

REPÚBLICA DE CHILE
SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN EJECUTIVA

SE PRONUNCIA SOBRE LA OBSERVANCIA
DE LA GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y
EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE
ECOSISTEMAS TERRESTRES

RESOLUCIÓN EXENTA

SANTIAGO.

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, “Ley N°19.300”); en el Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, “Reglamento del SEIA”); en el Decreto con Fuerza de Ley N°1/19.653, que Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N°18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la Ley N°19.880, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en el Decreto N°40, de fecha 06 de abril de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra Directora Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental; el Oficio Ordinario N° 202499102679, de fecha 30 de julio 2024, de la Directora Ejecutiva del SEA, que deja sin efecto y complementa instrucciones sobre la aplicabilidad de las guías y criterios de evaluación publicados por la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental y en la Resolución N°36 del 23 de diciembre del año 2024 de la Contraloría General de la República, que Fija Normas sobre Exención del Trámite de Toma de Razón.

CONSIDERANDO:

1. Que, la letra d) del artículo 81 de la Ley N°19.300 establece que corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental “*uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite*”.
2. Que, el inciso 2° del artículo 4° del Reglamento del SEIA, dispone que el “*Servicio podrá, de conformidad a lo señalado en el artículo 81 letra d) de la Ley, uniformar los criterios o exigencias técnicas asociadas a los efectos, características o circunstancias contempladas en el artículo 11 de la Ley, los que deberán ser observados para los efectos del presente Título*” (Título II del Reglamento del SEIA).
3. Que, en el ejercicio de las facultades precedentemente señaladas, el Servicio ha elaborado la “**Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres**” (primera edición, 2025).

Esta guía forma parte del conjunto de publicaciones destinadas a abordar los ecosistemas terrestres en el marco del SEIA complementando las existentes “Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres” y “Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres”.



Documento Digital N°: 202599101674 – Fecha: 01/08/2025

Para validar las firmas de este documento usted debe ingresar a la siguiente url

<http://validador.sea.gob.cl/validar/D38229D5-B4C8-410B-B4DA-21A88661429A>

El objetivo de esta publicación es entregar a los usuarios criterios técnicos para la evaluación de impactos sobre los diferentes componentes que integran los ecosistemas terrestres, facilitando la determinación de la significancia de estos. Además, entrega criterios para la correcta presentación de medidas de mitigación, reparación y compensación para abordar estos impactos, así como lineamientos y consideraciones para la elaboración de los respectivos planes de seguimiento.

La guía establece que, para evaluar los impactos sobre los objetos de protección de los ecosistemas terrestres, se deben considerar criterios generales como: la cantidad y calidad, la resiliencia del objeto de protección, los recursos únicos, escasos y representativos y el valor ambiental del territorio; así como también criterios específicos como magnitud, duración y extensión del impacto; la afectación de la biodiversidad; los servicios ecosistémicos; la influencia del cambio climático; y la normativa ambiental aplicable. Al momento de proponer medidas se debe seguir el criterio de jerarquía, coherencia con el impacto, atender al mismo nivel de organización biológica y contar con metas específicas y medibles.

4. Que, de acuerdo a lo señalado en el Oficio Ordinario N° 202499102679, de fecha 30 de julio 2024, de la Directora Ejecutiva del SEA, que deja sin efecto y complementa instrucciones sobre la aplicabilidad de las guías y criterios de evaluación publicados por la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental, *“Los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental, que sean unificados por el Servicio en guías y criterios de evaluación, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 81 letra d) de la Ley N° 19.300, se entenderán vigentes, en adelante, desde la fecha de publicación de un extracto en el Diario Oficial de la respectiva resolución exenta que tiene presente su observancia o del respectivo oficio, según corresponda. Lo anterior no obsta a que el servicio pueda publicar de manera preliminar dichos documentos en su sitio web.”*

RESUELVO:

1. **Tener presente** la observancia del documento singularizado en el Considerando N°3 de la presente resolución.
2. **Establecer que dicho documento se entenderá vigente desde la fecha de publicación del extracto de la presente resolución exenta en el Diario Oficial**, debiendo observarse su contenido de acuerdo con lo establecido en la letra d) del artículo 81 de la Ley N°19.300 y en el Decreto Supremo N°40, de 2012, Reglamento del SEIA, del Ministerio del Medio Ambiente.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE UN EXTRACTO DE LA PRESENTE

RESOLUCIÓN EN EL DIARIO OFICIAL Y ARCHÍVESE

**VALENTINA DURÁN MEDINA
DIRECTORA EJECUTIVA
SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

JCMF/TSN/MCM/LGM/SHD/MMD/ozr

Distribución:

- Direcciones Regionales, Servicio de Evaluación Ambiental
- División Jurídica, Servicio de Evaluación Ambiental.
- División de Evaluación y Participación Ciudadana, Servicio de Evaluación Ambiental.
- Coordinación Regional, Servicio de Evaluación Ambiental.
- División de Tecnologías y Gestión de la Información, Servicio de Evaluación Ambiental.
- Departamento de Auditoría Interna, Servicio de Evaluación Ambiental.
- Departamento de Comunicaciones, Servicio de Evaluación Ambiental.

C.c:

- Dirección Ejecutiva, Servicio de Evaluación Ambiental.
- Of. Partes, Servicio de Evaluación Ambiental



Firmado por: Juan
Cristóbal Moscoso
Farias
Fecha: 01/08/2025
17:52:08 CLT



Firmado por: Valentina
Alejandra Durán
Medina
Fecha: 01/08/2025
18:27:15 CLT

ARTÍCULO 11 DE LA LEY 19.300

GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE ECOSISTEMAS TERRESTRES



GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Autor: Servicio de Evaluación Ambiental

Primera Edición

Santiago, agosto de 2025

Diseño y diagramación: Servicio de Evaluación Ambiental

Fotografías: Adobe Stock, Catalina Marchant V.

Cómo citar este documento: Servicio de Evaluación Ambiental, 2025. Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres. Primera edición. Santiago, Chile.

Si desea presentar alguna consulta, comentario o sugerencia respecto del documento, por favor, escribir al siguiente correo comentarios.documentos@sea.gob.cl

GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Esta primera edición de la ***Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres*** ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo con la colaboración de los demás departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica, Departamento de Comunicaciones y las Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental.

Agradecemos al Ministerio del Medio Ambiente, al Servicio Agrícola Ganadero, la Corporación Nacional Forestal, y a la Superintendencia del Medio Ambiente por los valiosos aportes que realizaron al documento.

PRESENTACIÓN

Dando cumplimiento a un mandato legal¹, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) se encuentra uniformando los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de la evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades, entre otros, mediante la elaboración de guías.

Dicha labor requiere establecer criterios comunes y consistentes con el conjunto de competencias ambientales de los distintos órganos de la administración del Estado con competencia ambiental (Oaeca) que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contribuyendo con la disminución de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones y la tecnificación de dicho sistema.

De esta manera, la elaboración de la presente *Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres* refleja la necesidad de unificar criterios técnicos para la evaluación de impactos para los diferentes objetos de protección que componen a los ecosistemas terrestres. Estos criterios son aplicables tanto para Estudios como para Declaraciones de Impacto Ambiental, toda vez que son necesarios para identificar y descartar impactos significativos. Además, entrega criterios para el desarrollo de medidas de mitigación, reparación y compensación de estos objetos de protección, así como para la elaboración de los planes de seguimiento asociados.

Cabe mencionar que este documento se complementa con los contenidos de la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b) y la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2025), ofreciendo los tres documentos una visión completa del tratamiento de los impactos sobre ecosistemas terrestres en el SEIA, lo cual contribuye a entregar certezas técnicas y jurídicas a los actores que participan en el SEIA.

A través de esta Guía se busca orientar a los usuarios del SEIA (titulares de proyectos, consultores, evaluadores y ciudadanía) en el entendimiento del proceso de evaluación de impactos en ecosistemas terrestres y sus componentes, contribuyendo a perfeccionar y hacer que el proceso sea lo más fluido y eficiente posible, y con ello acercarnos a la meta del desarrollo sustentable.

Dirección Ejecutiva
Servicio de Evaluación Ambiental

¹ Ref. artículo 81, letra d), de la Ley 19.300.

RESUMEN

La presente Guía tiene por objetivo **proporcionar criterios técnicos para la predicción y evaluación de impactos ambientales de proyectos sobre los ecosistemas terrestres**, incluyendo también sus componentes suelo, flora y vegetación. Con este fin se incluyen ejemplos para ayudar a la aplicación y entendimiento de los criterios. Así también se entregan antecedentes para el **desarrollo de medidas de mitigación, reparación y compensación** en caso de predecirse efectos adversos significativos.

El alcance del documento no incluye los componentes agua y aire, que son tratados en detalle en otras guías², así como tampoco incluye información respecto de algas, hongos y líquenes.

Para efecto prácticos, los criterios técnicos para la predicción y evaluación de impactos se dividen en dos tipos, primero se encuentran los **criterios generales**, entre los que se incluyen la afectación a la **calidad y cantidad** de los recursos naturales; la **resiliencia** del componente o ecosistema; la presencia de **recursos escasos, únicos o representativos**; y el **valor ambiental del territorio**. Además, se establece que se deben considerar los **efectos sinérgicos y acumulativos**³ para evitar sobrepasar los límites de capacidad de carga de los componentes ambientales. Luego, se presentan **criterios específicos**, incluyendo la **magnitud, duración y extensión** del impacto; la afectación de la **biodiversidad**; los **servicios ecosistémicos**; la influencia del **cambio climático**; y la **normativa ambiental aplicable**.

Para cada uno de los objetos de protección que trata esta Guía, se explican los criterios que de acuerdo con el Reglamento del SEIA les aplican de manera particular, conjuntamente se entrega un detalle de las singularidades de estos y una breve aproximación a la predicción de impactos. Para facilitar la comprensión, se presentan ejemplos mediante casos hipotéticos.

En cuanto a las **medidas**, estas se categorizan en tres tipos: de mitigación, reparación y compensación, que tienen como objetivo minimizar, restaurar o compensar los impactos ambientales significativos de un proyecto. La aplicación de estas medidas sigue un criterio de jerarquía, priorizando la mitigación, seguida de la reparación y, si es necesario, la compensación. Se debe justificar técnicamente cada medida y evaluar su idoneidad, poniendo foco en la condición final que se quiere lograr para el componente ambiental en cuestión.

Por otra parte, el **contenido mínimo de un Plan de Seguimiento** debe incluir indicadores de cumplimiento, métodos de medición y un plan de acción adaptativo para corregir desviaciones en el impacto ambiental. Finalmente, es necesario resaltar la obligación de reportar los

² Como la *Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA* (SEA, 2023); la *Guía calidad del aire en el área de influencia de proyectos que ingresan al SEIA* (SEA, 2015), entre otras.

³ Para más detalles se recomienda consultar el *Criterio de evaluación en el SEIA: metodologías para la consideración de los impactos acumulativos y sinérgicos* (SEA, 2023).

resultados de dicho seguimiento a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y asegurar que el monitoreo permita verificar la efectividad de las medidas implementadas.

Asimismo, el diseño de planes de medidas y de seguimiento debe ser coherente con el impacto ambiental identificado, y en función de ello, establecer metas realistas y medibles, y tener la capacidad de adaptar las acciones según el conocimiento ecológico disponible y las lecciones aprendidas durante el proceso de ejecución. La siguiente infografía busca resumir los contenidos de este documento.



CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

OBJETOS DE PROTECCIÓN QUE ABORDA LA GUÍA



Suelo



Fauna



Flora y vegetación



Ecosistema terrestre

Considerar la **resiliencia** del recurso

- Permanencia
- Regeneración
- Mantenimiento de la condición

¿Cómo se modifica la **calidad y la cantidad** del recurso natural?

¿Se impactan recursos **únicos, escasos o representativos**?

¿Cuál es su **magnitud** o importancia del impacto?



¿Cuánto durará?

¿Cómo se afecta la **biodiversidad**?

¿Cuál es la **extensión** del impacto?

¿Posee el ecosistema **valor ambiental**?

¿Cómo incide el **cambio climático**?

Considerar la **normativa ambiental aplicable**

¿Se modifican los **servicios ecosistémicos**?

PLAN DE MEDIDAS

- Diseñar con enfoque en el mismo nivel de organización biológica del impacto.
- Metas realistas y probadas.
- Atender amenazas y prevenir.

• MITIGACIÓN
• REPARACIÓN
• COMPENSACIÓN

PLAN DE SEGUIMIENTO

- Metas claras y medibles.
- Sistemático.
- Cumplimiento enfocado en el estado del componente.
- Incorporar aprendizajes.
- Informar a la autoridad.



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A continuación, se listan las principales siglas y acrónimos que se utilizan en este documento:

AI	: Área(s) de Influencia
CAV	: Compromiso(s) Ambiental(es) Voluntario(s)
Conaf	: Corporación Nacional Forestal
CUS	: Capacidad de Uso de Suelo
DGA	: Dirección General de Aguas
DIA	: Declaración(es) de Impacto Ambiental
DL	: Decreto Ley
ECC	: Efectos, Características y Circunstancias
EIA	: Estudio(s) de Impacto Ambiental
FGI	: Factor(es) Generador(es) de Impacto(s)
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
Oaeca	: Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OP	: Objeto(s) de Protección
PAS	: Permiso(s) Ambiental(es) Sectorial(es)
RCA	: Resolución de Calificación Ambiental
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SSEE	: Servicios Ecosistémicos
SNAP	: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
RESUMEN	6
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	9
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Objetivos y alcances de la guía	12
1.2 Órganos de la administración del Estado con competencia ambiental	13
2. CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	16
2.1 Criterios generales	16
2.1.1 Calidad y cantidad	17
2.1.2 Resiliencia: permanencia, regeneración y condición.....	20
2.1.3 Recursos escasos, únicos o representativos	22
2.1.4 Valor ambiental del territorio	23
2.2 Criterios específicos	25
2.2.1 Magnitud	25
2.2.2 Duración	26
2.2.3 Extensión.....	27
2.2.4 Biodiversidad	28
2.2.5 Servicios ecosistémicos	28
2.2.6 Cambio climático	31
2.2.7 Normativa ambiental aplicable	36
2.2.8 Recomendaciones para la formulación de polinomios de evaluación de impactos ambientales	37
3. IMPACTOS ACUMULATIVOS	40
4. CRITERIOS DE PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN SEGÚN OBJETO DE PROTECCIÓN	44
4.1 Suelo	44
4.2 Flora y vegetación	53
4.3 Fauna.....	62
4.4 Ecosistemas terrestres.....	69
5. MEDIDAS Y PLANES DE SEGUIMIENTO	82
5.1 Criterios para el diseño de planes de medidas y planes de seguimiento.....	84
5.2 Ejemplos de medidas según objeto de protección	94
5.2.1 Suelo	94
5.2.2 Flora y vegetación.....	97
5.2.3 Fauna	101
5.2.4 Ecosistemas terrestres	104
ANEXO 1. GLOSARIO.....	107
ANEXO 2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, BASES DE DATOS U OTROS	111

1. INTRODUCCIÓN

1.





1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos y alcances de la guía

.....

La presente Guía tiene por **objetivo entregar criterios técnicos para la predicción y evaluación de significancia de los impactos ambientales** de proyectos y acciones sobre los ecosistemas terrestres, incluyendo los componentes bióticos y abióticos, así como el ecosistema en su conjunto. Además, se presentan **criterios para la definición de medidas de mitigación, reparación y compensación**, en los casos que se prediga la generación de un efecto adverso significativo, así como para la formulación de **planes de seguimiento**.

.....

La información presentada en esta Guía se complementa con los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la Ley 19.300 y el Reglamento del SEIA, donde son especialmente atinentes los criterios que presenta el literal b) y d) del artículo 11 de la Ley 19.300, y los artículos 6° y 8° del Reglamento del SEIA. Estos hacen referencia a la identificación de efectos adversos significativos sobre los ecosistemas terrestres y el valor ambiental del territorio, lo cual da origen a la necesidad de presentar un EIA.

Por otro lado, estos criterios se complementan y detallan en diversas guías publicadas por el SEA, siendo particularmente relevantes para la debida comprensión de este documento el estudio de la *Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables* (SEA, 2023c); la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b), y la *Guía metodológica para la descripción de los ecosistemas terrestres segunda edición* (SEA, 2025).

Todas estas guías están actualmente vigentes y disponibles en el [Centro de Documentación](#) de la página web del SEA.

En términos del alcance de esta Guía es necesario señalar que ella **no abarca criterios para la evaluación de los componentes ambientales aire y agua**, dado que estos se tratan a cabalidad en guías específicas⁴. Además, a pesar de su presencia y relevancia en los ecosistemas, esta Guía **tampoco** aborda criterios técnicos sobre la evaluación de impactos **sobre algas, líquenes y hongos**.

Tampoco son parte del alcance esta Guía **los objetos de protección derivados del artículo 5°, 7°, 9° y 10 del Reglamento del SEIA**, referidos a riesgo para la salud de la población; reasentamiento de comunidades humanas; sistemas de vida y costumbres de grupos humanos; valor paisajístico o turístico de una zona; monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural⁵.

Finalmente, es necesario hacer presente el carácter **indicativo y referencial de este documento**, siendo responsabilidad de los titulares de los proyectos o actividades entregar toda la información relevante para la evaluación, la que en definitiva se define en función de las características propias de cada proyecto y del área de influencia (AI). **Como todas las guías elaboradas por el SEA, este documento será objeto de revisión y actualización, por lo que se recomienda siempre acceder a través del Centro de Documentación oficial y no directamente en los exploradores de internet.**

Se hace presente que la observancia, aplicación y vigencia de esta Guía se rige por el Ordinario 202499102679, del 30 de julio de 2024, que deja sin efecto y complementa instrucciones sobre la aplicabilidad de las guías y criterios de evaluación publicados por la Dirección Ejecutiva del SEA. Conforme a dicho instructivo, y sin perjuicio de su publicación previa en la página web del SEA, **la presente Guía entrará en vigencia solo a partir de la publicación de su extracto en el Diario Oficial, debiendo ser observada por aquellos proyectos que ingresen al SEIA a contar de esa fecha, sin perjuicio de lo cual aquellos titulares de proyectos que se encuentren en evaluación podrán, si así lo estiman, aplicar estos criterios de manera voluntaria.**

1.2 Órganos de la administración del Estado con competencia ambiental

Tal como se indica en el artículo 24 del Reglamento del SEIA, los órganos de la administración del Estado con competencia ambiental (Oaeca) son aquellos que cuentan con atribuciones en materia de permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales, y quienes poseen atribuciones legales asociadas directamente con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o el uso y manejo de algunos de sus componentes.

⁴ Como la *Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA* (SEA, 2023), y la *Guía calidad del aire en el área de influencia de proyectos que ingresan al SEIA* (SEA, 2015), entre otras.

⁵ Para estos objetos de protección existen otras publicaciones del SEA disponibles en el Centro de Documentación de la página web del SEA.



Durante el procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental, le corresponde a los respectivos Oaeca emitir, **fundadamente y dentro del ámbito de sus competencias**⁶, un pronunciamiento respecto de la DIA o EIA de los proyectos sometidos al SEIA.

En el caso del procedimiento de evaluación de impacto ambiental de un EIA, dicho pronunciamiento debe indicar si el proyecto cumple con la normativa de carácter ambiental, con los requisitos para el otorgamiento del o los permisos ambientales sectoriales (PAS) que aplican, e indicar si las medidas propuestas por el titular se hacen cargo apropiadamente de los efectos, características o circunstancias (ECC) establecidos en el artículo 11 de la Ley 19.300. Respecto de esto último, y en relación con la presente Guía, los Oaeca deben pronunciarse sobre la **generación o presencia de efectos adversos significativos sobre los ecosistemas terrestres y la coherencia y efectividad de las medidas propuestas**.

En el caso de una DIA, los Oaeca también deben indicar si el proyecto cumple con la normativa de carácter ambiental, con los requisitos para el otorgamiento del o los PAS que aplican y verificar si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los ECC establecidos en el artículo 11 de la Ley 19.300. En relación con la presente Guía corresponderían al **descarte de impactos significativos sobre los ecosistemas terrestres**.

Los Oaeca que poseen competencias sobre los ecosistemas terrestres, en el marco del SEIA, son el Ministerio del Medio Ambiente (MMA); el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP); el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG); la Corporación Nacional Forestal (Conaf).

Más detalles sobre las competencias de los Oaeca en relación con los ecosistemas terrestres se presentan en la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

⁶ Respecto del pronunciamiento fundado y dentro del ámbito de las competencias del respectivo Oaeca, revisar los artículos 35, 38, 40 y 43 del Reglamento del SEIA, en el caso de un EIA, y artículos 47, 50, 52 y 55 en el caso de una DIA.

2.

CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN ECOSISTEMAS TERRESTRES





2. CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN ECOSISTEMAS TERRESTRES

En el Reglamento del SEIA, particularmente, en sus artículos 6° y 8°, se pueden identificar dos tipos de criterios para la evaluación de impactos sobre los ecosistemas y sus componentes: **criterios generales y específicos**. Los criterios generales son aquellos que definen qué constituye un efecto adverso significativo, y están descritos en los primeros incisos de los artículos correspondientes. Los criterios específicos son aquellos que entregan el contexto o precisiones de cómo entender los criterios generales, o bien precisiones particulares para algunos de los objetos de protección (OP) contenidos dentro de los artículos antes mencionados. En el caso del artículo 6° del Reglamento del SEIA, se encuentran descritos en sus literales. En el presente capítulo se tratarán estos criterios generales y específicos.

2.1 Criterios generales

En cuanto a los impactos sobre ecosistemas terrestres la Ley 19.300, en la letra b) del artículo 11 hace referencia a los ECC que justifican el desarrollo de un EIA cuando existan “efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables” y, en su letra d), señala que esto también se genera cuando el proyecto o actividad se encuentra localizado en o próximo a un territorio con valor ambiental.

Al respecto el Reglamento del SEIA especifica en el inciso segundo del artículo 6° que “se entenderá que el proyecto o actividad genera un efecto adverso significativo sobre la **cantidad y calidad** de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire si, como consecuencia de la extracción de estos recursos; el emplazamiento de sus partes, obras o acciones; o sus emisiones, efluentes o residuos, se afecta la **permanencia** del recurso, asociada

a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; se altera la capacidad de **regeneración** o renovación del recurso; o bien, se alteran las **condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas**. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean **escasos, únicos o representativos** o que tengan el carácter de **sumidero de origen natural** de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3° letra u) de la Ley 21.455, Marco de Cambio Climático” (énfasis agregado).

A su vez, el inciso primero del artículo 8° indica que “el titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad se localiza en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el **valor ambiental del territorio** en que se pretende emplazar. Posteriormente, el inciso séptimo del mismo artículo dispone que “se entenderá que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con **nula o baja intervención antrópica** y provea de **servicios ecosistémicos locales** relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de **unicidad, escasez o representatividad**” (énfasis agregado).

Se hace presente que los criterios establecidos en estos incisos son considerados, para efectos de esta Guía, como criterios generales que tienen por finalidad establecer cuándo estamos frente a un efecto adverso significativo, los cuales serán revisados con más detalle a continuación (capítulo 2.1). A estos le siguen una serie de criterios más específicos, los que se tratan en la sección siguiente (capítulo 2.2).

