3	142,4
Plantación forestal	11.335.568,2	33	30,5%	343.502,1	2,3	166,9
Matorral esclerófilo y matriz de soporte	4.099.394,9	31	11,0%	132.238,5	2,6	118,5
Uso Agrícola	2.364.404,6	8	6,4%	295.550,6	2,0	154,3
Bosque Nativo de Preservación	1.750.852,0	21	4,7%	83.373,9	3,2	20,9
Playas y dunas	932.367,3	16	2,5%	58.273,0	2,8	134,3
Cursos y cuerpos de agua	754.819,1	23	2,0%	32.818,2	2,5	217,4
Uso industrial	228.916,1	6	0,6%	38.152,7	2,1	477,4
Uso residencial	124.691,9	3	0,3%	41.564,0	1,9	85,6

Fuente: Foco Ambiental, 2026.

6.4.3 Interpretación de Resultados de Paisaje

El procesamiento de métricas de paisaje ha permitido diagnosticar el estado de fragmentación y conectividad ecológica del área de influencia.

6.4.3.1 Composición del Paisaje

De acuerdo con la presencia relativa de ecosistemas, la matriz del paisaje está conformada por la Plantación forestal y las Praderas, las cuales en conjunto ocupan el 72,7% del Área de Influencia (AI).

- **Praderas**: Constituyen el ecosistema más extenso con un 42,20% de presencia relativa (15.710.005,10 m²), presentando además el tamaño de parche promedio más grande del sistema (872.778,10 m²), lo que indica grandes extensiones continuas. Ecológicamente, este ecosistema es el núcleo biótico del área: a pesar de su uso para pastoreo y vegetación de baja altura, registra la mayor riqueza de fauna con 79 especies (41 aves, 28 mamíferos, 9 reptiles y 1 anfibio).
- **Plantación forestal**: Es el segundo ecosistema más abundante (30,50%), fragmentado en 33 parches. Su área promedio es de 343.502,10 m² y su distancia al vecino más cercano (ENN) de 166,90 m. Aunque es una plantación forestal de especies introducidas como *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, actúa como un hábitat de soporte crucial, concentrando la mayor riqueza de especies de hongos y líquenes, además de albergar 56 especies de fauna.

6.4.3.2 Fragmentación y Vulnerabilidad de Ecosistemas Sensibles

El ecosistema con mayor índice de forma es el Bosque Nativo de Preservación, (MSI 3,20), lo que indica contornos sumamente irregulares, sinuosos y expuestos al efecto borde. Representa el 4,7% del territorio, dividido en 21 parches. Sin embargo, su métrica de aislamiento es notablemente baja, puesto que la distancia al vecino más próximo (ENN) es de 20,90 m, por lo que, si bien el bosque está fragmentado, los parches están altamente agrupados en *clústeres*, manteniendo una excelente conectividad estructural que permite sostener una Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) muy alta, lo que se evidencia en la actual presencia de especies vegetacionales bajo la Ley N° 20.283 (que le dan la denominación de Bosque Nativo de Preservación) y 36 especies de fauna.

Otro ecosistema relevante en este aspecto es el de Cursos y cuerpos de agua, que abarca el 2,0% del área de influencia y se encuentra altamente fragmentado en 23 parches de menor tamaño (promedio de 32.818,20 m²), con el mayor aislamiento entre los ecosistemas naturales, con un ENN de 217,40 m. La descripción de terreno confirma un hábitat lótico perturbado, evidenciado en la dominancia de Poales y condiciones eutróficas, aunque mantiene importancia funcional para la zona, puesto que provee de agua a la zona y registra posibles poblaciones de *Samastacus spinifrons* (camarón de río).

Finalmente, las Playas y dunas ocupan el 2,5% del área en 16 parches. Su MSI elevado (2,80) refleja su distribución lineal típica paralela a la costa. A pesar de la falta de desarrollo de suelo, sostienen 15 especies de fauna vertebrada.

6.4.3.3 Ecotonos: Ecosistemas de Transición

Con un 11,0% de presencia relativa, el ecosistema de Matorral es el más fragmentado de los identificados en el área de influencia, con 31 parches y un tamaño promedio de 132.238,50 m². Su configuración corrobora su función descrita como zona de transición ecotonal entre las praderas, la matriz forestal y el bosque de preservación, albergando 24 especies de fauna terrestre.

6.4.3.4 Áreas de Uso Estrictamente Antrópico

Los usos Agrícola, Industrial y Residencial evidencian la intervención geométrica humana, con una cobertura de 6,4%, 0,6% y 0,3% del área de influencia, respectivamente.

Tienen los Índices de Forma (MSI) más bajos del área, entre 1,90 y 2,10, lo que indica alta compacidad, relacionada con la lógica propia de estas actividades humanas, que busca agrupar para optimizar los respectivos usos económicos.

A nivel de biodiversidad, representan "vacíos bióticos", en cuanto a que tanto los usos industrial y residencial carecen de registros de flora y vegetación, hongos y líquenes y fauna, mientras que el uso agrícola solo reporta la presencia de una especie voladora tolerante, el murciélago *Histiotus montanus*. El uso industrial destaca por ser el componente más aislado del paisaje, con un ENN de 477,40 m.

6.5 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SSEE)

A partir de la integración de las líneas de base bióticas, los resultados de conectividad espacial y el componente de Medio Humano, se identifican los siguientes servicios críticos. La capacidad de estos ecosistemas para mantener el flujo de beneficios se analiza bajo el prisma de su resiliencia estructural.

6.5.1 Matriz de Interdependencia Socio-Ecológica

La siguiente matriz resume los servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia del proyecto, indicando además el vínculo directo entre las unidades ecosistémicas y los beneficiarios locales.

Tabla 6-4. Matriz de interdependencia socio-ecológica

Sección	División	Grupo	Clase	Código V5.2.	Descriptor simple	Zona de provisión/Unidad Proveedora	Zona de beneficio/Grupo Humano Interesado (GHI)
Provisión	Biomasa	Plantas terrestres cultivadas para nutrición, materiales o energía	Plantas terrestres (incluyendo fungi, algas) cultivadas con fines nutricionales	1.1.1.1	Recolección Estacional de Hongos Silvestres	Plantación forestal	Recolectores rurales de Chanco y Constitución.
					Cultivos agrícolas variados	Uso agrícola	Agricultores locales de Pahuil.
	Agua	Agua subterránea destinada a nutrición, materiales o energía	Agua subterránea para beber	4.1.2.1	Suministro de agua	Cursos y cuerpos de agua	Población rural de Pahuil y Estancia La Flora.
Regulación y Mantenimiento	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento del ciclo de vida, protección del hábitat y del acervo genético	Mantener o regular poblaciones y hábitats de crías o zonas de cría (Incluye protección del acervo genético)	2.3.2.3	Soporte de ciclos de vida, hábitat y protección de acervo genético	Praderas Bosque Nativo de Preservación Plantación forestal Cursos y cuerpos de agua	Habitantes Turistas Comunidad científica
			Mantenimiento o regulación de los hábitats del refugio	2.3.2.4			
		Regulación de la calidad del suelo	Mantenimiento de la estructura del suelo por agentes biológicos y procesos ecológicos	2.3.4.3	Regulación de la calidad del suelo	Bosque Nativo de Preservación	Propietarios de predios con riesgo de erosión.
Cultural	Interacciones físicas y experienciales con el entorno natural	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental, es decir, actividades recreativas en general	Elementos de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones activas o inmersivas	3.1.1.1	Recreación	Cursos y cuerpos de agua Playas y dunas	Habitantes Pescadores locales (Loanco, Pinotalca) Turistas
	Interacciones intelectuales y representativas con el entorno natural	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno	Elementos de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas	3.2.1.4			

Fuente: Foco Ambiental, 2026, en base a CICES v 5.2

6.5.2 Análisis de Vulnerabilidad y Resiliencia por Servicio

A continuación, se presenta el análisis de vulnerabilidad y resiliencia de cada servicio ecosistémico, agrupado por Sección.

6.5.2.1 Provisión

6.5.2.1.1 Recolección Estacional de Hongos Silvestres

Este servicio corresponde a la recolección de hongos silvestres que crecen en el ecosistema de Plantaciones Forestales y que se realiza específicamente en el Fundo Dunas de Chanco, y se identifica como una de las interacciones tradicionales y productivas entre los grupos humanos y los recursos naturales del territorio. Si bien esta zona será intervenida por el emplazamiento de aerogeneradores, la superficie de actividades y obras del proyecto será acotada, lo que, en conjunto con la extensión y forma de parche del ecosistema de plantación forestal, la resiliencia de éste se considera alta.