2.1.1 Calidad y cantidad

Tal como menciona la *Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables* (SEA, 2023c) la **calidad** de un recurso natural renovable “se refiere a la o las propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Puede referirse a su estructura, composición, estado, condición, clase, entre otros, dependiendo del recurso en particular”. En este sentido, la calidad se describe en función de atributos relevantes del componente, por ejemplo, la erosión del suelo, la presencia de especies invasoras, el potencial reproductor de una población, entre otros.

Por otro lado, la **cantidad** refiere a cuánto hay de un determinado componente, lo que puede medirse en términos de superficie (ha, m²), individuos o volumen. Por ejemplo, la cantidad de hectáreas que abarca un determinado ecosistema o vegetación, o la cantidad de individuos de una determinada especie de fauna en el AI.

Diferentes tipos de impactos sobre la calidad y cantidad de componentes ambientales de ecosistemas terrestres se ejemplifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Potenciales impactos en la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables

RECURSO NATURAL RENOVABLE	POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES
Suelo	• Pérdida de suelo. • Pérdida de capacidad para sustentar biodiversidad por degradación. • Activación de procesos erosivos o erosión del suelo. • Pérdida de su capacidad para sustentar biodiversidad por impermeabilización a la radiación solar y precipitaciones. • Compactación del suelo. • Deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. – Cambio en la textura. – Cambio en la estructura. – Cambio en el patrón de aireación. – Cambio en el régimen hídrico. ◦ Cambio en el patrón o clase de drenaje del suelo. ◦ Cambio en la clase de agua aprovechable o capacidad de retención de agua en el suelo. • Modificación de los valores de los parámetros químicos y biológicos tales como: – Salinidad. – Sodicidad. – Alcalinidad. – Materia orgánica. – Sustancias contaminantes. • Otros.
Flora terrestre	• Pérdida de individuos o ejemplares de una población. • Modificación de la población, cambio en sus propiedades tales como potencial reproductor y tamaño. • Modificación de la composición florística de una comunidad. • Pérdida de una comunidad de flora o vegetación. • Invasión de individuos o ejemplares de flora. • Alteración a la vegetación por depósito de material particulado. • Otros.

RECURSO NATURAL RENOVABLE	POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES
Fauna terrestre	• Pérdida de individuos o ejemplares de una población. • Invasión de individuos o ejemplares de fauna. • Ahuyentamiento de fauna. • Modificación de la población, cambios en sus propiedades tales como: – Tamaño o densidad de población. – Estructura de edad y sexo. – Movimientos migratorios. – Potencial reproductor (reclutamiento, fertilidad). • Otros.
Ecosistema terrestre	• Pérdida o alteración de hábitat. • Fragmentación a nivel de paisaje y ecosistemas. • Pérdida o alteración de servicios ecosistémicos.

Fuente: basado en la *Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables* (SEA, 2023c)

Para la predicción y evaluación de impactos es relevante la descripción de la calidad y cantidad de los componentes en su condición sin proyecto, así como también predecir la calidad y cantidad una vez ejecutadas las partes, obras o acciones, planteándose el escenario en la condición más desfavorable. Esto derivará en la cuantificación de criterios específicos, tales como la magnitud o intensidad, la duración y frecuencia, así como también la extensión. Estos parámetros se revisarán en detalle en el capítulo 2.2.

Es relevante que los atributos a describir en torno a la calidad de un ecosistema terrestre estén bien justificados, y que tengan una coherencia en términos de la información que se requiere para comprender cabalmente los efectos del proyecto en el AI, así como también para un adecuado diseño de medidas o compromisos ambientales voluntarios. En este sentido, **la información de línea de base debe estar fundada en impactos**, es decir, debe ser información útil para la predicción, evaluación y el diseño de medidas.

Por ejemplo, la metodología observable al SEIA que indica la *Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales* (SEA, 2023d) especifica parámetros de calidad de un ecosistema que deben ser descritos. Así, las Tablas 6 y 7 del mencionado documento establecen que para conocer la condición inicial de un ecosistema (antes de los impactos) y la condición final (posterior a las acciones y obras

que lo impactan) se deben describir y puntuar (valorar) la estructura del ecosistema (B.1), su composición (B.2), ambientes de fauna (B.3) y describir su regeneración y reclutamiento (B.4).

A su vez, la cantidad de un ecosistema terrestre impactado se ve reflejada en la metodología de compensación de biodiversidad mediante la inclusión de las variables de superficie del Al y del sitio de compensación en hectáreas, las que se usan en las fórmulas de cálculo de impacto residual y de ganancias de biodiversidad⁷.

2.

2.1.2 Resiliencia: permanencia, regeneración y condición

La *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA* (SEA, 2024d) define **resiliencia** como la “capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación”. Esto, llevado a los ecosistemas, se puede entender como la **capacidad del sistema ecológico de mantener su estructura, composición y función a través del tiempo, a pesar de que se modifique o altere alguna de sus partes, transformándose de tal manera que le permita autorregular sus funciones y volver a un punto de equilibrio**⁸.

El artículo 6° del Reglamento del SEIA hace alusión a este fenómeno indicando que se entenderá que el proyecto o actividad presenta un efecto adverso significativo cuando se afecte la **permanencia** del recurso, su capacidad de **regeneración o renovación** o las **condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas**.

Cada vez que el Reglamento del SEIA aborda el **criterio de permanencia** apunta a la posibilidad de **disponer del recurso natural para su utilización y aprovechamiento racional futuro**. Esta permanencia puede ponerse en riesgo tanto por la eliminación completa de un componente ambiental en un sitio, por ejemplo, por el cambio de uso de suelo y el acondicionamiento de terreno para la instalación de faena, o bien puede ocurrir por un deterioro acumulado progresivamente sobre un componente ambiental. Un ejemplo de esto último pueden ser los efectos de desecación de una formación vegetacional por la extracción de agua de napas subterráneas y su sinergia negativa con el cambio climático, disminuyendo con ello la disponibilidad de agua para las plantas.

Por su parte el **criterio de regeneración** hace referencia a la capacidad que tiene el componente, ya sea por sí mismo o debido a las interacciones que mantiene con los componentes bióticos o abióticos del ambiente o el ecosistema, para mantener las funciones de procreación,

⁷ Estas fórmulas son descritas en detalle en el capítulo 3.3.5 de la *Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales* (SEA, 2023d).

⁸ Cabe tener presente que la resiliencia climática, incorporada tal como la menciona el DS 30/2024 del MMA que modifica el Reglamento del SEIA, es un tipo de resiliencia que alude en específico a la capacidad de los sistemas de adaptarse ante alteraciones del clima. En este subcapítulo no se está tratando en exclusivo de la resiliencia climática, sino de la resiliencia de manera general, es decir, aquella que funciona ante cualquier tipo de alteración del sistema.

reproducción, crecimiento, transformación o restablecimiento. Para abordar este criterio será relevante conocer **cuáles son las condiciones específicas que requiere la flora y fauna para reproducirse exitosamente**, y estudiar en qué medida los efectos del proyecto pueden modificar estas condiciones, perturbando la regeneración y reclutamiento natural. En términos de medidas, esta capacidad de regeneración también será relevante de conocer, puesto que tanto para mitigar impactos como para reparar o compensar el ecosistema, es necesario conocer y gestionar estas variables. Entre ellas están la humedad del suelo, ciclos biológicos, movilidad de la fauna, características del hábitat, microclima, entre otros.

Estos dos criterios, permanencia y regeneración, están directamente relacionados con el tercer criterio mencionado en el Reglamento del SEIA, es decir, con las **“condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas”** (énfasis agregado).

El **criterio de condición** consiste en la mantención del estado que hace posible la evolución y desarrollo de las especies y ecosistemas, el cual depende de las características de los componentes en términos de calidad y cantidad, influyendo en la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo, este criterio permite evaluar si se alteran las características funcionales y estructurales que cumplen los componentes ambientales tales como el agua y suelo, lo cual fundamenta la posibilidad de albergar determinadas comunidades de flora y fauna, y los procesos e interrelaciones que les caracterizan. Así, el criterio de condición puede abordar diversos tipos de circunstancias, desde aspectos específicos, como la concentración de cierto contaminante que pueda influir en la salud de la biota, hasta condiciones que involucran un nivel de organización mayor, como es la fragmentación de ecosistemas.

En los ecosistemas terrestres la capacidad de tolerar o recuperarse de impactos es selectiva, en cuanto depende de la naturaleza específica del impacto y las características del ecosistema involucrado. Esto debido a que hay componentes que son clave en los procesos de recuperación o tolerancia del sistema. Por ejemplo, luego de un incendio, hay especies pioneras que son las únicas capaces de germinar y crecer en suelos quemados, y un impacto sobre ellas afectaría la capacidad de recuperación de todas las otras especies de la comunidad ecológica, y últimamente del ecosistema completo. Por ello es importante conocer los componentes clave del ecosistema en términos de su rol, y paralelamente tener claros los efectos de las obras, partes o acciones del proyecto. Se debe predecir, por ejemplo, cómo la vegetación puede ser afectada y qué grado de adaptabilidad, tolerancia o resiliencia podría esperarse dependiendo de sus características estructurales. Esta capacidad de recuperación podrá ser demostrada con evidencia empírica, como series históricas, bibliografía, experimentos, estudios o simulaciones numéricas.

Un concepto comúnmente usado en las matrices de Leopold⁹ para la evaluación de los impactos es la **reversibilidad**. En este sentido, **los valores asignados a este parámetro de la matriz deben justificarse mediante el análisis de la resiliencia del componente y del ecosistema**.

⁹ La “matriz de Leopold” corresponde a un método de evaluación de impacto ambiental a través de una matriz de causa-efecto.

A su vez, esto implica que este grupo de criterios vinculados a la resiliencia también estarán relacionados al criterio de duración, ya que implican procesos que ocurren en un tiempo determinado. La escala temporal a utilizar para este análisis será fundamental, donde a modo general, si el tiempo de recuperación del componente ambiental supera los 15 años, este se considera como un impacto irreversible.

El artículo 6° del Reglamento del SEIA también incluye aspectos más específicos vinculados a la resiliencia de los ecosistemas cuando menciona que “la evaluación de los efectos sobre los recursos naturales renovables deberá considerar la **capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración** de dichos recursos en el AI del proyecto o actividad, así como **los efectos que genere la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes** del proyecto o actividad, resiliencia climática y la vulnerabilidad al cambio climático” (énfasis agregado). En estas materias son de utilidad tanto las metodologías de modelación de contaminantes como la consideración de la normativa ambiental aplicable y normativa de referencia extranjera¹⁰. Con ello se podrá predecir el impacto en términos de su dispersión en el ambiente y a su vez tener claro un límite de capacidad de carga para el contaminante en el AI, repercutiendo con ello en el diseño del proyecto y sus medidas.

2.1.3 Recursos escasos, únicos o representativos

Que un componente ambiental sea escaso, único o representativo es mencionado tanto en el artículo 6° como en el 8° del Reglamento del SEIA como singularidades clave para determinar si un impacto es o no significativo.

La **unicidad y la escasez** son cualidades taxonómicas, geológicas y evolutivas que se refieren a especies, poblaciones o ecosistemas que no existen en otra parte del país o que ya no quedan en el área de estudio. Esto puede ser un **rasgo intrínseco** (siempre fue único o raro, desde hace miles de años), o puede deberse a una condición de su **historia reciente** (es el último, o de los pocos que quedan de su tipo). En el caso del suelo, este podría considerarse escaso cuando al comparar la presencia del tipo de suelo en cuestión, este no se encuentra suficientemente representado a escalas mayores, por ejemplo, a nivel de subcuenca, cuenca o comuna.

La **representatividad** hace referencia a componentes que se distinguen dado su carácter icónico, o bien por su función o rol dentro de un ecosistema. Por ejemplo, especies endémicas, vegetación azonal, monumentos naturales, especies en el límite de su rango de distribución geográfica, especies clave, deben ser consideradas representativas. Por lo tanto, es necesario aclarar que la representatividad no refiere únicamente a un porcentaje de un componente ambiental impactado respecto de su distribución total, sino que es un concepto más amplio que alude al valor del componente tanto en un sitio como en el país. De este modo, el carácter icónico también se asocia al valor simbólico que las personas le dan a determinado componente ambiental, tanto a escala de ecosistema, como de una especie,

¹⁰ Para más detalles, consultar el *Criterio de evaluación en el SEIA: uso de normas de referencia* (SEA, 2024d).

como puede ser el caso del desierto florido que imprime una identidad al territorio sobre la base de su ecosistema, o bien la flor del copihue, icónica en términos de su inclusión como un símbolo patrio.

Frecuentemente, las especies que son escasas, únicas o representativas están clasificadas en categoría de amenaza¹¹, pero no se encuentran restringidas solo a especies en estas clasificaciones. Esto implica que estas especies tendrán mayores dificultades para permanecer y regenerarse ante los impactos de un proyecto. De ahí que el artículo 6° del Reglamento del SEIA indique que se debe poner especial énfasis en estas singularidades para determinar impactos significativos, lo cual también es coherente con la definición que hace el artículo 8° del mismo Reglamento respecto del valor ambiental del territorio.

Ligados a estos tres conceptos hay otros dos que se introducen al SEIA desde la avenida de las medidas de compensación de biodiversidad, estos son los conceptos de **irreemplazabilidad** y **vulnerabilidad**¹². La irreemplazabilidad consiste en la inexistencia de lugares donde se pueda implementar una medida de compensación apropiada cumpliendo los requisitos (BBOP, 2012; Pressey *et al.*, 1994). En otras palabras, si un ecosistema es “reemplazable”, alude a que existan otros ecosistemas equivalentes donde pueda ejecutarse la medida. El hecho de que no existan otros ecosistemas equivalentes implica que el ecosistema en cuestión es único o escaso, lo cual probablemente también lo posicione como un ecosistema vulnerable. En relación con esto último, la vulnerabilidad se verá mediada también por las amenazas presentes, aquellas históricas, climáticas, o bien dadas por los usos humanos colindantes.

Finalmente, un ejemplo concreto donde se presentan las singularidades de escasez, unicidad y representatividad es en los bosques nativos de preservación¹³, por lo tanto, todo proyecto que genere una alteración sobre este tipo de formación vegetacional deberá identificar el impacto como significativo.

2.1.4 Valor ambiental del territorio

El artículo 8° del Reglamento del SEIA comienza estableciendo que “el titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad se localiza en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el **valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar**” (énfasis agregado).

¹¹ Se consideran categorías de amenaza a: Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

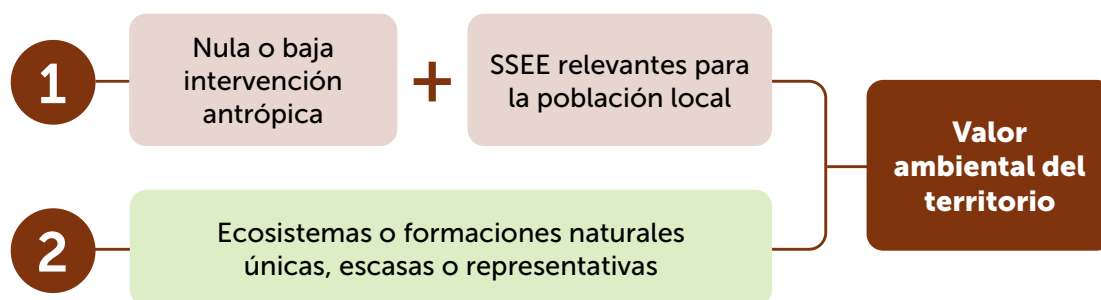
¹² Para profundizar en estos conceptos y su uso en las medidas de compensación de biodiversidad se recomienda estudiar la *Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA* (SEA, 2022) y la *Guía metodológica para la compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales* (SEA, 2023d).

¹³ De acuerdo con el artículo 2° de la Ley 20.283, se entiende por bosque nativo de preservación como aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquéllas clasificadas en las categorías definidas en conformidad al artículo 37 de la Ley 19.300; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.

De este modo, un criterio con el cual ponderar la significancia de los impactos es por medio de la identificación de si el AI posee o no un valor ambiental en los términos que señala el Reglamento.

Al respecto el mismo artículo del Reglamento del SEIA señala que “se entenderá que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad”, de los cuales se desprende que existen dos vías para asignar valor ambiental, tal como lo representa la Figura 1.

Figura 1. Valor ambiental del territorio



Fuente: elaboración propia

La nula o baja intervención antrópica¹⁴ es una característica posible de describir con base en la información bibliográfica, fotografías de áreas históricas, entrevistas a grupos humanos locales, y en particular, describiendo el ecosistema en cuestión, observando la conservación general del sitio y los usos dados al área colindante. En ello es clave observar la posible alteración del ecosistema en términos de su composición, estructura y función.

Por otro lado, para la identificación de servicios ecosistémicos (SSEE) relevantes para la población local se recomienda el uso de las metodologías señaladas en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

Por último, cuando el valor ambiental se configura a causa de la presencia de ecosistemas o formaciones vegetacionales naturales únicas, escasas o representativas, y de haberse predicho un impacto sobre componentes ambientales que tienen esta característica, será necesario que el titular evalúe sus impactos tanto desde la perspectiva del artículo 6° como del artículo 8°, toda vez que este principio es de vital importancia en ambas circunstancias.

¹⁴ Se entenderá como nula o baja intervención antrópica cuando no se vea afectada la estructura, composición y funciones dentro del ecosistema.

2.2 Criterios específicos

2.2.1 Magnitud

La magnitud, tal como la define el documento *Criterio de evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales* (SEA, 2023a), es el criterio que **permite escalar o medir el nivel o grado de envergadura o importancia del impacto. Esto es independiente del tiempo que permanezca el impacto**, pues dice relación con la condición inicial y final del componente ambiental durante la máxima expresión del impacto considerando el escenario más desfavorable.

En ciertas ocasiones también se le ha denominado a este factor como intensidad, severidad o criticidad, sin embargo, estos términos no están presentes en el Reglamento del SEIA, únicamente el concepto de magnitud, por lo tanto, este último es la manera correcta de referirse a la envergadura o importancia de un impacto.

La importancia del impacto puede estimarse cualitativa o cuantitativamente, según la variable utilizada para medirlo, lo cual debe estar debidamente justificado.

Cuando la variable es cuantificable será posible compararla con los niveles de referencia, ya sea normativos, o del mismo sitio en su condición sin proyecto. **En general esto referirá a una dimensión física del impacto**, por ejemplo, decibeles, temperatura, humedad, cantidad de material particulado, cantidad de suelo erosionado, concentración de cierto contaminante, entre otros.

Cuando la variable es cualitativa será relevante considerar la **sensibilidad del componente y su cambio de condición**. Frecuentemente, y en el marco de esta Guía, esto se vincula a atributos de componentes bióticos. Por ejemplo, la sensibilidad se puede referir tanto a la cualidad de un componente de ser único, escaso o representativo, como también a su capacidad de permanecer o regenerarse ante una alteración.

En este sentido, la condición inicial del componente, el nivel de intervención antrópica que ha sufrido previamente, el alto valor ambiental del sitio frente a componentes que se presentan como únicos, escasos o representativos, también definirán las características del impacto, siendo mayor la magnitud mientras menor sea la posibilidad del componente para permanecer y regenerarse. En otras palabras, las **singularidades ambientales** que dotan al componente de una condición destacada, ya sea por el nivel de amenaza a la que están sujetos o por el rol estructurante del ecosistema que ostentan, serán criterios a considerar al momento de establecer la magnitud del impacto.

Si bien es relevante evaluar el impacto respecto a la modificación absoluta de la calidad del recurso, también es necesario evaluar dicha modificación en términos relativos a su calidad inicial, tanto si ésta se expresa cuantitativa o cualitativamente. Por ejemplo, para evaluar la magnitud del impacto ambiental producido por una fuente sonora sobre un hábitat de fauna, el ruido base que exista antes del proyecto se puede utilizar como referencia. Luego, la magnitud del impacto se puede expresar como un porcentaje de aumento respecto a los niveles de referencia en el escenario más desfavorable.



En ocasiones la magnitud del impacto puede manifestarse como un gradiente que depende de la distancia a la fuente de perturbación. Por ejemplo, el ruido o el depósito de material particulado será mayor mientras más cercano se encuentre el punto de medición respecto de la fuente emisora. Estas **consideraciones espaciales** deben tenerse en cuenta al momento de evaluar la magnitud, idealmente presentando cartográficamente los diferentes niveles de intensidad del impacto acorde a la aplicación de metodologías de extrapolación, simulación o modelación. Por ejemplo, el depósito de material particulado sobre la vegetación depende, entre otros factores, de los vientos predominantes en el AI y de la topografía, lo que determinará la distancia en la que se dispersa el material particulado y en la cantidad que se deposite sobre la vegetación circundante.

2.2.2 Duración

La **duración** es el criterio utilizado para describir la temporalidad en que se manifiesta un impacto. Esta temporalidad está, a su vez, explicada por al menos tres subcriterios, **el desarrollo del impacto, la periodicidad o regularidad del impacto y la reversibilidad**.

El análisis de la duración de un impacto debe ser coherente con la **escala temporal del fenómeno ecológico o componente ambiental afectado**. De acuerdo a ello será relevante conocer los ciclos de vida de las especies en cuestión y poner en perspectiva todo ciclo o proceso que se vea alterado por el proyecto. Por ejemplo, los procesos de formación de suelo pueden tomar cientos de años, por lo tanto, una vez perdido el horizonte superficial de un suelo a causa de la erosión o extracción, se debe reconocer que este será un impacto permanente.

El desarrollo de un impacto se refiere a la manifestación gradual que podrían tener los efectos del proyecto sobre los componentes ambientales. Es decir, es posible que los impactos se desplieguen con mayor intensidad en diferentes momentos de la ejecución del proyecto o actividad. Un ejemplo claro de esto es la respuesta de la vegetación azonal ante disminuciones en los niveles de acuíferos de los cuales dependen, donde el cono de depresión de una extracción de agua subterránea puede ampliarse durante años antes de alcanzar a tal vegetación. Una descripción detallada del desarrollo de un impacto ambiental en el tiempo requiere de **simulaciones, modelos o proyecciones**, lo que facilita una perspectiva cuantitativa del proceso de alteración del componente.

La periodicidad, regularidad o frecuencia es inherente a perturbaciones que se manifiestan de forma heterogénea en el tiempo. La frecuencia y severidad de los efectos podría determinar distintos grados de afectación, por ejemplo, sobre la vegetación y flora, y debe ser adecuadamente descrita al momento de justificar su evaluación. Esta periodicidad también puede ir generando efectos acumulados en el tiempo, sobre todo cuando el período para la recuperación del sistema ambiental es demasiado corto. La posibilidad de diseñar el proyecto para que las acciones no ocurran en los períodos de mayor vulnerabilidad de los componentes ambientales (por ejemplo, el período de reproducción de una población de fauna), es una forma eficiente de evitar impactos.

La **reversibilidad** de los impactos dice relación con la resiliencia del sistema, cuestión tratada ya en los puntos anteriores de esta Guía. Esta es solo posible en tanto no se hayan **alterado significativamente aspectos esenciales**, como la estructura del ecosistema o el hábitat de una especie. Por el contrario, se considera que un impacto es “irreversible” cuando se altera significativamente la estructura, o el hábitat de una especie, por ejemplo, cuando se realiza la tala rasa de un bosque, generando una pérdida permanente de este ecosistema en el tiempo.