Por lo tanto, el Proyecto no genera alteraciones significativas que afecten la provisión ni el acceso a los servicios ecosistémicos que sustentan esta recolección estacional.

6.5.2.1.2 Cultivos agrícolas variados

La agricultura en el área se desarrolla a una escala pequeña, orientada principalmente al autoabastecimiento, consumo interno y apoyo forrajero para la alimentación de los animales. Destaca la producción de cultivos como papas para el consumo humano, avena para forraje, y fardos de pasto natural y avena.

6.5.2.1.3 Suministro de Agua

El ecosistema de Cursos y cuerpos de agua presenta vulnerabilidad ante el riesgo de fragmentación, debido a que se presentan variados parches de tamaño medio cercano a los 3,2 ha, y con el mayor grado de aislamiento entre éstos, por lo que además presentan baja conectividad entre sí. La resiliencia de este ecosistema se considera baja.

Cabe considerar que, con respecto al proyecto en evaluación, la estabilidad de este servicio depende de que los 20 puntos de cruce no alteren el flujo de agua superficial, ya que podrían tener efectos sobre las napas subterráneas.

6.5.2.2 Regulación y Mantenimiento

6.5.2.2.1 Soporte de ciclos de vida, hábitat y protección de acervo genético

Este servicio se presenta en cuatro ecosistemas con distintos tipos de hábitat: Praderas, Plantación forestal, Bosque Nativo de Preservación, Cursos y cuerpos de agua. El entorno natural del área de influencia mantiene relaciones funcionales entre los componentes del territorio que permiten el desarrollo de la biodiversidad. El análisis ecosistémico reconoce esta interdependencia socio-ecológica.

Los ecosistemas de praderas y plantación forestal destacan por su presencia y baja fragmentación en el área de influencia, por lo que se consideran de alta resiliencia, en tanto el bosque nativo de preservación y los cursos y cuerpos de agua se consideran de baja resiliencia.

Como se ha señalado en las secciones anteriores, el diseño del proyecto busca evitar efectos sobre el riesgo de fragmentación de estos ecosistemas, por lo que este servicio ecosistémico no se verá afectado.

6.5.2.2.2 Regulación de la calidad del suelo

Este servicio, provisto por el Bosque Nativo de Preservación, tiene relación con la función protectora de este tipo de unidades, por lo que su mantenimiento es vital para sostener las Unidades Homogéneas de Suelo. Si bien se presenta fragmentado en 21 parches, éstos se encuentran agrupados con alta conectividad entre sí, siendo este el factor en el que se basa mayormente su resiliencia, la cual se estima baja.

Puesto que el proyecto no intervendrá en las distancias que separan a los parches de bosque nativo, este podrá mantener su conectividad, y por tanto, el ecosistema no se verá expuesto a una mayor fragmentación por parte del proyecto.

6.5.2.3 Cultural

6.5.2.3.1 Recreación

Se vincula directamente con el uso turístico del entorno natural y la percepción paisajística. Se identifican atractivos turísticos asociados al valor escénico del paisaje rural y costero, especialmente en el río Pinotalca (ecosistema de Cursos y cuerpos de agua), caleta Loanco y en Faro Carranza (ecosistema de Playas y dunas).

En las secciones anteriores se ha señalado que el proyecto no fomentará la fragmentación de los Cursos y cuerpos de agua, y en específico, el río Pinotalca no será intervenido de forma alguna por el proyecto, por lo que el servicio ecosistémico asociado a este río no sería afectado. Esto, puesto que el Proyecto presenta interacciones de manera acotada y temporal (como la alteración de la percepción derivada de aerogeneradores), pero no afecta significativamente el acceso a los servicios recreativos del territorio, por ejemplo, la pesca en la Caleta Loanco o festividades como el "Cordero al Faro", resguardando de este modo la percepción de un entorno ambientalmente sano, manteniendo por tanto la cohesión social que resulta de este servicio ecosistémico.

7 CONCLUSIONES

El análisis revela un paisaje altamente antropizado, donde la matriz dominante es de carácter silvoagropecuario, desplazando a los ecosistemas naturales a parches reducidos, fragmentados y con distintos grados de aislamiento.

Las métricas presentadas revelan un paisaje donde el Bosque Nativo de Preservación, pese a su restringida área (4,70%), mantiene una conectividad espacial crítica (20,90 m entre parches). Asimismo, las Praderas operan como el soporte biológico principal de la fauna silvestre del territorio (79 especies), así como matriz de los ecosistemas definidos en el área de influencia.

A partir de la información recopilada por las líneas de base de suelo, hidrología, flora y vegetación, hongos y líquenes, fauna terrestre e invertebrada y ecosistemas acuáticos continentales, se han analizado el estado, configuración y resiliencia de los ecosistemas terrestres frente al Proyecto:

En el área de influencia se identificaron 9 unidades ecosistémicas, cuyas características y métricas más relevantes son:

- Matriz de soporte/Matriz dominante: se conforma por dos ecosistemas: praderas y plantaciones forestales. Las Praderas son el ecosistema más extenso (42,2% del AI; parches promedio de 87,2 ha). Pese a su uso para pastoreo, concentra la mayor riqueza faunística (79 especies). Le sigue el ecosistema de Plantación Forestal, segundo ecosistema de mayor abundancia (30,5% del AI). Funciona como hábitat de soporte albergando 56 especies de fauna y la mayor riqueza de hongos y líquenes.
- Ecosistemas de Alto Valor Ecológico: se encuentran el Bosque nativo de Preservación u los Cursos y cuerpos de agua. El Bosque Nativo de Preservación alberga especies protegidas (Ley N° 20.283) y 36 especies de fauna. Presenta una Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) muy alta, en tanto los Cursos y cuerpos de agua se caracterizan como ecosistemas lóticos que, aunque perturbados, son vitales para el suministro hídrico local y alberga especies de interés como el camarón de río.
- Zonas de Transición y Bordes: el ecosistema de Matorral es ecotonal, el más fragmentado del área de influencia (31 parches), y sirve de transición entre praderas, plantaciones y bosque nativo. Por otra parte, las Playas y dunas presentan escaso desarrollo de suelo, pero que sostiene a 15 especies vertebradas registradas en terreno.
- Vacíos Bióticos (Antrópicos): Los usos Agrícola, Industrial y Residencial presentan geometrías compactas (bajos índices MSI) y carecen de flora y fauna nativa relevante, optimizando sus usos productivos/habitacionales.

En cuanto a fragmentación y conectividad, el análisis del modelo espacial Matriz-Parche-Corredor revela escenarios dispares en la resiliencia estructural de las unidades:

- Bosque Nativo de Preservación: aunque presenta una forma altamente irregular y sinuosa (MSI de 3,2, propenso al efecto borde), su riesgo de pérdida de conectividad es bajo, dado que sus parches están agrupados, con distancias al vecino más cercano (ENN) de 20,9 m. El proyecto intervendrá estas distancias en dos sectores acotados y bien definidos,

asociados a los aerogeneradores F02 y F03, emplazados en sectores de matorral entre parches de bosque nativo de preservación, por lo que se espera que su conectividad estructural se mantenga.

- Cursos y Cuerpos de Agua: Es el ecosistema natural más vulnerable y aislado (ENN de 217,4 m), y con alta fragmentación. El mantenimiento de su conectividad y dinámica lótica dependerá estrictamente de que las obras del proyecto, especialmente en los 20 puntos de cruce con la red hidrológica, no alteren el flujo superficial.

En términos generales, el Proyecto se emplaza mayormente sobre la matriz de praderas y plantaciones, evitando generar nuevas barreras en los ecosistemas sensibles.