Además, se debe considerar que la reversibilidad depende de las **características propias de las especies** en cuestión, sus hábitos, historia de vida y tasas de crecimiento. También depende de que no se afecte la capacidad del componente ambiental de regenerarse, y en este punto son clave la capacidad de producción y dispersión de propágulos en el caso de vegetación y flora, y el flujo migrante de otras poblaciones, en el caso de la fauna.

Respecto de la aplicación de las medidas de compensación de biodiversidad en los términos de las guías publicadas por el SEA, es importante predecir la duración de los impactos y el tiempo que demorarán las medidas de reparación en lograr los resultados esperados, lo cual afinará el diseño de los Planes de Seguimiento. La perspectiva temporal también tendrá que aplicarse para calcular el tiempo en que demorarán las acciones de compensación en generar una ganancia neta de biodiversidad que iguale las pérdidas, parámetro que funciona como un multiplicador en la ecuación de ganancia de biodiversidad¹⁵, y que a final de cuentas influirá en la determinación de la cantidad de superficie que debe ser compensada.

2.2.3 Extensión

La extensión del impacto está relacionada con el concepto de cantidad explicado en el capítulo 2.1.1 de esta Guía. La extensión, tal como la define el *Criterio de evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales* (SEA, 2023a), **corresponde a la fracción del medio afectado por la acción del proyecto, es decir, es una medida del alcance espacial de los cambios sobre el componente ambiental en el AI**. En este sentido, el AI debe ser una fiel representación de la extensión del impacto, para esto se aconseja el uso de las directrices y criterios presentados en la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

El estudio de la extensión de un impacto debe considerar la integridad de las unidades ecológicas impactadas y los fenómenos ecológicos con los que se relaciona. Por ejemplo, un ecosistema podría manifestar cambios en su composición, estructura o funcionamiento a distancias aparentemente lejanas desde la fuente de perturbación si es que se afecta la integridad de los procesos ecológicos que la sustentan. Así como un impacto severo sobre el flujo de agua superficial en la cabecera de una cuenca (“nacimiento” de un río) puede afectar todos los ecosistemas terrestres aguas abajo, e incluso los ecosistemas marinos en la desembocadura del río en cuestión.

¹⁵ Para la comprensión de los aspectos referidos a la compensación de biodiversidad en el SEIA se insta al estudio de las dos guías publicadas por el SEA: *Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA* (SEA, 2022), y *Guía metodológica para la compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales* (SEA, 2023d).

Al ponderar el valor de la extensión en el polinomio se puede considerar también a cuánta superficie quedará del componente ambiental una vez manifestado el impacto. Por ejemplo, ante un impacto por tala de vegetación su ponderación puede variar de muy bajo a muy severo, dependiendo de la proporción de la formación vegetal afectada dentro del AI o respecto de la subcuenca donde se ubica.

2.

2.2.4 Biodiversidad

Dentro del artículo 6° del Reglamento del SEIA, en la letra b), se establece que “para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica (...)”. Este criterio está en concordancia con el artículo 41 de la Ley 19.300 donde se establece que “(...) el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables se efectuará asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos (...)”. Para llevar esto a cabo la misma Ley 21.600 define la biodiversidad o diversidad biológica como “la variedad de los organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas y sus interacciones”.

Como se puede observar, la definición legal incluye tres niveles de organización ecológica: la diversidad genética o dentro de una misma especie, la diversidad específica o entre especies y la diversidad de ecosistemas, incluyendo paisajes al mencionar sus interacciones. Es importante tener en cuenta que en cada uno de estos niveles se pueden distinguir tres atributos que corresponden a: la **composición** (identidad, cantidad y variedad de los elementos); la **estructura** (forma de organización de los elementos), y la **función** (forma en que interactúan los elementos).

En consecuencia, para determinar la ocurrencia de efectos adversos significativos sobre los recursos naturales, en este caso en particular, sobre los ecosistemas terrestres y sus componentes, se debe tener en cuenta si se afecta la diversidad biológica. Para ello se debe evaluar si existe un potencial para afectar su composición, estructura o función, siendo necesario analizar impactos en los diferentes niveles de organización biológica anteriormente mencionados.

2.2.5 Servicios ecosistémicos

La afectación a los SSEE prestados por un ecosistema a los grupos humanos locales, es un criterio relevante a la hora de determinar la significancia de los impactos sobre los ecosistemas, al estar estos considerados como un atributo fundamental al momento de definir el valor ambiental del territorio de acuerdo con el artículo 8° del Reglamento del SEIA.

Como se mencionó en la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b), los SSEE pueden clasificarse en tres categorías principales: los SSEE de regulación y mantenimiento, de provisión y culturales. Entre ellos los **SSEE de regulación** son los que más se acercan al estudio de los procesos que sostienen la resiliencia, siendo además altamente relevantes, ya que determinan los flujos de materia y energía que permiten la continuidad de los demás SSEE. En este sentido, el identificar y analizar cómo se sostienen los SSEE de regulación dará luces

respecto de la posibilidad de permanencia y regeneración de los ecosistemas impactados, teniendo implicaciones sobre la estimación de la magnitud del impacto. Por ejemplo, son considerados SSEE de regulación y mantenimiento el control de plagas, la conservación de la fertilidad del suelo, el control de la erosión, la moderación de fenómenos extremos como inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos de tierra, entre otros.

Cabe recordar que tal como se mencionó previamente en la Figura 1, una de las opciones para definir el valor ambiental del territorio es mediante la **identificación copulativa de dos condiciones**: que el ecosistema tenga baja o nula intervención antrópica, y que preste SSEE a grupos humanos locales. Por lo tanto, los SSEE deben ser identificados y analizados con el fin de evaluar la significancia de los impactos relativos al artículo 8° del Reglamento del SEIA.

Para mayor abundamiento, es pertinente recalcar que la metodología de compensación de biodiversidad incluye el requerimiento de identificar en la matriz de componentes clave los **SSEE de provisión y culturales** asociados a cada componente clave de biodiversidad, justificando técnicamente la identificación de tal SSEE. Esto es relevante ya que aporta un parámetro de justicia socioambiental en la elección del sitio de compensación mediante la aplicación del **principio de equivalencia**. Esto implica que, si el proyecto genera un detrimento o pérdida de la entrega de este tipo de SSEE, sería recomendable que el sitio de compensación sea equivalente al ecosistema impactado y pueda ofrecer estos mismos SSEE a la población local. Esto se ve mediado por el multiplicador M4 utilizado en la fórmula de cálculo de ganancia de biodiversidad, denominado “Proximidad sitios de compensación respecto del AI”, el cual castiga la ganancia a medida que el sitio de compensación se aleja del AI (SEA, 2023d).

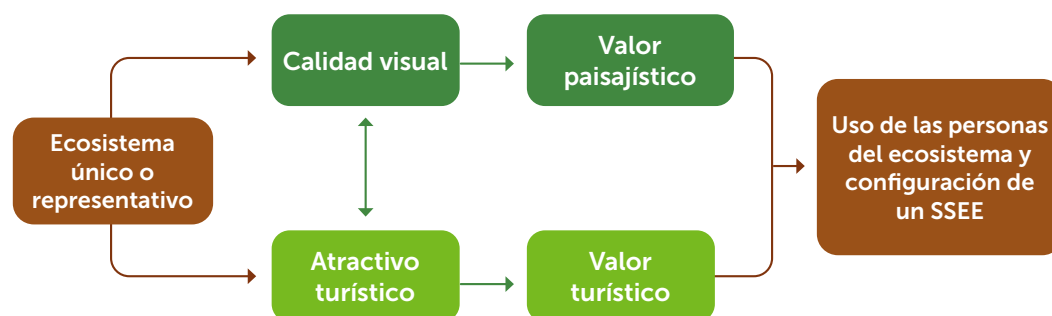
A su vez, es importante hacer notar que, si bien el Reglamento del SEIA menciona el concepto de SSEE solo una vez, en el artículo 8°, la lógica de valoración de estos servicios se expresa de manera implícita en otros artículos, a saber:

- **Art. 5° referido a los riesgos sobre la salud de la población:** este artículo menciona que el titular deberá presentar un EIA si su proyecto genera un riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos. A su vez, menciona que se debe considerar la exposición a contaminantes debido al impacto sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, lo cual es lógico, puesto que estos recursos son parte de la ruta de exposición, es decir, son el medio a través del cual las personas toman contacto con los contaminantes. Los procesos de dilución, dispersión, autodepuración y asimilación que realizan los ecosistemas son SSEE de regulación, por lo tanto, para evitar riesgos sobre la salud de la población es requerido que esta función de los ecosistemas se proteja (ver Figura 2).

Figura 2. Servicios ecosistémicos asociados a los riesgos sobre la salud de la población

Fuente: elaboración propia

- **Art. 6° referido a recursos naturales renovables:** la protección de los recursos naturales renovables, su biodiversidad, y el propósito de que los proyectos puedan asegurar la permanencia de los recursos, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro, es en sí una protección a los SSEE de regulación, provisión y culturales.
- **Art. 7° referido a los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos:** este artículo menciona en su letra a) la necesidad de considerar en la evaluación de impactos aquellos que intervienen, usan o restringen el acceso a recursos naturales utilizados como sustento económico de un grupo humano o para cualquier otro uso tradicional, tales como uso medicinal, espiritual o cultural. Esto es en sí mismo la protección de los servicios ecosistémicos de provisión y culturales.
- **Art. 8° referido al valor ambiental del territorio:** este artículo es explícito en expresar la consideración de los SSEE al determinar el valor ambiental del territorio.
- **Art. 9° referido al valor paisajístico y valor turístico:** este artículo indica que un paisaje tiene valor cuando posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa, lo que se describe mediante la percepción visual. En la medida que las personas visiten el lugar se estará configurando un SSEE cultural, tanto si se trata de población local, para la cual este entorno habitual les provee bienestar, como si se trata de turistas (configurando un valor turístico para el sitio). En definitiva, el SSEE cultural que se asocia al art. 9° tiene relación con la provisión de un espacio de recreación, experiencia estética, y contribución al bienestar de las personas (Figura 3).

Figura 3. Servicio ecosistémico asociado a los valores paisajístico y turístico

Fuente: elaboración propia

- **Art. 10 referido al patrimonio cultural:** aquí se menciona la necesidad de considerar la afectación a lugares o sitios donde se lleven a cabo manifestaciones habituales propias de la cultura o folclore de alguna comunidad o grupo humano, derivada de la proximidad y naturaleza de las partes, obras o acciones del proyecto o actividad, considerando especialmente las referidas a los pueblos indígenas. Por lo tanto, se trata también de un SSEE cultural, toda vez que identifican los espacios naturales como un lugar relevante de expresión cultural.

En razón de lo indicado en los párrafos precedentes, es relevante que **toda vez que se identifique un impacto sobre alguno de los objetos de protección mencionados se tenga a la vista cómo el proyecto influye en la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas, atributos que son un soporte que posibilita estas contribuciones de la naturaleza a las personas.**



2.2.6 Cambio climático

Al momento de considerar el cambio climático como un criterio para la evaluación de significancia de un impacto en ecosistemas terrestres es posible considerar al menos tres aspectos: **las sinergias negativas entre el proyecto y el cambio climático, la pérdida de resiliencia climática de los ecosistemas y la afectación de sumideros de origen natural.** Estas serán descritas a continuación, junto con un cuarto criterio relativo al diseño de medidas, CAV y planes de seguimiento: **la adaptación.**

Cabe destacar que al incluir este criterio en las matrices de evaluación de impactos será necesario justificar cuáles de estas circunstancias se están considerando y haber hecho explícitas en la predicción de impactos ambientales las consecuencias en su condición más desfavorable.

- **Sinergias negativas**

Tal como menciona la *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA* (SEA, 2024d), las sinergias negativas se entienden como “aquellas que son resultado de la combinación de los impactos ambientales o riesgos asociados al proyecto y el riesgo climático, cuya interacción genera un efecto negativo mayor al generado por cada una de forma separada”¹⁶.

Para identificar cuándo un componente ambiental de los ecosistemas terrestres está sujeto a riesgos climáticos se recomienda utilizar la plataforma [Atlas de Riesgos Climáticos Arclim](#). Con ello será posible obtener información acerca de las tendencias de los componentes ambientales en su condición más desfavorable, aportando al proceso de predicción de impactos.

La evaluación de la significancia de los impactos ambientales requerirá la revisión del Mapa de Relevancia de Ecosistemas Terrestres, ubicado en el [Geoportal Simbio](#), el cual tiene como objetivo expresar la prioridad de protección que tiene cada ecosistema, integrando en su valoración final parámetros de escasez, unicidad y representatividad, así como también la amenaza climática a la cual están expuestos los ecosistemas terrestres.

El riesgo climático y la relevancia del sitio tienen una relación directa con la **magnitud** del impacto, donde se espera que a mayor riesgo y mayor relevancia, mayor sea también la magnitud del impacto, lo que debe quedar reflejado en la estimación de su significancia.

- **Resiliencia climática**

Dentro del proceso de identificación de impactos es necesario tener en consideración lo que indica la letra i) en el artículo 6° del Reglamento del SEIA donde se señala que para evaluar si un impacto genera efectos significativos sobre los recursos naturales renovables se deben considerar “los impactos generados por pérdida de resiliencia climática de los ecosistemas”.

El origen de la pérdida de resiliencia climática en un ecosistema puede provenir, tanto de los proyectos como del cambio climático en sí mismo, ya que ambos pueden generar efectos que alteren diametralmente su composición, estructura y función.

En el caso de que ocurra una sinergia negativa entre el clima y el proyecto sobre los ecosistemas, se espera que las consecuencias sean de mayor magnitud, duración y posiblemente también de mayor extensión, intensificándose con ello los efectos del proyecto a causa de sus partes, obras y acciones.

Como señala el artículo 3°, letra q), de la Ley 21.455 o Ley Marco de Cambio Climático, la resiliencia climática debe ser entendida como la “capacidad de **un sistema o sus**

¹⁶ Definiciones completas de los conceptos amenaza climática, riesgo climático, vulnerabilidad, exposición, entre otros conceptos básicos para aproximarse a la integración el cambio climático en el SEIA se encuentran disponibles en la *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA* (SEA, 2024d).

componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse **de los efectos adversos del cambio climático**, manteniendo su **función esencial**, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (énfasis agregado).

Al respecto, cabe profundizar en el concepto de “**función esencial**” que entrega la Ley antes mencionada, toda vez que el mantenimiento de este proceso podría ser una expresión más tangible o medible de si un ecosistema ha podido o no adaptarse exitosamente. En ese sentido, para identificar la función esencial de un ecosistema, lo primero es reconocer que **existen muchas funciones operando de manera simultánea en un ecosistema**, por ejemplo, ciclos de nutrientes, ciclo hidrológico, ciclos de vida de las diferentes especies, entre otros. Una de las perspectivas metodológicas que ayudan a clasificar y entender estas funciones es el enfoque de SSEE, y tal como se mencionó, los SSEE de regulación y mantenimiento son los que más se acercan al estudio de los procesos que sostienen la resiliencia.

.....

Cuando se requiera identificar si existe una sinergia negativa entre el proyecto y el cambio climático que disminuya la **resiliencia climática** de un ecosistema, se recomienda **analizar los efectos del proyecto sobre los SSEE de regulación y mantenimiento en la condición más desfavorable**. Esto implicará analizar la capacidad de permanencia y regeneración del ecosistema y sus especies una vez acaecidos los impactos del proyecto.

.....

Normativamente, es necesario destacar y aclarar el hecho de que la letra i) indica “pérdida” de resiliencia, mas no “disminución”. En este sentido se interpreta que **el daño a la resiliencia climática ha de ser evidente**, tal como ocurre, por ejemplo, cuando la vegetación azonal pierde disponibilidad de agua a causa de la extracción que realiza un proyecto, encontrándose al mismo tiempo en un contexto climático tendiente a la sequía.

- **Sumideros de origen natural**

Tal como señala el artículo 6° del Reglamento del SEIA, se debe poner especial énfasis en la evaluación de impactos sobre ecosistemas que funcionan como sumideros de origen natural. Con base en lo expresado por la Ley Marco de Cambio Climático, pero adaptado a lo requerido en el contexto del SEIA, el concepto de “sumidero de origen natural” se define como:

Sumidero de origen natural

Reservorio en suelos, océanos o plantas, **cuya formación no depende de acciones u obras humanas**, que absorbe una mayor cantidad de gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero que la cantidad que emite.

Esta definición implica, por ejemplo, que el origen de una formación vegetal en análisis no puede ser una plantación forestal, a pesar de que esta plantación se haya realizado sobre la base de especies nativas, ya que no se cumpliría el principio de tener un “origen natural”.

Respecto a los impactos del proyecto o actividad sobre ecosistemas que sean un sumidero de origen natural, **se debe considerar esta característica como una singularidad del ecosistema**, al igual que el énfasis que se da a los recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos.

Esta función se hace destacable en un ecosistema en presencia de dos características principales: la **alta tasa de captura de carbono y la alta capacidad de retener carbono en el tiempo**, ya sea en su biomasa aérea o subterránea. Además, será relevante la extensión del ecosistema, puesto que si tratase de un ecosistema menos eficiente en su tasa de captura, pero de gran extensión, se tratará de un sistema relevante en términos de mitigación climática.

En consideración de la alta complejidad científica requerida para la cuantificación de la capacidad de secuestro de carbono de los ecosistemas, el escaso nivel de avance en esta materia a escalas locales, y el hecho de que el foco del SEIA no está en exigir la neutralidad de emisiones a escala de proyectos, es preciso indicar que **no es requerido en el SEIA que los proyectos presenten una línea de base que cuantifique el secuestro de carbono de los ecosistemas de su AI**. Es más, el Reglamento del SEIA no establece, dentro de los contenidos mínimos de un EIA o DIA, la exigencia de presentar en la descripción de sus AI la captura y emisión de carbono por parte de los ecosistemas impactados.

Por lo tanto, la distinción de si la función de sumidero es destacable como singularidad se podrá realizar con base en la **descripción de atributos del ecosistema y antecedentes bibliográficos debidamente justificados**.

Esto será especialmente relevante cuando se trate de impactos sobre el bosque nativo, ya que estas son las formaciones vegetacionales con mayores tasas de absorción de carbono, por sobre de lo capturado por matorrales y praderas y que, por lo general, mantienen mayores reservorios de carbono, tanto en su biomasa aérea como subterránea.

Particularmente relevante será esta función cuando el bosque nativo presente una **gran cantidad de biomasa aérea, con múltiples estratos y alta biodiversidad; suelos profundos**



con gran cantidad de biomasa subterránea¹⁷; ecosistemas con baja intervención antrópica y ubicados en climas templados húmedos, como por ejemplo el bosque valdiviano.

Luego, para distinguir si el impacto es significativo se deberá considerar:

- Si el proyecto afecta la **permanencia del ecosistema, su capacidad de regeneración y de sostener especies clave que sostienen el funcionamiento del ecosistema como sumidero de carbono**.
- La **duración** de la intervención, en términos de si esta función se podrá mantener en el AI en el futuro.
- La **extensión** del AI, puesto que a mayor extensión será mayor la disminución de la capacidad de mitigación del sistema.
- La **magnitud** del impacto, analizando si se trata de un ecosistema con alta tasa de captura de carbono, si debido al impacto el ecosistema emitirá el carbono retenido y si, además, perderá la capacidad de captura.

En atención a eso, es necesario tener claro que no basta la mera identificación de un ecosistema como sumidero para distinguir un impacto como significativo.

En cuanto al valor ambiental del territorio y con el fin de ligar los conceptos que se han presentado en este documento, cabe destacar que la captura de carbono es considerada un SSEE que tiene beneficios a nivel global más que local, por lo tanto, por sí solo no es un argumento suficiente para determinar el valor ambiental local.

Por otro lado, y en términos de medidas a aplicar cuando se identifique un impacto significativo de pérdida de la función de sumidero de un ecosistema, es recomendado mitigar, reparar o bien compensar con el fin de lograr un ecosistema equivalente, que pueda en un determinado plazo lograr los mismos índices en términos de mitigación por hectárea.

• **Adaptación en medidas, compromisos ambientales voluntarios y planes de seguimiento**

En el caso de que un proyecto deba presentar medidas para hacerse cargo de un impacto significativo o que incluya compromisos ambientales voluntarios (CAV), es relevante para la efectividad de la acción planteada que se considere la exposición del componente a riesgos climáticos.

En este escenario el diseño de las acciones y de su respectivo Plan de Seguimiento debe realizarse sobre la base del **principio de adaptación**. Esto implica que se deben tener claras de antemano las variables que pueden verse modificadas a causa del cambio climático y, por ende, alejar, eventualmente, los resultados de las metas. De este modo, será de relevancia poseer indicadores que permitan tener una alerta temprana de estos cambios, así como una línea de acción clara para la adaptación de las medidas o CAV en el momento que esto ocurra, integrando en el diseño acciones adicionales o complementarias que reviertan los desvíos en la consecución de resultados.

¹⁷ Esto es posible de estimar mediante el análisis en laboratorio de carbono orgánico.

2.2.7 Normativa ambiental aplicable

Cuando un componente ambiental o ecosistema en un determinado sitio es escaso, único o representativo comúnmente se dispone de una figura legal para su protección. Por ello, es necesario identificar al menos los siguientes aspectos¹⁸:

- Especies con categoría de conservación¹⁹.
- Presencia de áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).
- Presencia de sitios prioritarios de conservación definidos por la Estrategia Nacional de Biodiversidad o bien la Estrategia Regional.
- Formaciones vegetales protegidas según la Ley 20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, en particular formaciones xerofíticas, bosque nativo y bosque nativo de preservación.
- Zonificación de planes reguladores comunales y sus áreas de interés ambiental.
- Presencia de áreas protegidas privadas.
- Presencia de especies declaradas monumentos naturales.
- Normas de calidad ambiental secundarias.
- Especies en categoría de amenaza y la posible presencia de planes de recuperación, conservación y gestión de especies (Recoge) asociados a estas.
- Otros planes, programas y estrategias de planificación territorial, entre otros.
- Árboles y arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección (de acuerdo con lo estipulado en el art. 4° de la Ley 18.378 y normas reglamentarias dictadas en conformidad a dicho cuerpo legal).

Cabe señalar que al momento de la presente publicación se encuentra desarrollándose el Reglamento que regula la clasificación de ecosistemas según estado de conservación y la elaboración de los planes de manejo para la conservación de ecosistemas amenazados de conformidad con lo dispuesto en los artículos 30 y 31 de la Ley 21.600, que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP). Una vez que el mencionado reglamento se encuentre vigente, la categoría de riesgo en la clasificación de ecosistemas también deberá identificarse.

A su vez el artículo 6° del Reglamento del SEIA indica que dentro del cumplimiento normativo y con el fin de evaluar impactos, se deben considerar los límites establecidos en las normas de emisión vigentes, así como también los valores indicados en las normas secundarias de calidad ambiental, donde se debe predecir el aumento de la concentración de contaminantes por sobre los límites establecidos en éstas. A falta de normas chilenas, se establece la posibilidad de utilizar normas de referencia extranjeras, en particular de los Estados que se señalan en el artículo 11 del Reglamento del SEIA²⁰.

¹⁸ Una vez que el SBAP se encuentre en pleno funcionamiento, así como también todos los reglamentos que deben dictarse, es posible que este listado deba actualizarse.

¹⁹ Ver en [Clasificación de Especies – Clasificación según estado de conservación. \(mma.gob.cl\)](http://mma.gob.cl).