Con respecto a servicios ecosistémicos y su resiliencia ante el Proyecto, se identificaron interdependencias socio-ecológicas críticas, cuya resiliencia frente a las obras del proyecto se resume a continuación:

- Servicios de Provisión:
    - Recolección de Hongos Silvestres: Presente en ecosistema de Plantación forestal. Presenta alta resiliencia dada la extensión de las plantaciones. Las obras del proyecto serán acotadas y no afectarán significativamente el acceso ni la provisión de este recurso para los recolectores de Chanco y Constitución.
    - Suministro de Agua: Presente en ecosistema de Cursos y cuerpos de agua. Presenta baja resiliencia debido a su alta fragmentación natural. Su estabilidad depende directamente del correcto diseño y ejecución de los cruces de infraestructura para no afectar los flujos.
- Servicios de Regulación y Mantenimiento:
    - Soporte de ciclos de vida, hábitat y protección de acervo genético: La resiliencia varía de alta (praderas/plantaciones forestales) a baja (Bosque Nativo de Preservación y agua). Sin embargo, el diseño del proyecto evita la intervención que fragmente estos clústeres ecológicos, por lo que este servicio no se verá mermado.
    - Regulación de calidad del suelo: Presente en ecosistema de Bosque Nativo. De baja resiliencia intrínseca, pero protegido preventivamente. Al no aumentar el proyecto las distancias entre parches (aislamiento), se preservará la función protectora del suelo (evitando la erosión).
- Servicios Culturales:
    - Recreación: Abarca usos turísticos, paisajísticos y tradicionales (Río Pinotalca, Caleta Loanco, Faro Carranza). El proyecto generará interacciones acotadas y temporales (como efectos visuales), pero no interrumpirá estructuralmente el acceso ni el desarrollo de actividades recreativas o identitarias, manteniendo la cohesión social vinculada al entorno.

8 BIBLIOGRAFÍA

- CONAF. (2011). Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal.
- Forman, R. T., & Godron, M. (1986). Landscape ecology. John Wiley & Sons.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2012). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES, Version 4.1). European Environment Agency.
- Haines-Young, R., & Potschin-Young, M. (2018). CICES V5.1: Guidance on the application of the revised Common International Classification of Ecosystem Services. Fabis Consulting Ltd.
- Hamed, T. A., & Alshare, A. (2022). Environmental Impact of Solar and Wind energy-A Review. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 10(2), 1-23.
- IIPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (2ª ed.). Editorial Universitaria.
- Martínez Tilleria, K., Pliscoff, P., & Luebert, F. (2017). A framework for the classification of Chilean terrestrial ecosystems as a tool for achieving global conservation targets. Biodiversity and Conservation, 26(9), 1–18. (doi.org in Bing).
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). Ecosystems and human well-being: A framework for assessment. Island Press.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021). Atlas de Riesgo Climático para Chile (ARClim). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 y Centro de Cambio Global UC.
- Ministerio del Medio Ambiente (2022). Ley N° 21.455: Ley Marco de Cambio Climático. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2022) Aprueba Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Fardela blanca (*Ardenna creatopus*). Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Inventario nacional de humedales de Chile. Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente (2026) Aprueba Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de las Ranitas de Darwin (*Rhinoderma darwinii* y *R. rufum*). Diario Oficial de la República de Chile.

- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). Fundamentals of ecology (5th ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (2023). Guía metodológica para considerar el cambio climático en el SEIA. Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2024). Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA.
- SIMBIO. Ecosistema terrestre “Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica - Azara integrifolia*”. https://simbio.mma.gob.cl/Ecosistemas/Details/45 Consultado por última vez el 25 de mayo de 2026.
- Smith-Ramírez, C., Grez, A., Galleguillos, M., Cerda, C., Ocampo-Melgar, A., Miranda, M. D., & Vita, A. (2023). Ecosystem services of Chilean sclerophyllous forests and shrublands on the verge of collapse: A review. Journal of Arid Environments, 211, 104927.
- Uuemaa, E., Mander, Ü., & Marja, R. (2013). Trends in the use of landscape metrics as indicators of biodiversity: A review. Ecological Indicators, 28, 92–106.

APÉNDICE 3.21.1. CARTOGRAFÍA DIGITAL

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

APÉNDICE 3.21.2. SECCIONES, DIVISIONES, GRUPOS Y CLASES CICES V 5.2.