²⁰ Para más detalles consultar el *Criterio de evaluación en el SEIA: uso de normas de referencia* (SEA, 2024d).

2.2.8 Recomendaciones para la formulación de polinomios de evaluación de impactos ambientales

Una vez predichos los impactos, es decir, una vez que se ha estimado el cambio de su condición, debido a las partes, obras y acciones del proyecto, es necesario evaluar la significancia de estos efectos. En esta tarea comúnmente se utilizan matrices donde se otorga un valor numérico a diferentes criterios que reflejan la magnitud del impacto, por un lado, y el valor ambiental del objeto de protección en cuestión, por el otro.

.....

Se recomienda que las matrices de evaluación de impacto incluyan los criterios expresados en este capítulo, pues estos reflejan los principios que el mismo Reglamento del SEIA establece como relevantes a la hora de evaluar si los efectos, características o circunstancias son significativos.

.....

Con el fin de corregir algunos errores que comúnmente se detectan en la evaluación de impactos, a continuación se presentan algunos ejemplos de **factores que no deben ser considerados** en las matrices. Se debe precisar que pueden existir otros ejemplos, estos corresponden a aquellos más comúnmente incorporados y son ilustrativos del objetivo de esta Guía.

- **Efecto directo o indirecto:** en ocasiones se incluye en la ponderación de los impactos si estos se manifiestan de manera directa o indirecta en el ambiente, es decir, si son consecuencia directa de una acción del titular. **Esto es un error**, puesto que la evaluación debe ser sobre la condición final que se ha predicho, independientemente de si el proceso para su manifestación involucra a otros componentes ambientales que se ven afectados de manera previa. Cabe tener en consideración que los ecosistemas se caracterizan por sostener una red de funciones; estas interacciones provocan que el efecto del cambio en uno de sus componentes pueda repercutir en otros. Por ejemplo, la extracción de agua por parte de un proyecto puede incidir en la pérdida de vegetación por restricción en la disponibilidad de agua, lo que a su vez puede alterar la fauna y afectar la cobertura de los suelos, dejándolos propensos a la erosión. El hecho de que el efecto parta con la extracción de agua en ningún caso desvaloriza los efectos al final de la cadena de consecuencias. A mayor abundamiento, el Reglamento del SEIA no menciona la característica "efecto directo o indirecto" como un criterio para la evaluación de impacto ambiental.
- **Plazo de manifestación:** este criterio mal utilizado busca valorizar como más relevantes los impactos que ocurren inmediatamente después de la realización de la acción u obra que los causa. **Esto es un error**, puesto que además de no ser mencionado como un criterio en el Reglamento del SEIA, es un principio que va en contra de un criterio que sí se menciona, que es considerar si "se afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro". Es decir, desde la mirada de la sustentabilidad, que vela por la condición futura de los ecosistemas, la

problemática de la significancia de impactos no prioriza si el efecto ocurre antes o después, sino cuál es la magnitud de la afectación en su condición final, y si la merma de su calidad permitirá su aprovechamiento racional futuro.

- **Probabilidad de ocurrencia:** este parámetro en un elemento relevante en la identificación de potenciales contingencias de origen antrópico o natural; sin embargo, no es correcto considerarlo en la evaluación de impactos. Un principio básico de la evaluación, el cual se menciona en los artículos 18 y 19 del Reglamento del SEIA, es que la predicción y evaluación de impactos **debe utilizar el escenario o condición más desfavorable**, por lo tanto, esto implica asumir que el impacto sí ocurrirá, quedando para la predicción y evaluación identificar el cómo.
- **Periodicidad:** en términos temporales, el Reglamento del SEIA es claro en darle valor a la **duración** del impacto, si bien es necesario saber para la predicción de este cómo se desarrollarán temporalmente los efectos, lo correcto es valorar la duración total. En el caso de que el impacto se repita periódicamente, entonces, se ha de considerar el tiempo total donde se incluye cada efecto parcial. Cabe mencionar que, en circunstancias de impactos con frecuencia periódica, es posible que nos encontremos ante un impacto acumulativo, cuya consecuencia final puede ser de igual magnitud que un efecto generado a causa de una acción en un momento puntual.
- **Efecto acumulativo o sinérgico: no es correcto** incluir la característica de “acumulación/ sinergia” en la evaluación de un impacto, toda vez que este atributo indica el proceso como se desarrolla el impacto, pero no explica la magnitud final de este. Por ejemplo, un impacto simple, que provenga de una sola acción del proyecto, puede ser de gran magnitud, así como también un impacto acumulativo puede tener una magnitud pequeña a pesar de su origen múltiple. Además, el Reglamento del SEIA no establece la consideración de la sinergia o acumulación como un aspecto agravante que conduzca a clasificar el impacto como significativo. Por lo tanto, el hecho de incorporar este atributo en las matrices impide la obtención de un resultado final correcto.

3.

IMPACTOS ACUMULATIVOS





3.

3. IMPACTOS ACUMULATIVOS

El documento *Criterio de evaluación en el SEIA: Metodologías para la consideración de los impactos acumulativos y sinérgicos* (SEA, 2024e), define los impactos acumulativos como:

.....

“El resultado de los efectos sucesivos, incrementales o combinados de un proyecto o actividad en un territorio o componente ambiental determinado, ya sea de manera directa o indirecta, que pueden combinarse con los efectos de otros proyectos y actividades existentes, planificados o razonablemente previsibles, se encuentren con o sin autorización ambiental²¹”.

.....

En este sentido, los **efectos sinérgicos** definidos en la Ley 19.300, artículo 2°, letra h bis), y utilizados en el Reglamento del SEIA en el artículo 18, letra f), **deben ser considerados como un tipo de impacto acumulativo**, al igual que los efectos antagónicos, aditivos, enmascaradores u otras categorías ampliamente diversas que se utilizan en la literatura científica internacional. Por ello, de aquí en adelante y en el marco de la evaluación ambiental de proyectos o actividades en el SEIA, **los impactos acumulativos y efectos sinérgicos serán referidos simplemente como “impactos acumulativos”**.

²¹ El concepto de “sin autorización ambiental” se deberá entender únicamente para el “proyecto o actividad existente sin RCA”.

El Reglamento del SEIA²² establece que los impactos acumulativos se deben considerar al momento de predecir los impactos o, en otras palabras, cuando se requiera determinar si se presentan los ECC descritos en el artículo 11 de la Ley 19.300. **Esta indicación no solo es aplicable a los EIA, sino también a las DIA**, ya que en este último caso, el artículo 19, letra b) del Reglamento del SEIA establece que se deben presentar “los antecedentes necesarios que justifiquen la inexistencia de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley que pueden dar origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto Ambiental, considerando para ello el escenario más desfavorable (...)”. Por lo tanto, para descartar la posibilidad de generación de impactos significativos las DIA también deben estudiar el desarrollo de los impactos en términos de su posible acción conjunta con efectos generados por otras acciones en el AI.

En términos **espaciales**, para la predicción de impactos de orden acumulativo se deben considerar los proyectos o actividades que se encuentren **dentro del AI** del impacto en cuestión. En esta área se deben identificar:

- Proyectos o actividades antiguos, sin RCA, cuyos efectos deberán estar representados en la línea de base del componente, expresando con ello el estado del componente con los impactos históricos percibidos.
- Proyectos con RCA, estén o no operando.

Dependiendo de las características del componente ambiental y funciones ecosistémicas impactadas puede ser necesario ampliar el alcance espacial del análisis de impactos acumulativos. Por ejemplo, la predicción de impactos sobre ecosistemas terrestres por extracción de agua subterránea mediante pozos debería considerar otras extracciones presentes en la misma hoya hidrográfica, sobre todo en la misma microcuenca. En estos casos es recomendable que un especialista en hidrogeología participe en el equipo multidisciplinario que realizará la determinación del límite espacial del análisis acumulativo.

A su vez, los límites temporales para la predicción de impactos acumulativos estarán dados por la predicción de la duración de los impactos del proyecto.

El análisis de impactos acumulativos es necesario bajo dos condiciones principales: que **se evidencie la potencialidad de un impacto significativo**, y que exista la posibilidad de **sobrepasar los límites de capacidad de carga** del componente ambiental en estudio.

La **capacidad de carga o límite de carga aceptable** se debe entender como aquel umbral o variación aceptable, ya sea definido por un instrumento normativo, indicativo o por la caracterización del AI, para un determinado componente ambiental o sistema que no genere perturbaciones sustanciales o irreversibles en las condiciones normales de su funcionamiento. Por ejemplo, las normas de calidad ambiental son instrumentos normativos que indican un límite de carga de un territorio (por lo general, a nivel nacional) respecto a un contaminante, para salvaguardar tanto la vida y salud de la población humana como las condiciones de subsistencia del medio ambiente (SEA, 2024b).

²² Artículo 18, letra f) y letra e.11), del Reglamento del SEIA.

Tal como se indicó en el capítulo 2.2.8 de esta Guía, el hecho de que un impacto sea o no acumulativo **no debe ser considerado como un parámetro para establecer la significancia de los impactos**, puesto que este hecho no representa al efecto final sobre el medio, sino solo la forma en que se desarrolla. En este sentido, un impacto simple (con un solo origen) puede tener mucho mayor magnitud que un impacto acumulativo, o también darse la situación contraria.

Pensemos en el caso hipotético de que un proyecto se instala en un sector con altas precipitaciones, y que para el tránsito de vehículos requiere construir un camino que atraviesa un bosque nativo de preservación, con especies sensibles en categoría de amenaza. El impacto de la construcción del camino (impacto con un solo origen) será considerado significativo, pero imaginemos que luego de unos años nuevos proyectos se instalan en el sector haciendo uso de este camino. El paso de esta gran cantidad de vehículos levantará material particulado (MP) que se depositará en sus hojas, pero las características meteorológicas del sector evitarán que la acumulación de MP logre afectar el vigor de las plantas. Este último es considerado un impacto acumulativo, sin embargo, podría no ser significativo.

Para la predicción de los impactos acumulativos se recomienda aplicar:

- Estudios de campo (línea de base, monitoreo, estudios específicos por componente).
- Modelos (de dispersión, de hábitat, de distribución de especies, de tendencias poblacionales, modelos conceptuales, modelos ecosistémicos, modelos ecológicos de paisaje, hidrodinámicos, hidrogeológicos, atmosféricos, entre otros).
- Conocimiento local (tanto de las comunidades locales y los servicios que ellos perciben de la vegetación y flora, así como del uso tradicional).
- Juicios de expertos o autoridades de servicios con competencia sobre el componente.

Luego de la predicción de impactos, la evaluación de significancia de estos debe realizarse según los criterios generales y específicos planteados en el capítulo 2 de la presente Guía.

4.

CRITERIOS DE PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN SEGÚN OBJETO DE PROTECCIÓN

4.





4.

4. CRITERIOS DE PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN SEGÚN OBJETO DE PROTECCIÓN

Los diferentes componentes ambientales de los ecosistemas terrestres tienen características particulares que generan desafíos específicos inherentes a la hora de predecir y evaluar impactos. Por ello, el presente capítulo abordará los criterios por componente de evaluación de impacto ambiental y algunos casos de aplicación, con el fin de acercar la teoría a la realidad práctica del funcionamiento del SEIA.

4.1 Suelo

El artículo 6°, letra a) del Reglamento del SEIA indica que para evaluar si se presentan impactos significativos se deberá considerar “la pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes”. Esto implica que es fundamental aclarar qué entendemos por “pérdida de suelo”, y por “pérdida de la capacidad para sustentar biodiversidad”.

La **pérdida de suelo** refiere a una merma de **cantidad** por remoción o por emplazamiento de obras permanentes, lo que implica una pérdida de sus funciones ecosistémicas. Esta puede ser representada por superficie (ha, m²) o por volumen. Por ejemplo, cuando para una obra se requiere la pavimentación de una superficie, es clara la cantidad de área de suelo perdida. Por otro lado, la pérdida de volumen puede darse por la remoción de los horizontes superficiales en el acondicionamiento de terreno, o bien por efecto de la erosión del sitio.

Por su parte, la **pérdida de la capacidad de sustentar biodiversidad** tiene una aproximación más cercana a la observación de cambios en la **calidad** del suelo, tanto por cambios en sus

condiciones fisicoquímicas como biológicas, aunque evidentemente, si un suelo se pierde por emplazamiento de obras permanentes esto también implicará la pérdida total de su capacidad de sustentar biodiversidad.

La capacidad de un suelo de sustentar biodiversidad radica principalmente en que posee características que facilitan el desarrollo radicular de una gran variedad de especies. Para describir esta condición se recomienda utilizar la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a), la cual incluye una metodología diseñada para aquello. La metodología puede ser utilizada para describir la condición inicial (línea de base) del suelo, para luego predecir su cambio a la luz de los impactos que recibirá, prediciendo una condición final. Este cambio, o delta de condición, será relevante en la justificación de la magnitud o severidad del impacto sobre la calidad del componente suelo.

Se debe tener en consideración que la capacidad inicial del suelo para sustentar biodiversidad no debe determinar la evaluación del impacto “pérdida de biodiversidad del OP ecosistema”, puesto que, a pesar de que un suelo tenga una condición pobre (por ejemplo, escasa profundidad, salino, calcáreo y pedregoso), igualmente puede albergar especies o formaciones singulares, adaptadas a condiciones extremas, siendo por ello especies únicas, escasas o representativas. Esto es importante pues no se debe confundir la capacidad del suelo de sustentar biodiversidad con el hecho efectivo de que exista biodiversidad en un sitio, pues esto último dependerá también de otras variables, por ejemplo el uso histórico del sitio y amenazas actuales.

Las acciones que generen degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes, también deben ser consideradas al momento de identificar los impactos sobre el suelo, prediciendo si sus efectos generan un desmedro de la cantidad o calidad del componente.

Para predecir y evaluar si existen o no impactos sobre el suelo, es necesario tener claro que **este es un componente ambiental que se forma y evoluciona muy lentamente**. Esto incide directamente en el criterio de evaluación denominado “duración del impacto”, así como también, en la resiliencia. Por ejemplo, la pérdida de cantidad de suelo es considerada un impacto permanente, puesto que para que el ecosistema recupere ese volumen de suelo se sobrepasarían con creces los tiempos de duración de cualquier proyecto, considerando que se trata de escalas a lo menos centenarias.

La resiliencia, en términos de calidad del suelo, también está vinculada a su capacidad para depurar o asimilar contaminantes derivados de la disposición de residuos o efluentes²³. Para ello es importante tener en consideración las normas primarias de calidad ambiental para suelo que se dicten, o bien las normas de referencia extranjeras²⁴.

En cuanto a la relación del suelo con los demás componentes del ecosistema es necesario tener presente que este cumple un rol estructurante, es decir, que en función de sus características

²³ Ref. artículo 6° letra f) del Reglamento del SEIA.

²⁴ Para más detalles consultar el *Criterio de evaluación en el SEIA: uso de normas de referencia* (SEA, 2024d).

se podrá desarrollar o no determinado tipo de flora y fauna. Además, sus funciones en el ciclaje de nutrientes, absorción y retención de agua, soporte, entre muchas otras funciones, posibilitan la permanencia y desarrollo de la vida. Por este rol fundamental lo más común es que cuando existan impactos sobre el suelo, probablemente se presenten también sobre otros componentes ambientales del ecosistema.

Respecto del cambio climático, vale puntualizar que el suelo es uno de los reservorios que almacena mayor cantidad de carbono, recibiendo y conteniendo el carbono que fijan las plantas en sus raíces y aquel que proviene de hojas y ramas en descomposición. Esta característica será más relevante en climas húmedos y fríos con una densa cobertura arbórea. En este sentido, será importante analizar los riesgos de erosión que deriven de lluvias intensas, particularmente, en los suelos en pendiente y con baja cobertura vegetal, para lo cual es necesario conocer los datos históricos y las proyecciones de esta amenaza climática que se pueden encontrar en el portal [Arclim](#) del MMA.

4.

- **Descripción de características del suelo y singularidades²⁵**

El proceso de identificación de impactos sobre el suelo debe considerar, como primer paso, la caracterización de los atributos que pueden ser afectados por un proyecto de inversión. Para ello cabe analizar sus singularidades, los distintos usos y su condición en términos de calidad. Esta información servirá para definir las **unidades homogéneas de suelo** (UHS) presentes en el AI²⁶.

Algunos ejemplos de singularidades ambientales del suelo son la presencia de suelo frágil altamente erosionable o móvil (ej. suelo en altas pendientes, dunas, suelo de borde costero, entre otros); presencia de suelo degradado o con potencial presencia de contaminantes o contaminado²⁷, y presencia de suelo relevante para la recarga de acuíferos. También es de importancia considerar la calidad singular de suelos que dan sustento a bosques, flora, fauna, así como a explotaciones silvoagropecuarias. Además, hay suelos que propician hábitats de relevancia, facilitando condiciones preferenciales de anidación de ciertas especies, como la costra salina utilizada por las golondrinas de mar. Finalmente, es posible considerar como singularidad los suelos que permiten la conservación de patrimonio arqueológico o paleontológico.

²⁵ Para profundizar más en los contenidos para la descripción del suelo se recomienda revisar la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

²⁶ La *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a), en su capítulo 3.1.1 ofrece una metodología para definir las unidades homogéneas de suelo.

²⁷ La Resolución Exenta 460, del 15 de mayo de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, aprueba la *Guía metodología para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes y sus anexos*.

• Predicción de impactos

La descripción del impacto debe establecer la forma en que interactúa el proyecto con el suelo, a través de sus distintas partes, obras y acciones. Para ello resulta necesario:

- Localizar geográficamente el proyecto y sus partes, obras y acciones²⁸.
- Caracterizar los distintos tipos de suelo del AI teniendo en cuenta los parámetros físicos, químicos y biológicos mencionados en las distintas guías de especialidad sobre suelos²⁹ y delimitar geográficamente las UHS.
- Evaluar la afectación del proyecto sobre las UHS, definiendo los cambios en parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, y comparando las situaciones con y sin proyecto.

La *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b) ofrece una tabla con un listado que se refiere a los tipos de impactos que pueden presentarse sobre el componente suelo. A modo de resumen, estos se pueden simplificar en los siguientes puntos:

- Pérdida de superficie de suelo (cantidad).
- Deterioro de las propiedades físicas del suelo (textura, estructura, impermeabilización, compactación, profundidad, drenaje, entre otros).
- Alteración de las propiedades químicas del suelo (pH, nutrientes, salinidad, materia orgánica, entre otros).
- Alteración de las propiedades biológicas del suelo (presencia de raíces, germoplasma y biota del suelo).
- Variación de la clase de capacidad de uso del suelo (CUS).
- Pérdida de la capacidad del suelo para sostener biodiversidad.
- Pérdida o deterioro de servicios ecosistémicos de regulación y provisión.

A continuación se mencionan ejemplos de impactos en el suelo que causan efectos indirectos sobre otros componentes:

- La compactación del suelo puede generar cambios en la escorrentía de agua, afectando la calidad y cantidad de agua que llega a humedales. También puede disminuir la infiltración hacia las napas freáticas.
- La compactación puede perjudicar el desarrollo del sistema radicular de la flora y la recolonización de ésta, afectando la resiliencia del componente.
- La erosión del suelo y el consiguiente transporte del material puede ocasionar una pérdida de calidad en aire y agua.

²⁸ Se recomienda la revisión del geoportal del SEA, donde se encuentran proyectos y líneas de base levantadas en el sector.

²⁹ Se recomienda utilizar la *Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo D-RNN-EIA-PR-005* (SAG, 2019), la *Pauta de estudios de suelo* (SAG, 2011 rectificada) y la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

Caso 1: Pérdida de suelo y de su capacidad de sustentar biodiversidad por remoción, nivelación, compactación e impermeabilización

Cuando un proyecto comienza su construcción frecuentemente requiere preparar el suelo donde se planifica realizar las obras o acciones. Esto puede implicar la remoción de los primeros horizontes de suelo, su nivelación, compactación e impermeabilización, dando paso luego a la instalación de canchas de acopio, caminos, estacionamientos, edificaciones u otros.

Estos Factores Generadores de Impacto (FGI) pueden ser **temporales**, cuando el uso de la superficie solo se efectúa durante la fase de construcción del proyecto, o **permanentes**, cuando la superficie será utilizada durante toda la vida útil del proyecto.

Los impactos identificados para este tipo de acción son la pérdida de suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad, tal como lo menciona el artículo 6° letra a) del Reglamento del SEIA. Son un tipo de impacto fijo, circunscrito al área que se pretende acondicionar, pero para evitar que además ocurran impactos por efecto de transporte (erosión o suspensión), será necesario realizar acciones de control, tales como obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, el mojado de canchas, aplicación de bischofita y otros métodos de control de suspensión de polvo.

En el caso de que los impactos sean permanentes, a causa de la sustitución de usos con obras que permanecen durante toda la operación del proyecto, la predicción de impactos es sencilla, pues implicará determinar que se pierde totalmente el suelo utilizado por las obras. La superficie en cuestión estará dada por la delimitación de toda el área intervenida, quedando con ello establecida el AI.

En el caso de que los impactos sean temporales se tendrá que describir la condición inicial del suelo para el sustento de la biodiversidad y la condición final. Estas se deben comparar, tanto a nivel de los atributos en los que se observa un detrimento, como a nivel total, es decir, la categoría de capacidad de sustentar biodiversidad. Para este cálculo se recomienda utilizar la metodología propuesta en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a). En estas circunstancias es probable que se presente erosión por la remoción de capas superficiales del suelo, y una disminución de la profundidad efectiva debido a la compactación por uso.

Finalmente, la determinación de significancia del impacto, propia del proceso de evaluación ambiental, deberá expresarse en la matriz de evaluación los criterios indicados en el capítulo 2 de esta Guía. En este caso destaca la consideración del cambio en la **calidad** del suelo. Su ponderación debe expresar la pérdida de calidad del suelo en el AI, teniendo presente la calidad preexistente como un factor a determinar, **siendo más significativos los impactos sobre suelos con alta capacidad de sustentar biodiversidad y una buena CUS.**

También será relevante evaluar la **extensión** del suelo perdido, y en particular reconocer si este tipo de suelo, con las singularidades que presenta, está bien representado dentro de la **misma subcuenca**³⁰.

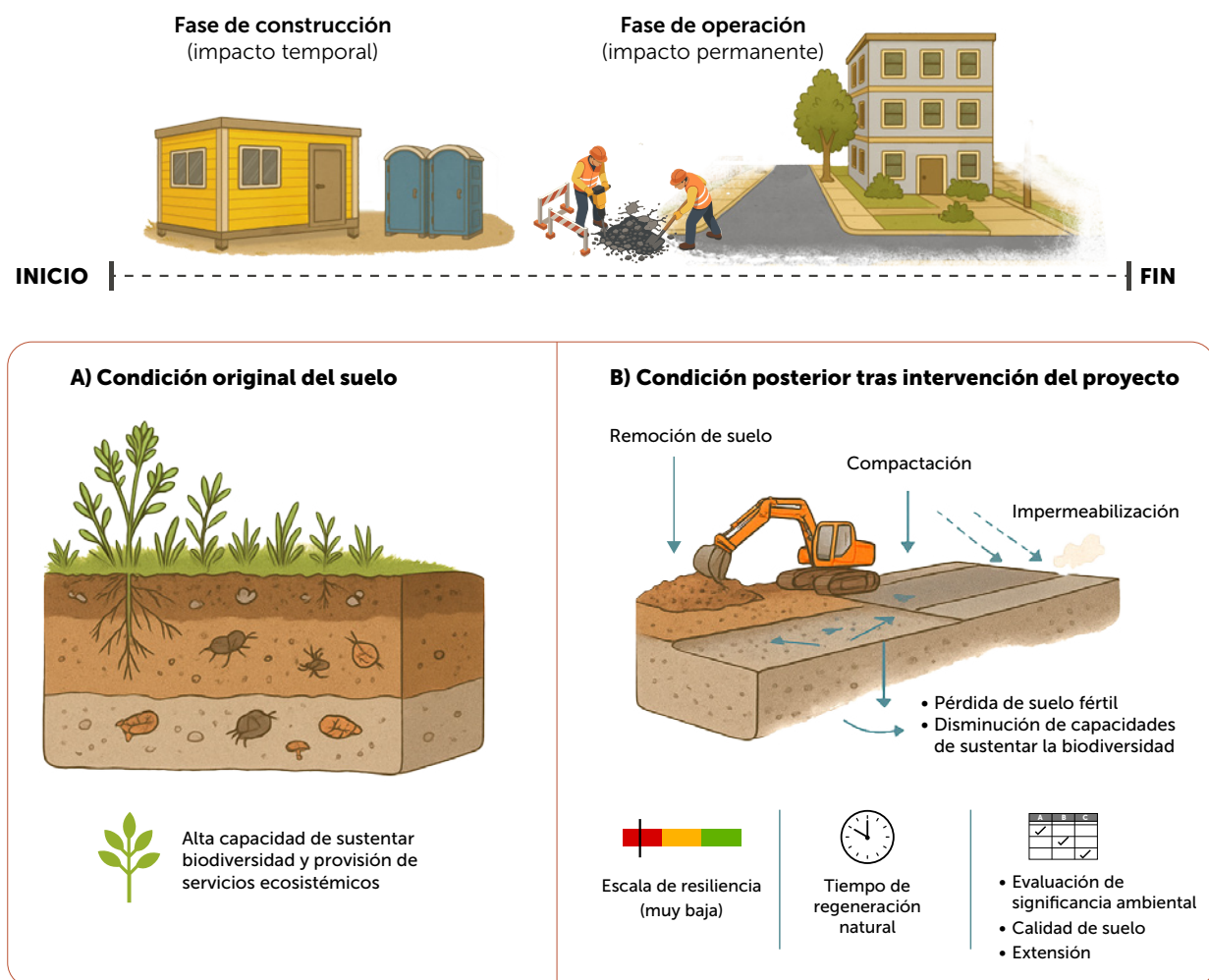
30 La escala de subcuenca (definidas por la DGA) es la utilizada para evaluar la condición de la biodiversidad a nivel de paisaje, siendo el nivel utilizado en la metodología para el diseño de medidas de compensación. Por ello es coherente utilizar esta misma escala para realizar estudios comparativos y establecer impactos sobre este componente que permitan integrar la información y llegar a conclusiones a nivel de ecosistema y paisaje.

Como se mencionó previamente, la edafogénesis es un proceso muy lento, por lo tanto, en este caso se considera que el impacto es de **duración permanente** y la resiliencia prácticamente nula si se utiliza una escala temporal de proyectos.

Finalmente, en función de los **servicios ecosistémicos** que pueda estar otorgando el suelo en cuestión, habrá que analizar la magnitud de esta pérdida, sobre todo en términos de servicios ecosistémicos de regulación (control de la erosión y flujos hídricos) y de provisión (usos silvoagropecuarios).

La Figura 4 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 4. Pérdida de suelo y de su capacidad de sustentar biodiversidad por remoción, nivelación, compactación e impermeabilización



Fuente: elaboración propia

Caso 2: Pérdida de suelo por erosión

Este ejemplo aplica cuando producto de obras, partes o acciones de un proyecto se crean o activan **procesos erosivos que conllevan al deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo**.

Esto puede ocurrir a raíz de las mismas acciones del ejemplo anterior, principalmente por la remoción de suelo, pero también a causa de alteraciones en el régimen hídrico superficial (alteración de cauces, pendientes, eliminación de vegetación, entre otros) o por la exposición a erosión eólica.

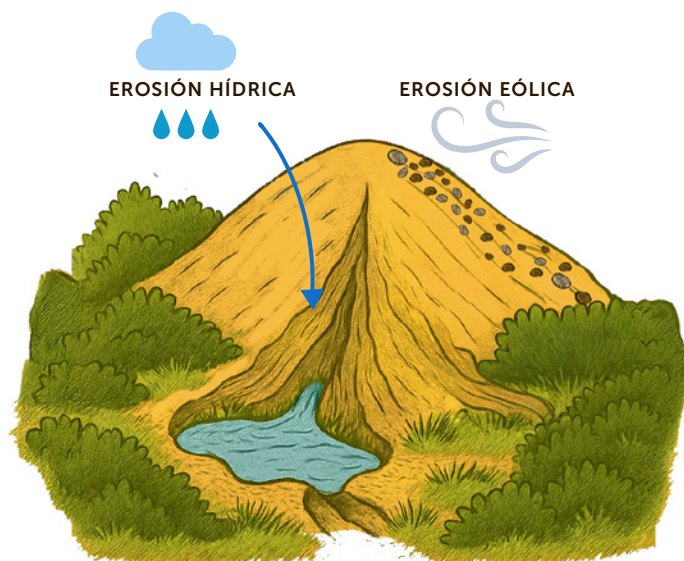
Cuando se trate de suelos en pendiente, desprovistos de vegetación, expuestos a lluvias y viento, se recomienda realizar la metodología indicada en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a), disponible en la sección 3.1.6 denominada "Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos". Esta metodología se basa en el documento *Evaluación de impactos de riesgo de activación de procesos erosivos* (SAG, 2016), y es útil para predecir el impacto, clasificándolo según los riesgos de erosión de la unidad homogénea del suelo en función de su vulnerabilidad y la agresividad climática. En el caso de riesgos altos o muy altos, y cuando existe la posibilidad de impactos significativos, se recomienda utilizar modelos numéricos para una predicción más precisa, tal como la metodología Rusle disponible en la sección 3.1.7 de la misma guía.

En cuanto a la evaluación de significancia del impacto, será necesario tener presente la **magnitud** del impacto en términos de la **cantidad** de material erosionado y la **extensión** de superficie implicada. A su vez, se debe tener en consideración la pérdida de **calidad**, **siendo un agravante el hecho de que el suelo tenga mejor CUS y capacidad de sustentar biodiversidad**. Tal como ya se ha mencionado, las pérdidas por erosión han de considerarse con una **duración permanente y nula resiliencia**.

Para este impacto será relevante considerar las proyecciones en las **condiciones del clima**, en específico respecto de la exposición del sitio a precipitaciones intensas, información que puede extraerse del portal [Arclim](#). Así también serán relevantes las proyecciones de **riesgos climáticos** que incidan sobre el verdor de los bosques, la presencia de flora y sequías, ya que estas condiciones pueden desencadenar una disminución de **cobertura vegetal**, lo que podría generar, como consecuencia, una pérdida de suelos a futuro.

Si bien el desarrollo de contingencias no forma parte de la predicción y evaluación de impactos, cabe tener presente que un suelo erosionado y descubierto puede agravar las consecuencias de fenómenos como inundaciones y remociones en masa, representando riesgos que se deben prevenir y controlar a la luz de la sustentabilidad ambiental y del proyecto mismo.

La Figura 5 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 5. Pérdida de suelo por erosión

Fuente: elaboración propia

Caso 3: Pérdida de calidad química y biológica del suelo por contaminación

El depósito de materiales contaminantes sobre suelo desnudo tiene el potencial de lixiviar sustancias contaminantes cuando estas últimas entran en contacto con el agua, penetrando por los poros del suelo en profundidad. Este FGI es particularmente crítico en relaves mineros, pero también es posible cuando, en presencia de condiciones preexistentes de contaminación, el proyecto realiza acciones que activan el movimiento de los contaminantes acumulados.

Las zonas con suelos contaminados, donde se planifique desarrollar proyectos o actividades, tienen el potencial de movilizar los contaminantes, lo que supone un riesgo para el OP ecosistemas terrestres y, especialmente, en ecosistemas sensibles o de alta relevancia. Lo anterior puede ocurrir por medio de la matriz de agua superficial o subterránea, la erosión del suelo por viento o arrastre hídrico, movilización dentro del suelo o incluso volatilización de contaminantes por cambios de condición, u otras, lo que modifica, o eventualmente activa, las rutas de exposición preexistentes.

El movimiento efectivo de los contaminantes en el suelo dependerá de las características fisicoquímicas de este, tales como el pH, la capacidad de adsorción, la cantidad de agua que recibe, la porosidad, el nivel de la napa freática, la potencialidad de generar quelatos, entre otras. También será relevante el clima, los usos que se le den al suelo y las características geológicas generales. Estas circunstancias pueden generar impactos más allá de los límites físicos del depósito, dependiendo en gran medida del comportamiento de las napas freáticas.

Para la predicción de impactos será necesario realizar una modelación del comportamiento de los contaminantes sobre la base de un conocimiento exhaustivo de las características

del suelo y de los contaminantes, lo que debe ser realizado por un profesional o equipo especialista. De ahí la relevancia de caracterizar esta condición en la descripción del AI.

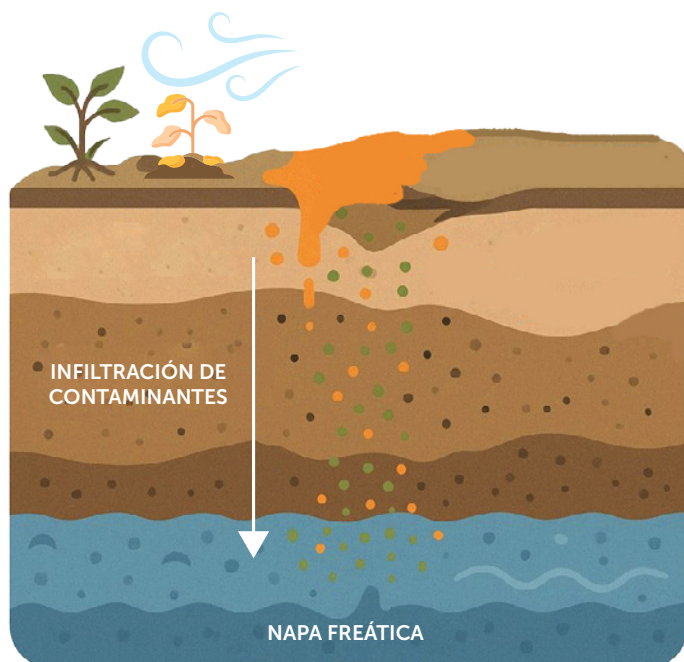
La evaluación de impactos en este caso estará dada por el cambio en la **calidad** del suelo, su potencial pérdida de capacidad de sustentar biodiversidad, pérdida de su capacidad de uso, lo cual se debe expresar en la **magnitud** definida para el impacto. También será relevante tener presente los **servicios ecosistémicos** que presta el suelo, en términos de la pérdida de potenciales usos silvoagropecuarios y eventualmente los riesgos que pueda implicar para la salud de la población y la seguridad hídrica. Para reconocer estos efectos es necesario estimar la **extensión** del impacto y con ello justificar adecuadamente el AI, reconociendo los usos presentes en el territorio y el delta de condición de calidad.

A falta de normas de calidad y de emisión promulgadas en Chile, se han de utilizar normas de referencia de los Estados que señala el artículo 11 del Reglamento del SEIA. Para ello se deben utilizar los lineamientos de selección que entrega el *Criterio de evaluación en el SEIA: Uso de normas de referencia* (SEA, 2024e).

Por otro lado, se recomienda, en la medida que sea pertinente, el observar los contenidos de la *Guía metodológica para gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes* (MMA y Fundación Chile, 2013)³¹.

La Figura 6 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 6. Pérdida de calidad química y biológica del suelo por contaminación



Fuente: elaboración propia

³¹ Aprobadas sus modificaciones mediante la Resolución Exenta 406/2013.

4.2 Flora y vegetación

De acuerdo con el artículo 6°, letra b) del Reglamento del SEIA se indica que con el objeto de evaluar impactos significativos se debe considerar “la superficie con plantas, (...) y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie. Para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica, así como la presencia y abundancia de especies silvestres en estado de conservación o la existencia de un plan de recuperación, conservación y gestión de dichas especies, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley”.

De esta manera, se indica que la evaluación de impactos sobre el componente de flora y vegetación debe considerar, en primer lugar, la superficie afectada, vale decir, la **extensión** del impacto sobre el componente. El efecto se puede expresar como superficie (ha, m²) y representará acciones que impliquen intervención, explotación, alteración o manejo de la flora y vegetación es decir, que generen una afectación a ejemplares de una formación vegetal, o de sus características en composición, vigor, abundancia u otras. Un ejemplo de este impacto puede ser la corta, eliminación, descepa o extracción de vegetación nativa para la instalación de faenas.

Un segundo aspecto que se requiere considerar es la afectación sobre la **biodiversidad**, para lo cual se deben tener en cuenta las disminuciones significativas en cualquiera de los niveles de biodiversidad (genes, especies, ecosistemas y paisaje), tomando en consideración los diferentes atributos antes mencionados (composición, estructura y función). Un ejemplo de afectación en biodiversidad sería la pérdida del sotobosque por la intervención de un bosque maduro. Al despejar parte del estrato arbóreo ocurrirían cambios en la luz y la humedad, lo que generaría la pérdida o menoscabo de las especies de herbáceas y arbustos tolerantes a la sombra que se desarrollan en las partes bajas del bosque. De este modo, se afectaría tanto la estructura del bosque, al eliminar un estrato; la composición de este, al perder las especies de herbáceas y arbustivas, y las funciones dadas por el sotobosque en retención de humedad y refugio.

Por su parte, **la afectación de especies en categoría de “conservación”** se puede dar por la corta directa de individuos, como también por la alteración del hábitat de estas especies. En el análisis también se debe revisar si esta flora está sujeta a algún plan de conservación en el AI, como por ejemplo los planes Recoge del MMA.

Por otra parte, el artículo 6° letra h) establece que se debe considerar para la evaluación los impactos “(...) la introducción de especies exóticas al territorio nacional o en áreas, zonas o ecosistemas determinados”. En este caso, al momento de analizar si se incorpora flora exótica a causa del proyecto, se debe describir la fragilidad de los ecosistemas, especialmente cuando son ecosistemas aislados o relictos.

La **resiliencia** y evolución de este componente dependerá, en gran medida, de la formación vegetal y las especies que la conforman. Además, en casos de despeje de vegetación, normalmente se alteran también las características del suelo que entregan las condiciones para el desarrollo de las plantas, debiendo considerarse impactos ambientales permanentes e irreversibles, en atención al tiempo de recuperación.

Al incorporar los efectos del cambio climático se recomienda utilizar las proyecciones de riesgos climáticos y amenazas definidas en el portal [Arclim](#), estudiando los efectos esperados del cambio en temperatura, precipitación, y aquellas que se agreguen en particular en las pestañas de [Biodiversidad](#) y [Bosque Nativo](#). Es particularmente importante poner atención a aquellas formaciones o especies que se encuentren en sus límites de distribución, de distribución restringida o de baja representatividad nacional, así como aquellas consideradas remanentes o relictuales, apoyándose en lo indicado en los [Mapas de Especies](#) en cuanto a la **probabilidad de presencia** de la flora ante los cambios del clima. Cabe enfatizar que esta última herramienta mencionada **no asegura la presencia actual ni futura de las especies en las superficies que señala**, sino que únicamente presenta una probabilidad de presencia en función del clima, lo cual puede o no ocurrir, puesto que para la efectiva movilidad de una especie se requiere una suma de condiciones que faciliten esta adaptación, entre ellas el funcionamiento óptimo de corredores biológicos.



4.

• **Descripción de características de la flora y vegetación y singularidades³²**

El proceso de predicción o identificación de impactos sobre el receptor “flora y vegetación” debe considerar, como primer paso, la descripción de los atributos más propensos a ser afectados por el proyecto. En primer lugar, se debe considerar el contexto o escala espaciotemporal. Luego, se debe analizar la presencia de singularidades, tanto a nivel de individuos, especies, formaciones vegetacionales, ecosistemas o paisajes. Finalmente, se deben incluir las características del hábitat asociado a poblaciones-especies y comunidades.

Algunos ejemplos de singularidades ambientales relativas a vegetación y flora son:

- Formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional.
- Formaciones vegetales relictuales.
- Formaciones vegetales reliquias.
- Formaciones vegetales remanentes.
- Formaciones vegetales frágiles³³.
- Especies vegetales que están bajo protección oficial.
- Especies vegetales clasificadas según su estado de conservación como “amenazadas”, incluyendo las categorías “casi amenazadas” y “datos insuficientes”.
- Especies endémicas.
- Especies de distribución restringida cuya población es reducida o baja en número.
- Formaciones que actúan como sumideros de origen natural.
- Bosque nativo de preservación.

³² Para profundizar más en los contenidos para la descripción del componente flora y vegetación se recomienda revisar la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

³³ Cuya existencia se ve amenazada por escasez de recursos o fenómenos poblacionales que restringen su crecimiento y mantención en el tiempo.

- Bosque nativo al interior de unidades del SNAP.
- Especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.
- Especies en categoría Cites³⁴.
- Especies próxima al límite de su distribución geográfica.
- Especies en o próxima a su límite altitudinal.
- Presencia de especies facilitadoras o “nodrizas”, paraguas, claves e ingenieras ecosistémicas.
- Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.
- Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial.
- Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas.
- Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley 18.378).
- Actividad en o colindante con o aguas arriba de humedales.
- Poblaciones / comunidades longevas.
- Áreas de reclutamiento o áreas fuente de propágulos de especies nativas.
- Formaciones o comunidades vegetales con alto endemismo.
- Formaciones o comunidades vegetales con alta susceptibilidad a los efectos del cambio climático.
- Formaciones o comunidades vegetales que proveen hábitats críticos³⁵.

• Predicción de impactos

Para la predicción de impactos se debe tener presente la forma en la que interactúa el proyecto, a través de sus FGI, con el componente flora y vegetación. Para ello es relevante tener al menos los siguientes datos³⁶ del AI:

- Localizar geográficamente el proyecto, sus partes, obras y acciones.
- Ubicación y superficie de las formaciones y especies, en particular de sus singularidades.
- Singularidades.
- Estado sanitario y vitalidad de las poblaciones o comunidades.

³⁴ La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, más conocida como Cites por sus siglas en inglés, es un tratado internacional redactado con base en la resolución adoptada en 1973 por los miembros de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

³⁵ Hábitat crítico se refiere a áreas específicas que son esenciales para la supervivencia y la recuperación de especies únicas, escasas o representativas. Estas áreas proporcionan los elementos esenciales para el bienestar y la reproducción de estas especies, como alimento, agua, descanso, refugio y condiciones de reproducción adecuadas.

³⁶ Para más detalles se recomienda revisar la información presentada en el Capítulo 4 de la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

- Tipo de formación (bosque nativo, formaciones xerofíticas, matorral, entre otros.).
- Composición florística.
- Estado de desarrollo de las especies.
- Estado sucesional de la vegetación.
- Cobertura (%) de los distintos estratos vegetacionales o especies.
- Tipos biológicos de las formaciones vegetacionales y su estratificación.
- Bosque nativo de preservación.
- Especies dominantes.
- Cuantificación (abundancia) de especies en categoría de conservación o que presenten alguna de las singularidades que reconoce la Ley 19.300 y su Reglamento.
- Proporción que representa la superficie de flora a afectar respecto a la superficie total del área de distribución de dicha especie.

4. Dentro de los efectos que puede generar un proyecto en su interacción con el componente de flora y vegetación, a modo de ejemplo, aunque no son los únicos, se pueden encontrar los siguientes:

- Pérdida de ejemplares, poblaciones o comunidades de flora.
- Modificación de las estructuras poblacionales y comunitarias de la flora.
- Alteración de bosque nativo de preservación.
- Modificación de la función de la flora a nivel poblacional y comunitario.
- Alteración del estado fisiológico de la flora, tal como su vigor y estado fitosanitario.
- Pérdida de cobertura vegetal.
- Invasiones de especies de flora exótica.
- Afectación del rango de distribución de una especie y su diversidad genética.

Entre estos cabe destacar que la pérdida o alteración de bosque nativo de preservación será siempre considerado un impacto significativo, esto a razón de la presencia de especies únicas, escasas o representativas.

Por otra parte, cabe mencionar que pueden existir impactos en flora y vegetación que causen efectos indirectos sobre otros componentes, siendo este un listado ilustrativo y no exhaustivo, es decir, que pueden existir otros impactos que pueden ser evaluados:

- La pérdida de cobertura vegetal puede propiciar procesos de erosión en el suelo.
- La pérdida de cobertura vegetal puede disminuir el hábitat de la fauna en calidad y superficie.
- La pérdida de especies de flora puede afectar la cadena trófica de la comunidad de fauna.
- La pérdida de vegetación puede generar fragmentación a nivel de ecosistemas y paisaje, generando la interrupción de la conectividad, alterando los flujos de las poblaciones pertenecientes al ecosistema y afectando las interacciones biológicas, por ejemplo, la dispersión de semillas.

Caso 4: Alteración de la vegetación por depósito de material particulado

Para el desarrollo y funcionamiento de las plantas, la fotosíntesis es un proceso primordial. En este, las plantas transforman el dióxido de carbono atmosférico en compuestos orgánicos utilizando la luz solar, eliminando oxígeno y agua. Para esto, la superficie de las hojas debe estar expuesta a la luz solar y poder realizar intercambio de gases.