(traducción Foco Ambiental)

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

Servicios ecosistémicos CICES v.5.2 – Filtro "Servicios ecosistémicos"

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
Provisión (Biótica/Biofísica)	Material genético de toda la biota (incluyendo producción de semillas, esporas o gametos)	Material genético de animales	Material animal recogido con el fin de mantener o establecer una población	1.2.2.1
			Animales salvajes (organismos enteros) utilizados para criar nuevas cepas o variedades	1.2.2.2
		Material genético de organismos	Genes individuales extraídos de organismos para el diseño y construcción de nuevas entidades biológicas	1.2.2.3
	Otros tipos de servicio de provisión a partir de fuentes bióticas	Otros	Otros	1.3.X.X
Regulación y Mantenimiento (Biótico/Biofísico)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos en los ecosistemas	Reducción de las cargas de nutrientes y mediación de residuos o sustancias tóxicas de origen antropogénico mediante procesos vivos	Biorremediación por microorganismos, algas, plantas y animales	2.1.1.1
			Filtración/secuestro/almacenamiento/acumulación por microorganismos, algas, plantas y animales	2.1.1.2
		Mediación de molestias de origen antropogénico	Reducción de olores	2.1.2.1
			Atenuación de ruido	2.1.2.2
			Cribado/tamizaje/apantallamiento visual	2.1.2.3
	Regulación de los flujos base y eventos extremos	Control de la erosión	Control de las tasas de erosión hídrica	2.2.1.1
			Control de las tasas de erosión eólica	2.2.1.2
		Ciclo hidrológico y regulación del flujo de agua	Escorrentía de regulación y caudales base	2.2.2.1
			Regulación de los caudales máximos	2.2.2.2
		Mitigación de riesgos	Amortiguamiento y atenuación del movimiento masivo	2.2.3.1
			Mitigación de oleadas de oleadas y oleadas de inundación	2.2.3.2
			Protección contra el viento	2.2.3.3
			Protección contra incendios	2.2.3.4
	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento del ciclo de vida, protección del hábitat y del pool/acervo genético	Polinización (o dispersión de 'gametos' en un contexto marino)	2.3.2.1
			Dispersión de semillas	2.3.2.2
			Mantener o regular poblaciones y hábitats de crías o zonas de cría (Incluye protección del pool/acervo genético)	2.3.2.3
			Mantenimiento o regulación de los hábitats del refugio	2.3.2.4
			Mantenimiento o regulación de las zonas de alimentación	2.3.2.5
		Control de plagas y enfermedades	Control de plagas (incluyendo especies invasoras)	2.3.3.1
			Control de enfermedades	2.3.3.2
		Regulación de la calidad del suelo	Procesos de meteorización mediados biológicamente y su efecto en la calidad del suelo	2.3.4.1
			Procesos de descomposición y fijación y su efecto en la calidad del suelo	2.3.4.2
			Mantenimiento de la estructura del suelo por agentes biológicos y procesos ecológicos	2.3.4.3
		Condiciones del agua	Regulación de la condición química de los macronutrientes en las aguas dulces por procesos vivos	2.3.5.1
			Regulación de la condición química de los macronutrientes en aguas saladas por procesos vivos,	2.3.5.2
		Composición y condiciones atmosféricas	Regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos, y el mantenimiento de los patrones de circulación atmosférica/oceánica continental	2.3.6.1
			Regulación de la temperatura y la humedad, incluyendo ventilación y transpiración a escala local	2.3.6.2
	Otros tipos de regulación y mantenimiento mediante procesos vivos	Otros	Otros	2.4.X.X
Cultural (Biótico/Biofísico)	Interacciones físicas y experienciales con el entorno natural	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental, es decir, actividades recreativas en general	Elementos de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones activas o inmersivas	3.1.1.1
			Elementos de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones pasivas u observacionales	3.1.1.2

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
	Interacciones intelectuales y representativas con el entorno natural	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno	Elementos de los sistemas vivos que permiten la investigación científica o la creación de conocimientos ecológicos tradicionales, incluyendo la importancia de la diversidad genética entre especies y dentro de las especies	3.2.1.1
			Elementos de los sistemas vivos que permiten la educación y la formación, incluyendo la importancia de la diversidad genética entre especies y dentro de ellas	3.2.1.2
			Elementos de los sistemas vivos que resuenan en términos de cultura o herencia	3.2.1.3
			Elementos de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas	3.2.1.4
		Interacciones indirectas con sistemas vivos	Elementos de los sistemas vivos utilizados para el entretenimiento o la representación fuera del entorno en cuestión	3.3.1.1
	Interacciones espirituales, simbólicas y otras culturales con el entorno natural	Elementos de los sistemas vivos que se aprecian indirectamente y tienen significado para las personas sin su presencia en el entorno ambiental.	Elementos de los sistemas vivos que tienen significado simbólico capturan la singularidad de los escenarios o su sentido de lugar	3.4.1.1
			Elementos de los sistemas vivos que tienen significado espiritual o religioso	3.4.1.2
		Otras características biofísicas de especies o ecosistemas que las personas aprecian por sí mismas	Elementos o características de sistemas vivos cuya existencia contemporánea o conservación es importante para las personas, incluyendo la importancia de la diversidad genética entre especies y dentro de ellas.	3.4.2.1
			Elementos o características de los sistemas vivos cuya existencia o conservación intergeneracional es importante para las personas, incluyendo la importancia de la diversidad genética entre especies y dentro de las especies	3.4.2.2
	Otras características de los sistemas vivos que tienen significado cultural	Otros	Otros	3.5.X.X