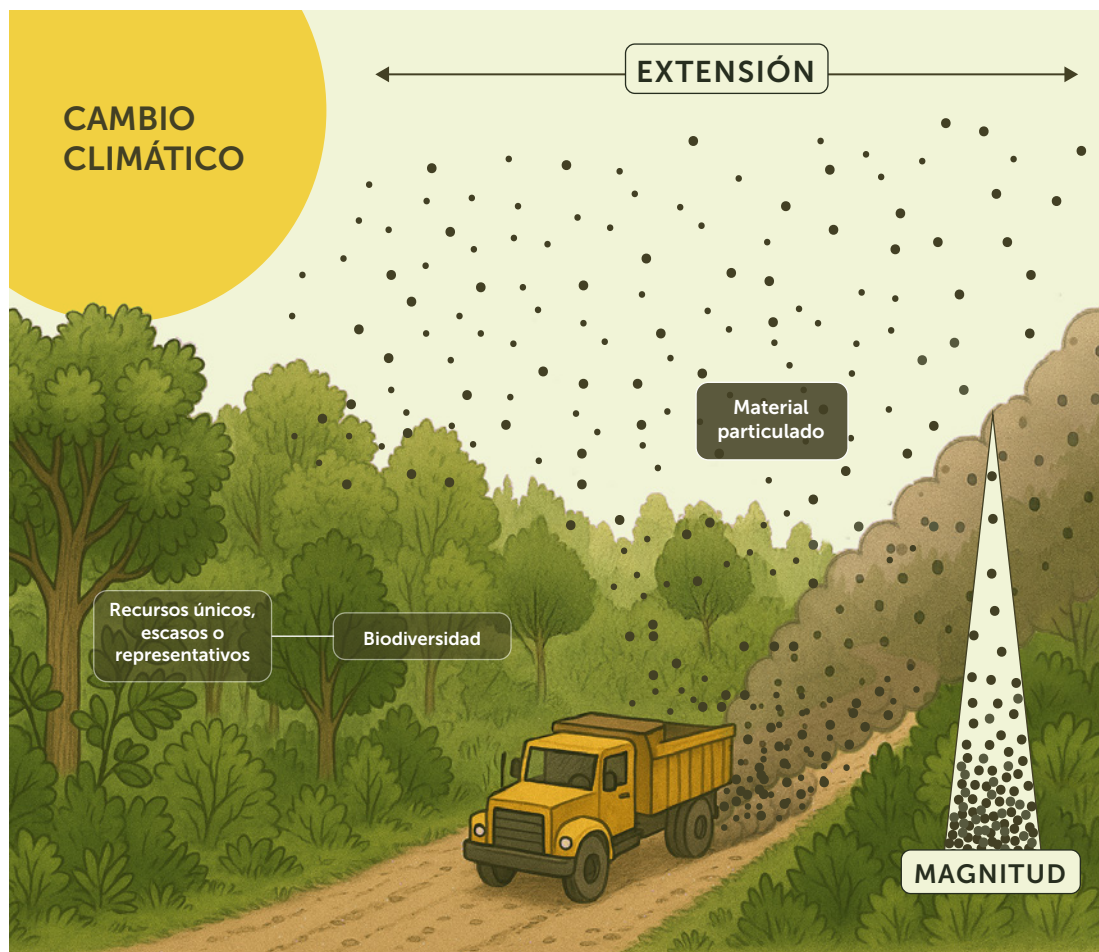
En un caso hipotético, como parte de un proyecto, se considera la implementación de un camino que se encontrará de forma colindante a un bosque nativo. La mayor parte de los impactos de este tipo de obras estarán relacionados con el despeje de vegetación y compactación para área de emplazamiento de la obra. Para el caso del bosque nativo junto al camino, debemos considerar el material particulado que se levantará y depositará sobre las hojas de los árboles y otras plantas presentes, es decir, sobre toda la comunidad vegetal.

El primer paso es calcular la cantidad de material particulado y su área de dispersión, identificando la vegetación potencialmente afectada. Para más detalles de esta estimación, se puede utilizar la *Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA* (SEA, 2023). Se debe tener en consideración que este proceso es acumulativo y puede agudizarse con el paso del tiempo, siendo necesario contemplar también otras posibles fuentes de emisión de material particulado con las que ocurran impactos acumulativos. La modelación proporcionará tanto la **magnitud** del impacto, basándose en la **cantidad de material particulado** a depositarse, así como la **extensión** del impacto, representado por el cruce entre la pluma de dispersión y el área con vegetación. Un atenuante de la magnitud será la proyección de lluvias, las que minimizan la emisión al humectar caminos y lavan el follaje.

Al revisar la descripción del componente flora y vegetación se debe poner especial atención a las características propias de las formaciones y especies, con énfasis en aquellas que correspondan a **recursos únicos, escasos o representativos**. Para ello es necesario reconocer la presencia de especies clasificadas en categoría de conservación de amenaza y si poseen planes de conservación en el sector, como los planes Recoge. Se deben revisar también las posibles afectaciones a la **biodiversidad** asociada a este componente, en cualquiera de sus niveles, considerando sus tres atributos. A ello también debe sumarse la información proveniente de los mapas de riesgo climático, lo que dará luces de las sinergias negativas que puedan amenazar la capacidad de resiliencia de las comunidades.

Respecto de la duración del impacto dependerá del tiempo de uso del camino.

La Figura 7 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 7. Alteración de la vegetación por depósito de material particulado

Fuente: elaboración propia

Caso 5: Deseccación de la vegetación por disminución del nivel freático

El comportamiento de las napas freáticas incide en las comunidades vegetacionales, en particular, cuando éstas dependen principalmente de este recurso, ya sea porque extraen agua directamente de él, o se abastecen de afloraciones cercanas a su locación.

Este proceso ecosistémico es especialmente relevante en el caso de proyectos que incluyen la extracción de aguas subterráneas para operar, lo que es común en contextos territoriales con escasas fuentes de agua superficial.

Para evaluar el impacto sobre la vegetación se debe proyectar la extensión de la variación de los niveles de agua subterránea, identificando si ellas pueden alcanzar las zonas con formaciones vegetacionales en estudio. Para desarrollar esta modelación se recomienda profundizar en los contenidos de la *Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en*

el SEIA (SEA, 2015), el *Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico* (SEA, 2023b), así como también el *Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico* (SEA, 2022). Con ello se estará integrando el análisis de los efectos del cambio climático sobre el recurso hídrico y, por ende, también en la vegetación, respetando el principio de predecir los impactos en la condición más desfavorable y con el proyecto funcionado en su máxima capacidad de operación.

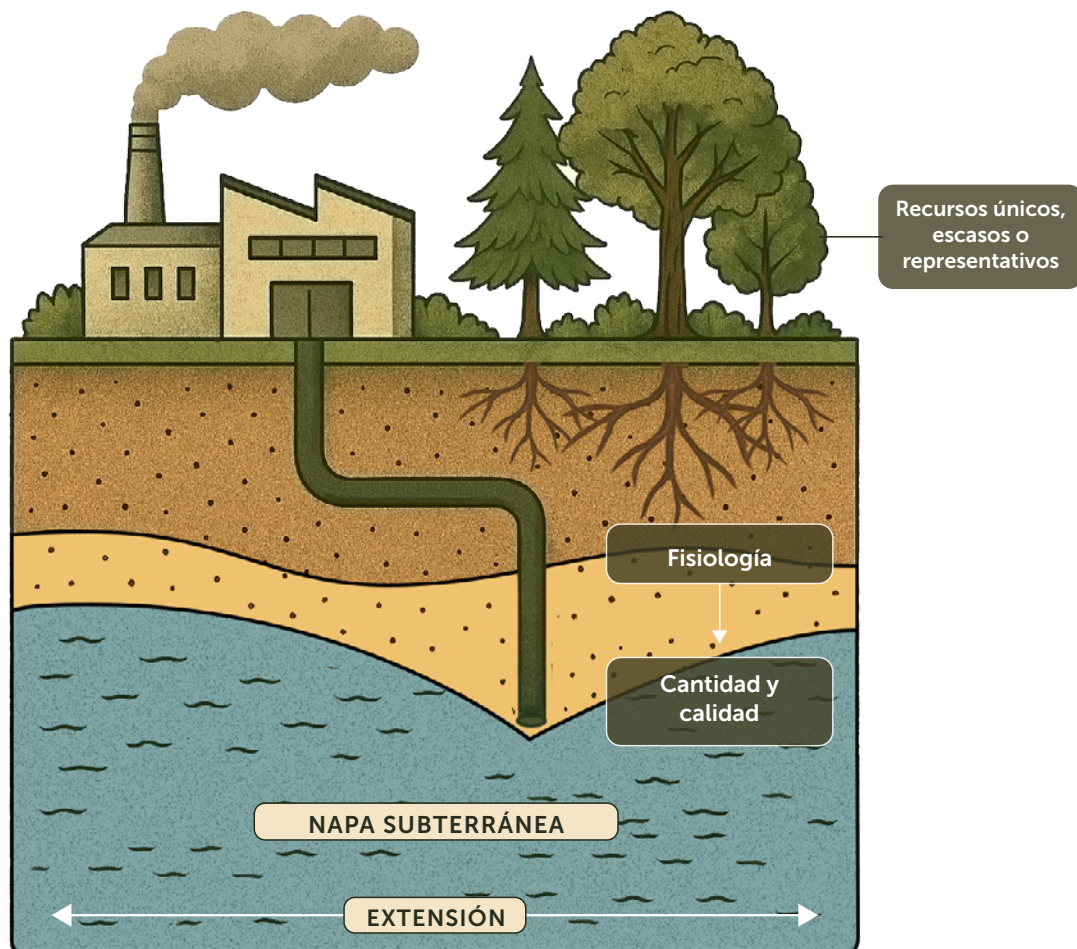
Una vez determinada la extensión de la afectación del proyecto sobre las formaciones vegetacionales, se debe realizar una descripción de la riqueza, composición, abundancia y cobertura, tanto de las formaciones como de sus especies, poniendo particular atención en la presencia de **recursos únicos, escasos y representativos**, incluyendo especies en categoría de amenaza y posibles planes de conservación como los planes Recoge. Se deben considerar las características fisiológicas de las especies presentes, incluyendo sus requerimientos hídricos, resistencia a la salinidad, dinámicas de la población, y otras respuestas a estímulos externos relevantes para el impacto analizado. Además, es necesario, en este caso, considerar las características del sistema radicular, incluyendo su profundidad y relación con la napa u otro tipo de características que definan la dependencia de las especies con la napa subterránea.

En este caso, es relevante contemplar que un proyecto de estas características puede afectar la vigorosidad de las especies, pudiendo cambiar la riqueza y composición de las formaciones vegetacionales, siendo factibles efectos a largo plazo sobre estos OP. Así, las modelaciones numéricas de la fisiología de las plantas con y sin proyecto son necesarias, para poder evaluar posibles cambios en la vigorosidad, riqueza, composición o biomasa de la formación y sus especies. El NDVI³⁷ es una herramienta útil de teledetección que puede aportar información sobre la vigorosidad de la vegetación utilizable para la descripción del componente, así como para el seguimiento de variables relevantes. Dentro de la modelación numérica se pueden incluir los efectos del **cambio climático**, por lo que se recomienda verificar la información con imágenes satelitales, así como con la plataforma [Arclim](#).

Una vez considerados estos factores, se puede evaluar los criterios anteriormente mencionados, como efectos sobre la **cantidad o la calidad de la vegetación**, poniendo especial atención en la permanencia, recuperación y condiciones que permiten los ecosistemas asociados a recursos únicos, escasos o representativos.

La Figura 8 a continuación busca representar el caso comentado.

³⁷ Al incorporar el uso de herramientas de teledetección se deben incluir los siguientes datos que permitan validar la información entregada, incluyendo tipo de imagen, fecha, procesamientos realizados, índices obtenidos, entre otros.

Figura 8. Deseccación de la vegetación por disminución del nivel freático

Fuente: elaboración propia

Caso 6: Pérdida de flora y vegetación por corta

En el caso hipotético de un proyecto que requiera situarse en una zona boscosa del país, para su instalación de faenas, y posterior construcción de las obras, requerirá del despeje de la vegetación del bosque presente en el área.

Para determinar la significancia de la afectación del proyecto sobre la flora y vegetación se debe partir por la realización de parcelas de muestreo forestal, con el fin de describir la riqueza de especies, tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas; su abundancia, cobertura y densidad, entre otros parámetros.

A través de este estudio se podrá definir si se trata de un bosque nativo de preservación, definiendo si hay especies en categoría de "amenaza" presentes, o de la presencia de algún

otro tipo de singularidades de la formación o de las especies ahí presentes. Esto contribuirá a evaluar el criterio de presencia de **recursos únicos, escasos o representativos**.

Además de la afectación sobre el espacio de corta de vegetación, se deben considerar los cambios en la vegetación circundante, dependiendo de la profundidad del efecto borde en el área específica, vale decir, cambios en la riqueza, composición o vigorosidad de las especies por cambios en la radiación, humedad, temperatura, entre otras variables físicas³⁸. Para la definición de esta área se deben considerar las características propias del ecosistema a intervenir y debe incluir todo el sector de posibles afectaciones; para esto se pueden realizar revisiones bibliográficas, uso de modelos u otro método debidamente justificado. La superficie de corta, así como la afectada por el efecto borde nos entrega un indicio de la **cantidad y extensión** del impacto en el OP.

Una vez recopilados estos datos, se puede evaluar la significancia en términos de **recursos únicos, escasos o representativos**, la afectación en términos de **cantidad y extensión** sobre estos, considerando la **permanencia, regeneración y condición**. Además, se debe tener en cuenta la posible afectación acumulativa por fragmentación del hábitat, teniendo consecuencias sobre la **biodiversidad** a nivel de paisaje.

La Figura 9 a continuación busca representar el caso comentado.

³⁸ Para más detalles se recomienda revisar la información presentada en la *Guía para la solicitud de excepcionalidad del artículo 19 de la Ley N.º 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal* (Conaf, 2020).

Figura 9. Deseccación de la vegetación por disminución del nivel freático

Fuente: elaboración propia

4.3 Fauna

El artículo 6°, letra b) del Reglamento del SEIA indica que con el objetivo de evaluar impactos significativos se debe considerar "la superficie (...) con animales silvestres y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie. Para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica, así como la presencia y abundancia de especies silvestres en estado de conservación o la existencia de un plan de recuperación, conservación y gestión de dichas especies, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley".

Este artículo hace presente que, en la evaluación de efectos significativos sobre el componente de fauna, se debe considerar la **extensión** como el área o superficie (ha, m²) del hábitat de las especies que serían afectadas por el proyecto o actividad. Las formas en las que puede darse esta afectación están dadas por la intervención, explotación, alteración o manejo del hábitat o territorio de las especies, es decir, por la **pérdida o alteración de las características del hábitat**, poniendo especial atención a las zonas de reproducción. Un ejemplo de ello puede ser el remplazo de un bosque nativo para la instalación de partes u obras de un proyecto.

En el mismo artículo también se hace mención a la afectación sobre la biodiversidad, teniendo en cuenta las disminuciones significativas en cualquiera de los tres niveles de biodiversidad y los diferentes atributos antes mencionados. En este caso es importante analizar la riqueza y abundancia de las especies, distinguir singularidades de las poblaciones, entre otros.

Complementariamente, es requerido determinar la afectación de especies en categoría de “conservación”, la cual suele vincularse a la alteración del hábitat de estas especies o, como en el caso de aves o quirópteros, la pérdida de individuos por colisión. En el análisis es necesario revisar si el área que será afectada posee algún plan de conservación asociado a la especie.

Por otra parte, el artículo 6° en la letra e), establece que en la evaluación de impactos para fauna, se debe tener presente “la diferencia entre los niveles estimados de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación”. En otras palabras, se debe considerar la **magnitud de las emisiones de ruido**, comparar esta condición con y sin proyecto, y evaluarlo en la condición de ruido más desfavorable. Otro aspecto a tomar en cuenta para la **relevancia del hábitat** es identificar cómo este se encuentra asociado a las funciones de nidificación, reproducción o alimentación de las especies de fauna nativa, así como la temporalidad de dichas funciones en aquel lugar.

Finalmente, dentro del mismo artículo 6°, en su letra h), se indica que se deben evaluar “los impactos que pueda generar la introducción de especies exóticas al territorio nacional o en áreas, zonas o ecosistemas determinados”, pues se pueden generar desplazamientos y extinciones locales. Este potencial impacto puede darse, por ejemplo, en proyectos que establecen cotos de caza.

Respecto de la predicción de impactos sobre la fauna, en consideración del **cambio climático**, es necesario estudiar los posibles efectos del clima sobre el hábitat en conjunto con los efectos del proyecto, es decir, estimar si existen sinergias negativas entre ambos. Se recomienda explorar la plataforma [Arclim](#) para establecer los riesgos climáticos a los que está sujeto el hábitat y también identificar la probabilidad de presencia de las especies en los Mapas de Especies. Tal como se mencionó para flora, estos mapas únicamente indican una probabilidad de presencia actual y futura en función del clima y, en ningún caso, aseguran esta presencia, puesto que su movilidad en el territorio depende de muchos factores, no solo el clima, tales como el uso del territorio, los corredores biológicos, y en definitiva de todos los atributos que configuran un hábitat.

- **Descripción de características de la fauna y singularidades**

El primer requisito para la predicción y evaluación de impactos es realizar una buena caracterización de la fauna en el AI³⁹. Ello implica conocer sus singularidades en términos de composición, estructura y función, los niveles de organización afectados (individuos,

³⁹ Para profundizar en la materia se recomienda estudiar la *Guía para la descripción de áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

poblaciones-especies, comunidades, ecosistemas, paisajes) y determinar el alcance espaciotemporal de los impactos y singularidades definidas.

Entre las singularidades que se requiere analizar se encuentran:

- Sitios de nidificación o reproducción.
- Sitios de descanso o alimentación de especies migratorias.
- Especies de fauna que son clave para el funcionamiento del ecosistema.
- Especies de fauna clasificadas según su estado de conservación como “amenazadas”, incluyendo la categoría “casi amenazadas”.
- Especies de fauna que están bajo protección oficial.
- Especies de fauna declaradas Monumento Nacional.
- Especies de fauna endémicas.
- Especies de fauna especialistas de hábitat.
- Especies de fauna de baja movilidad.
- Especies próxima al límite de su distribución geográfica.
- Especies en o próxima a su límite altitudinal.
- Especies en categoría Cites⁴⁰.

• Predicción de impactos

La predicción del impacto debe establecer la forma en que el proyecto, a través de sus FGI, interactúa con la fauna. Esto puede implicar la **pérdida o reducción** de la fauna mediante su **afectación directa**, lo que determinaría efectos en distintos niveles de organización ecológica (individuo, población, comunidad), cambiando la riqueza y abundancia de especies, o bien puede ocurrir un **cambio indirecto** sobre la fauna por medio de la alteración de su hábitat. Un ejemplo de esto último serían cambios en los recursos bióticos y abióticos que la población utiliza, incidiendo en las conductas y hábitos de las especies presentes y en su capacidad de resiliencia, es decir, de permanecer y reproducirse, según se trata en la sección 2.1.3 de esta Guía.

De acuerdo con la información y productos generados como parte de la descripción detallada de la fauna de los ecosistemas terrestres, el análisis debe expresarse en términos del alcance espacial de los impactos y los atributos específicos de los OP que se verán afectados, para todas las distintas etapas del proyecto.

A continuación se indica una lista de potenciales impactos que podrían afectar a la fauna, sin embargo, no se descarta que puedan existir otros, dependiendo de la naturaleza del proyecto.

⁴⁰ Ídem nota al pie 33.

- Pérdida de individuos o ejemplares de una población faunística.
- Pérdida de comunidades de fauna.
- Perturbación o desplazamiento de fauna, en especial durante sus etapas reproductivas.
- Modificación de los parámetros poblacionales y comunitarios de la fauna, generando cambios en sus propiedades, tales como:
 - Abundancia.
 - Estructura de edad y sexo.
 - Movimientos migratorios.
 - Potencial reproductor (reclutamiento, fertilidad).
 - Modificación de las condiciones fisiológicas y morfológicas de los ejemplares (peso, tamaño, movilidad, otros).
- Alteración del estado fisiológico que pueda incidir, por ejemplo, en la reproducción de la especie.
- Invasión de ejemplares de fauna exótica o invasora.
- Pérdida o deterioro de servicios ecosistémicos por alteración de las poblaciones.
- Modificación de la composición de una comunidad ecológica, integrando, por ejemplo, nuevos depredadores.
- Alteración de relaciones tróficas por el ingreso de especies depredadoras.
- Perturbación de fauna por ruido, vibraciones, luz, electromagnetismo u otras.
- Modificación de dinámicas poblacionales de densidad, etología, fenología o condiciones particulares.
- Introducción de enfermedades.
- Afectación del rango de distribución de una especie y su diversidad genética.

Cabe hacer presente que el listado de impactos dependerá exclusivamente de la capacidad que tenga el consultor de desglosar la mayor cantidad de interacciones que el proyecto tiene con este componente, **evitando las generalizaciones** que, a menudo, no permiten abordar los distintos niveles de organización en los cuales un proyecto puede afectar a la fauna silvestre, ni la gran diversidad de organismos y formas de vida que incluye este componente de los ecosistemas terrestres. Asimismo, la generalización de impactos no contribuye a un diseño específico de medidas y, en consecuencia, hace más difícil realizar su seguimiento.

Los atributos de la fauna utilizados para caracterizar la predicción de impactos deben ser consistentes tanto con los atributos utilizados para la descripción del AI, como para el diseño de medidas y monitoreos, puesto que serán variables ambientales relevantes.

Caso 7: Alteración o pérdida de fauna de baja movilidad por eliminación de hábitat

El emplazamiento de un proyecto que requiera acondicionamiento del terreno tendrá que evaluar la posible afectación sobre la fauna, ya que los ambientes de fauna tienen una relación directa con la vegetación dominante, determinando la presencia de refugios, fuentes de alimentos, entre otros.

Una vez definidos y delimitados los ambientes de fauna, se debe realizar una caracterización detallada de la fauna presente en los ambientes que se puedan ver afectados, a modo de descartar o evaluar la significancia de impactos por pérdida de hábitat. Además, será necesario registrar la riqueza, composición, abundancia y densidad de las especies en los diferentes ambientes.

Se debe poner especial atención en especies que se encuentren en categoría de “amenaza”, incluida “casi amenazada”, así como en aquellas que sean consideradas **recursos únicos, escasos o representativos**. Entre ellas, cabe destacar la presencia de especies de baja movilidad, las que tendrán una mayor probabilidad de afectación a causa de la incapacidad de huir de amenazas.

Dentro de la evaluación es relevante tener en consideración la reducción de hábitat de la o las especies a causa del proyecto, dado que puede tener efectos sobre las poblaciones de las especies. La fauna puede hacer uso de diferentes ambientes, tanto para las distintas épocas del año, como para las distintas funciones y necesidades biológicas que sostienen, como la alimentación, refugio, reproducción, entre otros. Por ello, es muy relevante el muestreo de los diferentes ambientes en distintas épocas del año, así como en variados momentos del día. Es importante tener en cuenta que **la falta de detección de una especie durante una prospección en terreno no implica necesariamente la ausencia de la especie**.

Una vez levantada esta información, será posible aplicar los criterios de significancia incluyendo la **capacidad de permanencia y regeneración** de las especies, así como la capacidad de sustentar ecosistemas. Se debe poner especial atención en la afectación en términos de cantidad de **recursos únicos, escasos o representativos**, así como la afectación de la **biodiversidad** en términos de función, composición y estructura.

Respecto del **cambio climático** será necesario analizar si existen sinergias negativas, por ejemplo, en circunstancias de disminución de precipitaciones que propicien una pérdida de hábitat que finalmente afecte a la fauna. También se podrá utilizar como antecedente lo indicado por los mapas de especie de [Arclim](#), recordando que estos solo son una representación de la probabilidad de presencia respecto al clima, pero no indican en ningún caso la presencia actual y futura, puesto que la efectiva presencia de una especie en el territorio depende de un sinnúmero de factores, no solamente el climático.

La Figura 10, a continuación, busca representar el caso comentado.

Figura 10. Alteración o pérdida de fauna de baja movilidad por eliminación de hábitat

Fuente: elaboración propia

Caso 8: Pérdida de individuos de alta movilidad por colisión

En este caso se plantea la evaluación de un proyecto de energía eólica, el cual contempla la instalación de aerogeneradores, así como de líneas de transmisión eléctrica. Para evaluar la posible afectación sobre la fauna se debe, en primer lugar, analizar la presencia de vertebrados voladores que puedan interactuar con la infraestructura del proyecto, dado que estas tienen mayor probabilidad de colisión y muerte.

Con este fin, se debe identificar la riqueza y composición de las poblaciones de vertebrados voladores, tales como aves y quirópteros presentes en el sector. Además, es relevante identificar sus patrones de vuelo, incluyendo altura, dirección, frecuencia, horarios de vuelo, entre otros. De especial relevancia es la identificación de especies migratorias, incluyendo su período de migración, así como sus rutas.