Fuente: Foco Ambiental, 2026., traducción directa desde CICES v 5.2.

Servicios ecosistémicos CICES v.5.2 – Filtro "Servicios ecosistémicos biofísicos"

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
Provisión (Biótico/Biofísico)	Biomasa	Plantas terrestres cultivadas para nutrición, materiales o energía	Plantas terrestres cultivadas (incluyendo hongos, algas) cultivadas con fines nutricionales	1.1.1.1
			Fibras y otros materiales procedentes de plantas, hongos, algas y bacterias cultivados para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.1.2
			Plantas cultivadas (incluyendo hongos, algas) cultivadas como fuente de energía	1.1.1.3
			Plantas cultivadas por acuicultura in situ con fines nutricionales	1.1.2.1
			Plantas cultivadas para fibras y otros materiales mediante acuacultura in situ para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.2.2
			Plantas cultivadas por acuicultura in situ como fuente de energía	1.1.2.3
		Animales criados para nutrición, materiales o energía	Animales criados con fines nutricionales	1.1.3.1
			Fibras y otros materiales de animales criados para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.3.2
			Animales criados para proporcionar energía (incluida la mecánica)	1.1.3.3
		Animales acuáticos criados para nutrición, materiales o energía	Animales criados por acuicultura in situ con fines nutricionales	1.1.4.1
			Fibras y otros materiales procedentes de animales cultivados por acuicultura in situ para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.4.2
			Animales criados mediante acuicultura in situ como fuente de energía	1.1.4.3
			Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluyendo hongos y algas) utilizadas para la nutrición	1.1.5.1

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
		Plantas silvestres (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.5.2
			Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluyendo hongos, algas) utilizadas como fuente de energía	1.1.5.3
			Animales salvajes (terrestres y acuáticos) utilizados con fines nutricionales	1.1.6.1
			Fibras y otros materiales de animales salvajes para uso directo o procesamiento (excluyendo materiales genéticos)	1.1.6.2
			Animales salvajes (terrestres y acuáticos) usados como fuente de energía	1.1.6.3
	Material genético de toda la biota (incluyendo producción de semillas, esporas o gametos)	Material genético de plantas, algas u hongosor fungi	Semillas, esporas y otros materiales vegetales recogidos para mantener o establecer una población	1.2.1.1
			Plantas superiores e inferiores (organismos enteros) utilizadas para criar nuevas cepas o variedades	1.2.1.2
			Genes individuales extraídos de plantas superiores e inferiores para el diseño y construcción de nuevas entidades biológicas	1.2.1.3

Fuente: Foco Ambiental, 2026., traducción directa desde CICES v 5.2.

Servicios ecosistémicos CICES v.5.2 – Filtro "productos geofísicos"

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
Provisión (Abiótica/Geofísica)	Agua	Agua superficial utilizada para nutrición, materiales o energía	Agua superficial para beber	4.1.1.1
			Agua superficial utilizada como material (no para beber)	4.1.1.2
			Agua superficial de agua dulce utilizada como fuente de energía	4.1.1.3
			Agua costera y marina utilizada como fuente de energía	4.1.1.4
		Agua subterránea para beber	Agua subterránea para beber	4.1.2.1
			Agua subterránea (y subsuelo) utilizada como material (no para beber)	4.1.2.2
			Agua subterránea (y subsuelo) utilizada como fuente de energía; Regulación de la calefacción y refrigeración.	4.1.2.3
		Otras salidas acuáticas de ecosistemas	Otra	4.1.X.X
	Salidas de ecosistemas abióticos naturales no acuosos	Sustancias minerales utilizadas para nutrición, materiales o energía	Sustancias minerales utilizadas con fines nutricionales	4.2.1.1
			Sustancias minerales utilizadas con fines materiales, incluyendo soporte geofísico (cimientos).	4.2.1.2
			Sustancias minerales utilizadas como fuente de energía	4.2.1.3
		Sustancias no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas para nutrición, materiales o energía	Sustancias no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas con fines nutricionales	4.2.2.1
			Sustancias no minerales utilizadas para materiales	4.2.2.2
			Energía eólica	4.2.2.3
			Energía solar	4.2.2.4
			Geotermia de la tierra o energía solar almacenada	4.2.2.5
		Otras sustancias minerales o no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas para nutrición, materiales o energía	Otra	4.2.X.X
Regulación y mantenimiento (Abiótica/Geofísica)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos en los ecosistemas	Mediación de residuos, tóxicos y otras molestias por procesos no vivos	Dilución o transporte de residuos por ecosistemas de agua dulce y marinas	5.1.1.1
			Dilución o transporte de residuos por atmósfera	5.1.1.2

Sección	División	Grupo	Clase	Código v 5.2.
			Mediación de residuos por otros medios químicos o físicos (por ejemplo, mediante filtración, secuestro, almacenamiento o acumulación)	5.1.1.3
			Estructuras y depósitos geológicos para el almacenamiento de residuos antropogénicos	5.1.1.4
		Mediación de molestias de origen antropogénico	Mediación de molestias por estructuras o procesos abióticos	5.1.2.1
	Regulación y mantenimiento de la geofísica	Regulación de los flujos base y eventos extremos	Regulación abiótica de los flujos de masa	5.2.1.1
			Regulación abiótica de flujos líquidos	5.2.1.2
			Regulación abiótica de flujos gaseosos	5.2.1.3
		Mantenimiento de condiciones físicas, químicas y abióticas	Mantenimiento y regulación mediante procesos inorgánicos, naturales, químicos y físicos de aguas dulces o saladas	5.2.2.1
			Mantenimiento y regulación por procesos inorgánicos, naturales, químicos y físicos de la atmósfera	5.2.2.2
	Otro tipo de regulación y servicio de mantenimiento mediante procesos abióticos	Otra	Otra	5.3.X.X
Cultural (Abiótico/Geofísico)	Interacciones físicas y experienciales con el entorno biofísico	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas geofísicos que dependen de la presencia en el entorno	Características de los sistemas geofísicos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones activas o inmersivas	6.1.1.1
			Características de los sistemas geofísicos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones pasivas u observacionales	6.1.1.2
	Interacciones intelectuales y representativas con el entorno geofísico	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas geofísicos que dependen de la presencia en el entorno	Elementos de sistemas geofísicos que permiten la investigación científica o la creación de conocimientos ecológicos tradicionales	6.2.1.1
			Elementos de los sistemas geofísicos que permiten la educación y la formación	6.2.1.2
			Elementos de sistemas geofísicos que resuenan en términos de cultura o patrimonio	6.2.1.3
			Elementos de los sistemas geofísicos que permiten experiencias estéticas	6.2.1.4
		Interacciones indirectas con sistemas geofísicos	Elementos de sistemas geofísicos utilizados para entretenimiento o representación fuera del entorno en cuestión	6.3.1.1
	Interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo con el entorno geofísico	Elementos de sistemas geofísicos que son indirectamente apreciados y tienen importancia para las personas sin su presencia en el entorno ambiental.	Elementos de sistemas geofísicos que tienen significado simbólico	6.4.1.1
			Elementos de sistemas geofísicos que tienen significado sagrado o religioso	6.4.1.2
		Otros elementos biofísicos de especies o ecosistemas que son apreciados por las personas por sí mismos	Elementos o características de sistemas geofísicos cuya existencia contemporánea o conservación es importante para las personas	6.4.2.1
			Elementos o características de sistemas geofísicos cuya existencia o conservación intergeneracional es importante para las personas.	6.4.2.2
	Otras características de los sistemas vivos que tienen significado cultural	Otra	Otra	6.5.X.X

Fuente: Foco Ambiental, 2026., traducción directa desde CICES v 5.2.