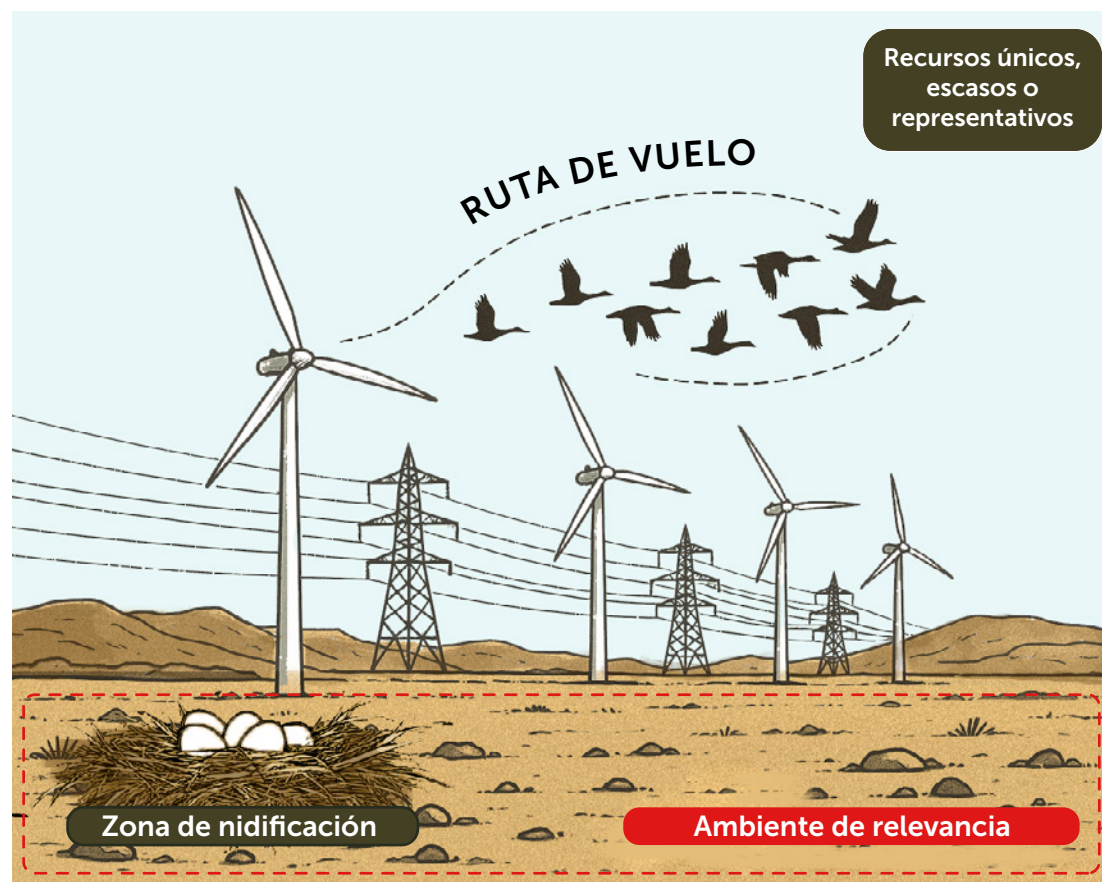
Es relevante también identificar la presencia de **ambientes de relevancia** para la fauna vertebrada voladora, tales como espacios donde se concentren especies nativas, sitios de nidificación, refugios o colonias establecidas. Se deben considerar las posibles rutas de vuelo que puedan interferir, para lo cual será necesario realizar muestreos entre temporadas, así como en diferentes horarios del día.

Para evaluar la significancia del impacto se requiere tener la información lo más precisa posible de la **abundancia de individuos** que transitan por el sector en las distintas horas del día, información necesaria para definir la **cantidad** de fauna a afectar. Además, se debe contemplar la presencia de especies con categoría de "amenaza", incluida "casi amenazada", o que sean consideradas como **recursos únicos, escasos o representativos**.

En este caso, es necesario además considerar si existen otros proyectos en el área que puedan **afectar acumulativa o sinérgicamente** a estas especies, y que puedan poner en riesgo su permanencia, capacidad de regeneración o la capacidad de los ecosistemas de sustentar a las especies de fauna.

La Figura 11, a continuación, busca representar el caso comentado.

Figura 11. Pérdida de individuos de alta movilidad por colisión



Fuente: elaboración propia

4.4 Ecosistemas terrestres

En el artículo 8° del Reglamento del SEIA queda clara la necesidad de evaluar la significancia de los impactos a nivel organizacional de ecosistema. Tal como se mencionó en la sección 2.1.4 de esta Guía, el artículo 8° define que el **valor ambiental del territorio** se manifiesta cuando existe: 1) nula o baja intervención antrópica y provisión de **servicios ecosistémicos** locales relevantes para la población; o 2) cuando los **ecosistemas** o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad. En este sentido **el criterio de categorizar un componente como “único, escaso o representativo” no solo aplica a especies, sino que al ecosistema de manera íntegra**, así como también el enfoque de las contribuciones de la naturaleza a las personas que es en sí una perspectiva ecosistémica.

Complementariamente, el inciso noveno del artículo 8° indica que para evaluar la afectación en “(...) áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, (...) o territorios con valor ambiental, se considerará la extensión, magnitud o duración de la intervención de sus partes, obras o acciones, así como de los impactos generados por el proyecto o actividad, teniendo en especial consideración los objetos de protección que se pretenden resguardar”. Al respecto, es relevante considerar que **los ecosistemas también pueden ser definidos como objeto de protección de un área protegida**, debiendo evaluarse los impactos en términos de su **extensión** (hectáreas implicadas en el AI), **magnitud** (cambio de su estado final respecto del inicial) y **duración** (temporalidad del impacto).

El artículo 6° del Reglamento del SEIA también releva explícitamente el enfoque en ecosistemas para la evaluación ambiental. De hecho, en su segundo inciso, se menciona entre las circunstancias que generan un impacto adverso significativo el alterar “las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y **ecosistemas**” (énfasis agregado), no siendo suficiente, en el contexto del SEIA, predecir los impactos solamente sobre especies.

Asimismo, la letra b) del artículo 6° establece que, en la evaluación de impactos sobre los recursos naturales, se debe considerar “la superficie con (...) biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el **impacto generado en dicha superficie (...)**” (énfasis agregado). Un ejemplo de ello es el despeje de vegetación para la instalación de faenas, considerándose no solo un componente, sino que toda la biota y el ecosistema en su conjunto. Dentro de ese mismo párrafo se establece que “para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica (...)”, poniendo en este caso especial atención en la **diversidad de ecosistemas y las interacciones con otros ecosistemas a nivel de paisaje**.

A mayor abundamiento, la letra i) del mismo artículo incluye el análisis de “los impactos generados por pérdida de **resiliencia climática de los ecosistemas**” (énfasis agregado). Este tipo de impactos puede ocurrir cuando se intervienen componentes estructurantes que se ven directamente afectados por el clima, como lo es el agua. En este caso, es esperable una sucesión de efectos sobre los demás componentes y, por lo tanto, sobre la condición del ecosistema como tal.

Además, relacionado al cambio climático, es necesario tener presentes los impactos sobre sumideros de origen natural, donde cabe relevar los efectos que ocurren sobre bosques nativos en climas húmedos y fríos, que han demostrado una mayor capacidad de absorción y retención de carbono, incluyendo en ello tanto al suelo como a la flora.



• Descripción de las características de los ecosistemas terrestres y sus singularidades

El proceso de identificación, evaluación y predicción de impactos ambientales sobre los ecosistemas terrestres puede presentar un nivel de complejidad mayor al de la evaluación de impactos por componentes, toda vez que estos presentan más variables y flujos en su estructura.

Dado que los ecosistemas no tienen límites explícitos en la naturaleza, su delimitación y categorización depende del objetivo del estudio y, en el caso de la evaluación de impacto ambiental de proyectos, de la **escala de afectación de los impactos**. Una aproximación práctica para la delimitación de ecosistemas es aquella basada en la identificación de heterogeneidades en el paisaje. En este sentido, Klijn & de Hes (1994) propusieron una metodología donde se integran variables bióticas y abióticas para la delimitación de ecosistemas de acuerdo con la escala espacial de interés. Por ejemplo, a una escala suprarregional o supranacional, las diferencias climáticas son relevantes para la delimitación de ecosistemas (por ejemplo, ecosistemas de bosques tropicales). En otros casos se deben utilizar variables relativas a la geología, tipo de suelo o las comunidades de especies (por ejemplo, formaciones vegetacionales), que permitan identificar las heterogeneidades o discontinuidades para la delimitación de ecosistemas. Así, si consideramos la topografía y las comunidades de especies, podríamos identificar ecosistemas como “bofedales de altura”, “bosques riparianos” o “estepa altiplánica”, entre otros.

.....

Con todo, para efectos del SEIA, y en concordancia con lo indicado en las dos guías del SEA respecto del diseño de medidas de compensación de biodiversidad, **se considerarán como ecosistemas terrestres los incluidos en el inventario de ecosistemas terrestres del Geoportal Simbio del MMA**, lo que corresponde a los **pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff** (2017).

.....

Luego de realizar la categorización de ecosistemas en términos de sus singularidades, se deben definir los atributos relativos a la unicidad, escasez o representatividad, considerando lo siguiente:

- Amenazas en el territorio, incluyendo, entre ellas, las de origen antrópico y natural.
- Identificar y analizar los **servicios ecosistémicos** de provisión, regulación y culturales que entregan los ecosistemas asociados a su estructura, procesos y alcance⁴¹.
- Identificar si se presenta una categoría de riesgo en el estado de conservación de los pisos vegetacionales de Chile sobre la base de los criterios de la UICN (Pliscoff, 2015).

⁴¹ Para mayor profundización respecto de los SSEE se recomienda revisar las publicaciones de [Cices](#) y la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b).

- Identificar si se presenta una categoría de riesgo de colapso de acuerdo al Reglamento del SEIA que regula la clasificación de ecosistemas, según estado de conservación y la elaboración de los planes de manejo para la conservación de ecosistemas amenazados de conformidad con lo dispuesto en los artículos 30 y 31 de la Ley 21.600, que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)⁴².
- Los vacíos de protección oficial por ecosistema (Luebert y Pliscoff, 2017), es decir, su baja o nula representación en el SNAP.
- Ecosistemas relictos o remanentes.
- La presencia de comunidades azonales por ecosistema (Luebert y Pliscoff, 2017).
- Evidenciar si el AI está en o próximo a un área bajo protección oficial o a un sitio prioritario de conservación de biodiversidad.
- El valor de relevancia definido en el [Geoportal Simbio](#), que identifica y prioriza las necesidades de protección de los ecosistemas.
- Hábitat de baja representación local, regional o nacional.
- Hábitats críticos.
- Relación de dependencia del ecosistema terrestre con ecosistemas acuáticos continentales o marinos.

En el análisis de estas singularidades será necesario considerar las **distintas escalas** temporales y espaciales de los procesos que sostienen los ecosistemas (por ejemplo, regulación del ciclo hidrológico, filtración de nutrientes, secuestro de CO₂, mantención de la humedad del suelo, entre otros), lo cual incidirá posteriormente en la predicción de impactos.

• Predicción de impactos

Para ilustrar la relevancia de evaluar los impactos sobre ecosistemas es necesario retomar su definición. Odum⁴³ los define como un sistema abierto compuesto por una **comunidad biótica y el entorno abiótico** con el que interactúa a través de flujos de energía que define de manera clara la **estructura** trófica, la **diversidad** biótica y los **ciclos** de materiales dentro del sistema o el ecosistema.

Ello justifica que no solo se evalúe el impacto sobre los ecosistemas como unidad ecológica en relación a su unicidad, escasez o representatividad, sino que se deben considerar la relevancia de mantener la estructura o integridad de los ecosistemas para asegurar el desarrollo de procesos clave, que permiten mantener la diversidad natural, el funcionamiento de los ciclos de la naturaleza y todos los servicios ecosistémicos que

⁴² Al momento de esta publicación el mencionado reglamento se encuentra en etapa de elaboración de proyecto definitivo habiendo terminado ya la consulta pública. Para dar seguimiento a este proceso acceder al siguiente [enlace](#) del MMA.

⁴³ Odum, EP. (1971). *Fundamentals of ecology*. 3rd ed. WB. Saunders, Philadelphia.

entregan, a pesar de que estos sean sometidos a cierto grado de estrés⁴⁴, es decir, para que se mantenga la resiliencia del ecosistema.

Entre los tipos de impactos que se pueden identificar, y a modo de lista no exhaustiva, se encuentran los siguientes:

- Pérdida de superficie de un ecosistema.
- Pérdida o fragmentación de hábitats, causando pérdida de conectividad biológica.
- Menoscabo de la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema, en vista de sus componentes bióticos, abióticos y las interrelaciones que estos mantienen.
- Pérdida o alteración del hábitat en términos de calidad o cantidad.
- Pérdida de resiliencia climática.
- Alteraciones de los patrones de desplazamiento o modificación de las áreas de alimentación, reproducción y refugio.
- Afectación estructural de las relaciones tróficas.
- Pérdida de la capacidad para moderar la temperatura ambiental.
- Pérdida del valor del sitio como espacio para la recreación y otros servicios ecosistémicos.
- Pérdida del valor del sitio como espacio para usos religiosos o espirituales y otros servicios ecosistémicos.
- Interrupciones o alteraciones del flujo hídrico.
- Interrupciones o alteraciones del flujo de servicios ecosistémicos.
- Alteraciones de los flujos de nutrientes.
- Interrupciones o alteraciones del flujo génico.

Cabe destacar que el debilitamiento de los ecosistemas puede también dar origen a contingencias, es decir, efectos que si bien no se originan directamente de las acciones u obras planificadas por el proyecto, causan amenazas hacia el medio ambiente y sus habitantes. Estos se relacionan principalmente con la pérdida de las cualidades del ecosistema que posibilitan el mantenimiento de sus funciones vinculadas a servicios ecosistémicos de regulación, como son el control de inundaciones, remociones en masa, desarrollo de plagas y enfermedades, incendios forestales, entre otras. Estas contingencias deberán ser identificadas en los planes de prevención de contingencias y planes de emergencias referidos en los artículos 102, 103 y 104 del Reglamento del SEIA⁴⁵.

Tal como lo menciona el artículo 2° letra c) de la Ley Marco de Cambio Climático, el enfoque ecosistémico se define como “aquel que considera la conservación de la estructura y función del sistema ecológico, la naturaleza jerárquica de la diversidad

⁴⁴ Kay. (1991). *A nonequilibrium thermodynamic framework for discussing ecosystem integrity*. Environmental Management 15:483-495.

⁴⁵ Para más detalle se recomienda revisar el [Instructivo que imparte instrucciones en relación al concepto de impacto ambiental y riesgo en el SEIA](#) (SEA, 2018).

biológica y los ciclos de materia y flujos de energía entre los componentes vivos y no vivos interdependientes de los sistemas ecológicos”.

Entendiendo esto, existen criterios ecosistémicos que permiten establecer si un proyecto o actividad genera efectos adversos significativos sobre ecosistemas terrestres o sus componentes, y estos son:

- **Alteración de la permanencia del ecosistema como unidad**, cuando estos sean únicos, escasos o representativos, lo que puede generar efectos significativos, tanto sobre la calidad y cantidad de los recursos naturales, como en el valor ambiental del territorio. Por ejemplo, cuando estos representen hábitat de especies bajo categoría de “conservación” y, además sean fuente de recursos naturales para las comunidades, o recursos para el turismo por su belleza escénica.

En este sentido, la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030⁴⁶, indica que a nivel nacional un 50% de los ecosistemas se encuentran amenazados. Esta estimación ha sido desarrollada por el MMA⁴⁷, en función de la reducción en distribución de ecosistemas, alteración de las relaciones bióticas, degradación de las relaciones abióticas, entre otras amenazas que pueden afectar la permanencia de un ecosistema.

- **Alteración de la diversidad de componentes bióticos del ecosistema**, lo que puede alterar la estructura interna de los ecosistemas cuando estos sean componentes funcionales clave. Por ejemplo, la alteración de una población puede comprometer su capacidad de regeneración, generando efectos en cadena si esa especie es fuente de alimento para otras, modificando la estructura de las cadenas tróficas. Por lo tanto, la existencia de especies “clave” y su afectación puede desencadenar la transformación de la dinámica de todo el ecosistema. Esto puede ocurrir cuando se afectan productores primarios (plantas), pues dejan sin alimento o hábitat a los animales que dependen de esas especies. También puede ocurrir en el otro extremo de la cadena trófica cuando se afecta a un depredador tope, cuya desaparición puede provocar cambios en la abundancia de las poblaciones antes depredadas, cuyo efecto aquejaría a su vez en las especies que éstas consumen, propagándose un efecto en cadena.
- **Alteración de los componentes abióticos** que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Por ejemplo, se relaciona con las funciones que cumplen el agua y nutrientes en el suelo como estructuradores de ecosistemas y su relación con las comunidades de biota que pueden albergar, o las concentraciones de carbono que pueden acumular. Otros componentes abióticos importantes son la topografía y la geomorfología. Por ejemplo, hay estructuras rocosas que sirven de hábitat para decenas de especies a lo largo de Chile, y su afectación puede alterar la permanencia y diversidad de los componentes bióticos (flora y fauna) de los ecosistemas.

⁴⁶ MMA, PNUD, GEF. (2015). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030*. Disponible en el sitio [web](#) del Ministerio del Medio Ambiente.

⁴⁷ Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Disponible en este [enlace](#).

– **Alteración de la provisión de SSEE derivados del funcionamiento de los ecosistemas.**

Al afectar un ecosistema pueden disminuir los beneficios que entregan los ecosistemas a la sociedad. Un ejemplo de esto es el establecimiento de un proyecto o actividad que altera un ecosistema con alto valor turístico, afectando tanto el desarrollo de la actividad económica como a las personas que desean observar el paisaje. Hay también muchas especies presentes en los ecosistemas terrestres con valor económico o cultural para las comunidades y grupos humanos que habitan ese territorio, cuya afectación implica una reducción de los beneficios que reciben desde su entorno, provocando eventualmente la aparición de conflictos ambientales y judicialización de proyectos. Dentro de los alcances de esta Guía, está el evaluar la alteración de la “oferta” del flujo de SSEE desde los ecosistemas terrestre, pero la evaluación de impacto integral debe hacerse de acuerdo con las guías correspondientes⁴⁸.

Además de la información específica que se considere sobre los OP afectados por el proyecto, existe información relativa a distintos tipos de regulaciones que podrían considerarse, tanto para identificación de impactos como para determinar su singularidad. Esta información de ámbitos regulatorios podría estar contenida en leyes, normas, guías, programas, planes, planes reguladores, entre otros.

Esta información, no solo sirve para establecer o definir la singularidad de los OP, sino que también ayuda a determinar el grado de significancia de los impactos, en virtud del grado de protección que establecen estas regulaciones y las características de los ecosistemas.

Caso 9: Pérdida de ecosistemas por acondicionamiento de terreno

En el SEIA, el acondicionamiento de terreno es un ejemplo de FGI de importantes consecuencias sobre los ecosistemas, pues elimina la biota y remueve el suelo, cambia la hidrología local y el uso de suelo hacia usos industriales o urbanos.

Cuando se sustituye el uso de suelo, la predicción de impactos es sencilla, puesto que se establece que existirá una pérdida total de los atributos ecosistémicos, ya que sus componentes han sido reemplazados por obras. En este sentido el criterio de **resiliencia** es clave de considerar, debido a que no habrá posibilidad para la permanencia y regeneración del ecosistema en el sitio. Respecto de las zonas *buffer* alrededor del área del proyecto e incluidas en el AI, se deben considerar en ello las **singularidades** del ecosistema⁴⁹, y representar adecuadamente el efecto borde a la luz de las características de composición, estructura y función.

⁴⁸ Por ejemplo, los documentos *Guía área de influencia de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en el SEIA*; *Guía valor turístico en el SEIA*, y la *Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA*.

⁴⁹ Se recomienda revisar la *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* (SEA, 2024b) para la delimitación de áreas de influencia y reconocimiento de singularidades.

Otro criterio de evaluación de impactos que será relevante reconocer es identificar si los componentes ambientales afectados y el ecosistema de manera íntegra representan **recursos únicos, escasos o representativos**. Para ello cabe revisar el **valor de relevancia del ecosistema** que ha otorgado el MMA para ese sitio, información que está disponible en el Geoportal Simbio. Además, habrá que identificar la presencia de especies clasificadas en algún estado de amenaza y la categoría de riesgo que establezca el reglamento que regulará la clasificación de ecosistemas cuando este se encuentre vigente⁵⁰, entre otras consideraciones que ayuden a describir la unicidad, escasez y representatividad de los componentes ambientales afectados.

Es imprescindible analizar también la **biodiversidad** perdida, y describir su condición inicial y final. Para ello se recomienda utilizar la *Guía metodológica para la compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales* (SEA, 2023d), en particular, para realizar la cuantificación que se explica en el nivel 3 de la metodología. Esto facilitará el diagnóstico de pérdida de condición, permitiendo justificar la relevancia de esta pérdida al momento de evaluar el impacto, siendo útil tanto para la justificación de inexistencia de impactos significativos, así como también, para el diseño de una medida de compensación si corresponde.

Para efectos de la descripción de atributos de la biodiversidad, se recomienda el uso de la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a). Lo anterior, tanto para caracterizar el AI a nivel de ecosistema como de paisaje, por ejemplo, utilizando la metodología para la descripción de fragmentación y conectividad, así como aquellas que permiten describir la estructura, composición, ambientes de fauna y regeneración y reclutamiento presente.

Otro criterio relevante es la evaluación de impactos sobre los **SSEE de provisión, culturales y de regulación** que el ecosistema ofrece, para lo cual también serán útiles las metodologías disponibles en la sección 3.4 de la de la mencionada guía metodológica (SEA, 2024a).

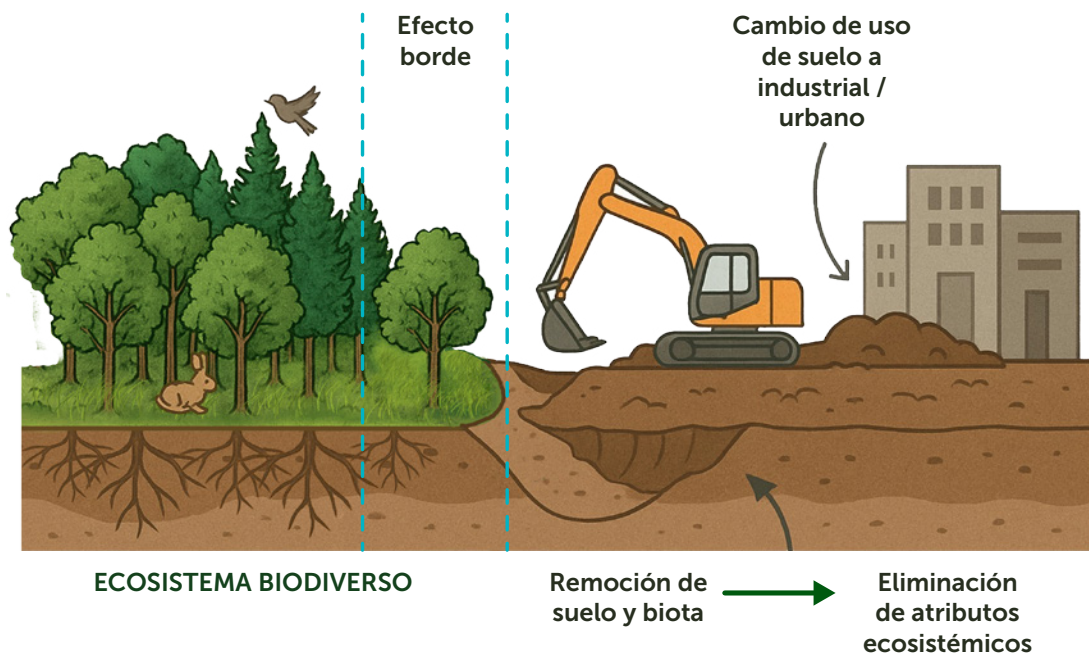
Todo lo anterior influirá en la determinación de la **magnitud** del impacto y en el **valor ambiental del territorio**.

Por su parte, la **duración** del impacto, tratándose de obras permanentes, se entenderá como un impacto también permanente. Respecto del criterio de **extensión**, este podrá medirse en hectáreas o m², donde además se recomienda analizar cuán representado está el ecosistema respecto de su distribución a nivel país, de región, cuenca y subcuenca (nivel de paisaje).

Cabe señalar que para efectos prácticos de la evaluación ambiental en el SEIA, las unidades de ecosistemas se definen mediante la clasificación de pisos vegetacionales definidos por Luebert y Pliscoff (2017).

La Figura 12 a continuación busca representar el caso comentado.

⁵⁰ *Idem* nota al pie 43.

Figura 12. Pérdida de ecosistemas por acondicionamiento de terreno

Fuente: elaboración propia

Caso 10: Pérdida de servicios ecosistémicos

Tal como se mencionó en la sección 2.2.5 de esta Guía, la determinación de impactos sobre los SSEE está íntimamente relacionada con la determinación de impactos sobre los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, el valor paisajístico, turístico, riesgos a la salud de la población, el valor ambiental del territorio y los usos que se les dé a los ecosistemas en términos de patrimonio cultural.

En este sentido, la predicción de impactos tendrá que realizarse considerando los criterios que establecen los literales 5° al 10 del Reglamento del SEIA, y en observancia de las guías publicadas por el SEA que atiendan cada materia en específico.

Es necesario relevar la necesidad de coherencia respecto de la predicción del impacto sobre el ecosistema y la que se realice sobre los demás componentes del medio ambiente impactados, por ejemplo, identificando y describiendo con claridad tanto a los grupos humanos que usan un SSEE de provisión como el área del ecosistema que ofrece esta contribución a las personas.

Pensemos en el caso hipotético de un proyecto ubicado en un sector cordillerano que considera la construcción de un camino por la ladera de un cerro, y que este sector se encuentre previamente cubierto por un bosque nativo. Hipotéticamente también, pensemos que en la parte inferior del cerro, a pie de monte, se encuentra una pequeña localidad agrícola.

La localidad podría obtener beneficios ecológicos de estar junto al bosque, por ejemplo: protección contra deslizamientos de tierra de las laderas, presencia de polinizadores para los cultivos, control de plagas por depredadores naturales, retención y regulación del agua, regulación de la temperatura, entre otros.

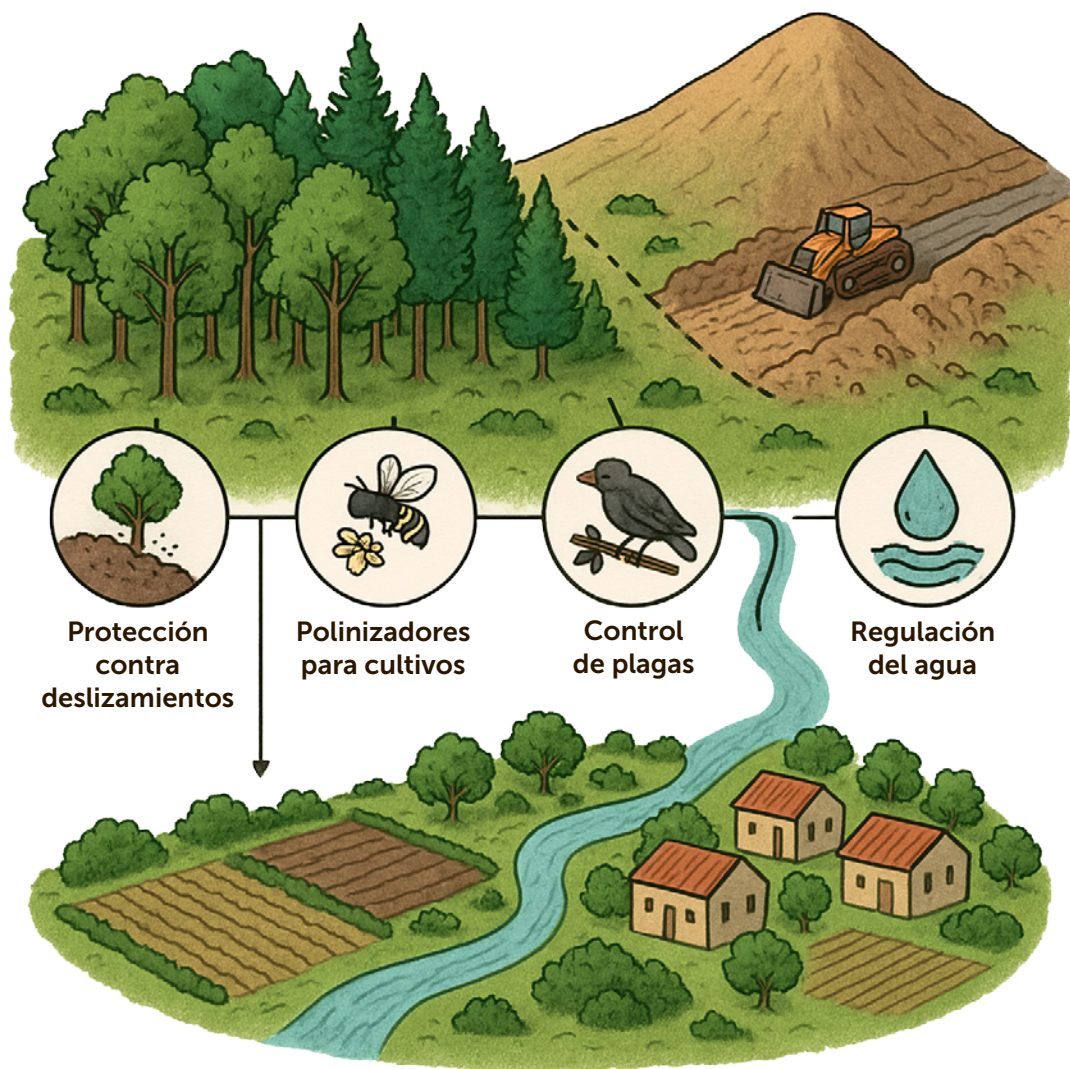
Para la predicción y evaluación de impactos referidos a la pérdida de estos SSEE otorgados por el ecosistema de bosque, se debe evaluar el **valor ambiental del territorio**, vale decir, que el ecosistema posea una **baja o nula intervención antrópica**, y que, además, copulativamente, provea **SSEE locales relevantes** para la población local.

Entre los criterios relevantes de considerar para efectos de la evaluación de significancia se encontrarán la pérdida o alteración del SSEE en términos de **calidad y cantidad**. Esta cuantificación de los SSEE puede ser desafiante, siendo relativamente más simple en el caso de los SSEE de provisión y más complejos cuando se trata de SSEE culturales o de regulación. Para ello se recomienda utilizar las metodologías disponibles en el capítulo 3.4 de la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

El criterio de **resiliencia** del ecosistema también será importante, y estará asociado a la **duración** del impacto y la capacidad de retornar a una condición (o calidad) que le permita volver a prestar el SSEE en cuestión. En términos de **magnitud** será relevante conocer cuánta población local será afectada y de qué manera, entendiendo el nivel de dependencia que sostienen las personas respecto del SSEE. También será necesario identificar si existen **sinergias negativas respecto de cambio climático**, analizando la vulnerabilidad de las personas y su capacidad de adaptación respecto de cambios en el ecosistema propiciados de modo conjunto por el cambio climático y el proyecto.

La Figura 13 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 13. Pérdida de servicios ecosistémicos



Fuente: elaboración propia

Caso 11: Fragmentación de hábitat de fauna

La fragmentación de ecosistemas con consecuencias de disrupción en corredores biológicos, en particular, afectando la movilidad de la fauna y reduciendo su rango de hogar, es un impacto que comúnmente se asocia a impactos acumulativos entre proyectos.

Si bien los mamíferos silvestres, tales como zorros, pumas, guanacos, huemules, pudúes u otros, tienen una alta movilidad, logrando escapar de las acciones de un proyecto, como la eliminación de ecosistemas por acondicionamiento de terreno, el hecho de que en una cuenca, por ejemplo, los usos de suelo actuales cambien de silvestres a industriales o urbanos, puede incidir en el arrinconamiento de la especie y eventualmente su pérdida.

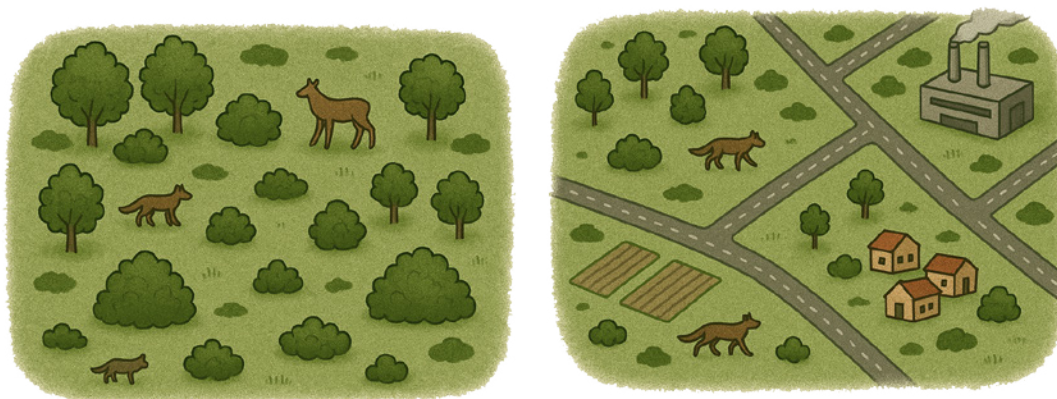
Al momento de evaluar los efectos de la fragmentación del hábitat es relevante considerar las métricas de los parches. El tamaño y forma de los parches tiene una relación directa con las condiciones ambientales que permiten la permanencia de las especies de plantas en su interior, como lo son la temperatura, humedad, luz, entre otros factores. En parches de muy pequeño tamaño, las condiciones pueden cambiar a tal nivel que pierdan completamente la resiliencia y terminar con la desaparición de la formación, forzando así una emigración de fauna de este. A su vez, la distancia entre los parches, así como la matriz que los rodea, juega un rol importante en la dispersión, tanto de plantas como de animales.

Una vez modelada la distribución de las especies, e identificada la alteración o pérdida de superficies que implican una fragmentación del territorio, la evaluación de impactos tendrá por foco la predicción respecto de la potencial afectación de fauna en términos de su **presencia y capacidad de regeneración**. Este análisis debe ser claro a nivel de paisaje y de ecosistema, lo que implica tener en consideración los efectos dentro de la subcuenca y los pisos vegetacionales que habita y que componen su ámbito de hogar. Este análisis se expresará en el criterio de **extensión** del impacto.

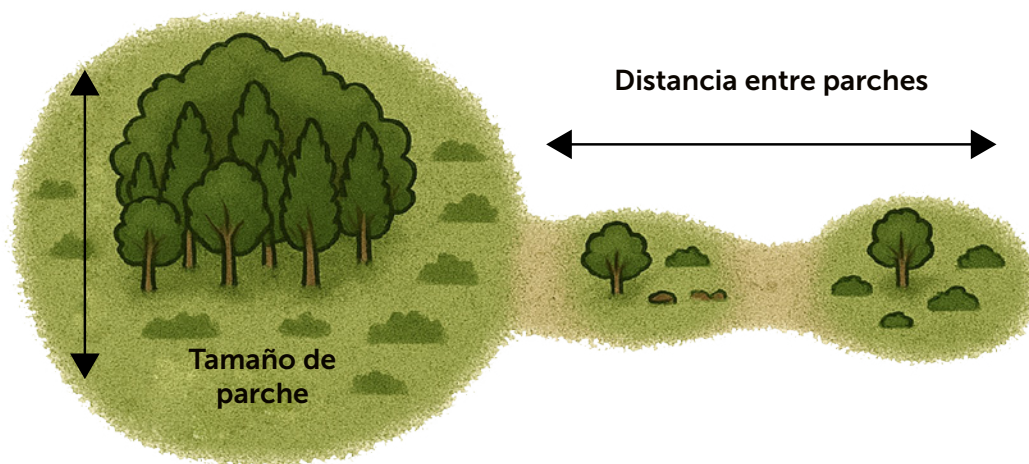
La fragmentación y pérdida de conectividad debe ser considerada también como una **pérdida de biodiversidad a escala de paisaje**, por lo que se recomienda describir la condición inicial y final usando la ficha metodológica de la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a), para, luego aplicar la métrica de cuantificación del delta de condición disponible en el nivel 3 de la metodología para el diseño de medidas de compensación de biodiversidad (SEA, 2023). Esto permitirá reconocer el estado inicial de la condición del paisaje con y sin proyecto, justificando los aportes de este en el contexto territorial de eventuales impactos acumulativos.

La Figura 14 a continuación busca representar el caso comentado.

Figura 14. Fragmentación de hábitat de fauna



4.



Fuente: elaboración propia



5.

MEDIDAS Y PLANES DE SEGUIMIENTO



5. MEDIDAS Y PLANES DE SEGUIMIENTO

5.

De acuerdo con el artículo 18 del Reglamento del SEIA se establece que un Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación corresponde a los contenidos mínimos a presentarse en un EIA. Dentro de este plan se presentan aquellas acciones destinadas a hacerse cargo de los efectos ambientales adversos del proyecto o actividad.

Las medidas se deberán identificar para cada impacto, indicando en qué fase del proyecto se desarrolla, describiendo las características de ésta, su objetivo y su debida justificación técnica, incluyendo la adaptación de la medida al cambio climático. Se debe tener en cuenta que para la obtención favorable de la RCA las medidas propuestas deben ser las apropiadas para hacerse cargo de los impactos ambientales significativos. **La falta de información para evaluar la idoneidad de las medidas puede llevar a un término anticipado del proyecto.**

A su vez, es necesario tener presente que el mero cumplimiento de la normativa ambiental aplicable no corresponde necesariamente a la aplicación de una medida de mitigación, reparación o compensación.

Son tres los tipos de medidas que se elaboran en el marco del SEIA, las medidas de mitigación, las de reparación y las de compensación. En el Reglamento del SEIA, el título VI de los planes de medidas, seguimiento y fiscalización ambientales, contiene las definiciones de estos conceptos, los cuales se presentan de manera simplificada a continuación.

- **Medidas de mitigación:** tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. Se consideran aquellas que impidan o eviten completamente un impacto mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes, lo cual puede incidir en el diseño del proyecto. También pueden consistir en limitar o reducir la extensión, magnitud o duración del FGI, para lo cual, entre otras, se pueden realizar acciones de gestión o implementar mejores tecnologías.

- **Medidas de reparación:** estas tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Estas acciones se realizan dentro del AI, y tras su ejecución pueden o no permanecer impactos residuales.
- **Medidas de compensación:** tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar. En el caso de impactos sobre los ecosistemas estas medidas se realizan en un sitio de compensación diferente al AI.

Al momento de aplicar estos tres tipos de medidas es necesario tener en consideración el **criterio de jerarquía**, en la que los impactos primero se mitigan o reducen, luego se reparan, y finalmente se compensan, en el caso de que persistan impactos residuales.

Para aplicar esta jerarquía es necesaria una evaluación preliminar de impactos al momento de formular el proyecto. Esta evaluación temprana permitirá incorporar ajustes de diseño que permitan **evitar** potenciales impactos ambientales, sobre todo los componentes ambientales más sensibles, dejando sólo aquellos impactos inevitables.

.....

Se debe considerar que aquellos cambios de diseño del proyecto que resulten de la identificación de impactos que se realice **previo** al ingreso al SEIA, no deben ser incorporados como medidas de mitigación, sino que deben ser **incorporados en el capítulo de descripción de proyecto**.

Por el contrario, cuando la obra o acción que mitiga el impacto es identificada y propuesta **durante** la evaluación en el SEIA, ésta debe ser incorporada al proyecto como **medida de mitigación**.

.....

La **mitigación consistirá tanto en evitar el impacto como en minimizarlo**, lo cual implicará reducir la duración, intensidad o grado de los impactos, ya sean estos directos, indirectos o acumulativos. Posteriormente, **si el impacto permanece en el AI, este se deberá reparar**, generando acciones para rehabilitar los componentes ambientales degradados por exposición al proyecto en el AI. El siguiente paso, y solo en el caso de que las acciones anteriores no fueran suficientes o que las medidas de mitigación y reparación no sean posibles de ejecutar, se deben diseñar medidas de **compensación**.

Este curso en la toma de decisiones debe ser **documentado y justificado** en el EIA, de manera tal que en la evaluación quede constancia de que se ha aplicado la jerarquía de medidas, lo que colabora en la correcta justificación del plan de medidas.



5.1 Criterios para el diseño de planes de medidas y planes de seguimiento

Existe una serie de consideraciones básicas para el diseño de medidas enfocadas en ecosistemas terrestres.

Lo primero es que la medida **debe ser coherente con el impacto identificado**, es decir, debe guardar correspondencia entre el fenómeno (composicional, estructural o funcional) que será afectado y los resultados esperados de la aplicación de la medida.

En este sentido, las **acciones de educación ambiental o difusión de actividades corresponden siempre a medidas complementarias**, las que no pueden reemplazar las acciones diseñadas sobre los componentes propiamente ecológicos.

Este sentido de coherencia también aplica a las metas e indicadores de cumplimiento, pues estos deben ser coherentes con el impacto que se está gestionando. **La elaboración de un informe o su reporte no puede ser considerado un indicador de cumplimiento, sino solo el medio de verificación** por medio del cual se presenta, entre otras cosas, el resultado logrado por la medida. Los indicadores corresponden a métricas o datos que permiten evaluar el cumplimiento de la medida.

Otro criterio relevante para el diseño de medidas es que estas se definan sobre **el mismo nivel de organización biológica del impacto**.

Si el impacto identificado ocurre a nivel de ecosistema (por ejemplo, pérdida de superficie), entonces la medida debe estar diseñada en función de las características de estructura, composición y funciones de este, abordando tanto la afectación a elementos bióticos (poblaciones-especies, comunidades), la afectación sobre el hábitat en términos de cantidad, calidad y disponibilidad, y también sus componentes abióticos.

Para el logro de los resultados es importante que las acciones diseñadas tengan **metas realistas y alcanzables**, donde es clave tener en consideración **las principales amenazas** sobre el OP, así como también las limitaciones y riesgos de las mismas medidas. Estas amenazas y limitaciones deben ser explícitas en el diseño de medidas, y abordadas de manera consistente para evitar que perjudiquen en los resultados, teniendo claras las acciones que permitirán prevenirlas, o acciones alternativas a ejecutar.

Esto se relaciona con el requerimiento de proponer las medidas sobre el **mayor y mejor conocimiento posible** de los OP o fenómenos ecológicos asociados, considerando el

carácter idiosincrático de la biota de Chile y buscando las referencias taxonómicas (géneros, familias) más afines al momento de evaluar experiencias previas. En lo posible se recomienda **justificar el diseño de medidas con base en casos de éxito documentados** nacional o internacionalmente.

En función de ello es importante que las metas propuestas sean **específicas y medibles**, teniendo claro el **horizonte temporal** en que se conseguirán los resultados planificados, así como los **resultados a obtener en etapas intermedias**.

A continuación, en la Tabla 2, se presentan los contenidos mínimos que debiese tener una medida.

Tabla 2. Contenidos de una medida según cada fase del proyecto o actividad

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Nombre de la medida	Se debe indicar el nombre de la medida, identificándolo de manera corta pero suficientemente explicativa, en lo posible asociando un código único (numérico o alfanumérico) diferente para cada medida, exigencia o compromiso.
Tipo de medida	Identificar si la acción corresponde a una medida de mitigación, reparación, compensación, compromiso ambiental voluntario, u otra.
Componente ambiental asociado a objeto de protección	Se deben identificar el o los componentes ambientales afectos a la medida, y mencionar subcomponentes si corresponde. Cuando se trate de especies se debe indicar su nombre científico.
Impacto asociado	Se debe identificar el impacto generado que se asocia a la medida, indicando las obras o acciones que generan dicho impacto.
Objetivo	Será necesario indicar el propósito específico que busca alcanzar la medida, exigencia o compromiso ambiental voluntario, caracterizando el resultado esperado.
Descripción	Se debe entregar una explicación detallada de la medida, exigencia o compromiso ambiental voluntario, incluyendo su alcance, acciones a desarrollar y su relación con el impacto ambiental identificado.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Justificación	Es requerido explicitar la fundamentación técnica que respalda la implementación de una medida, exigencia o compromiso específico, demostrando su necesidad y efectividad en la gestión del impacto ambiental.
Lugar	Será necesario establecer la ubicación geográfica donde se implementará la medida, exigencia o compromiso ambiental voluntario, considerando su pertinencia respecto al área afectada por el proyecto o actividad. Esta información debe ser entregada en un soporte SIG.
Forma	Se debe indicar el método o mecanismo mediante el cual se ejecutará la medida, exigencia o compromiso ambiental voluntario, especificando los procedimientos, tecnologías, herramientas y enfoques utilizados. De existir una metodología previamente descrita esta debe ser citada. Será necesario tener claros los riesgos o amenazas asociados a la aplicación de la metodología en el contexto territorial específico, de modo asegurar la factibilidad de aplicarla y prevenir errores en los resultados.
Plazo o momento de implementación	Se debe especificar el momento y la fase del proyecto en la que se aplicará la medida ambiental, asegurando con ello su eficacia. Se debe señalar el período en que se realizarán las acciones hasta el logro de los objetivos planteados, es decir, la duración total de la medida.
Indicador de cumplimiento	Será necesario señalar el o los parámetros medibles que permitan verificar si la medida, exigencia o compromiso ambiental voluntario implementado logró los resultados esperados. Estos pueden ser indicadores cuantitativos o cualitativos, en función de las características del componente sujeto a la medida. Se deben tener claras las metas o resultados finales a los que apunta la medida, así como los valores intermedios que se deben lograr para cumplir con los resultados en los tiempos estipulados. Estos indicadores deben ser afines con los señalados para el plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes.

Fuente: elaboración propia

Una vez diseñadas las medidas será necesario elaborar un **plan de seguimiento de las variables ambientales**, instrumento establecido en el artículo 105 del Reglamento del SEIA. Este plan “tiene como finalidad asegurar que las variables ambientales relevantes que fueron objeto de evaluación ambiental evolucionan según lo proyectado, considerando el cambio climático”.

El seguimiento contribuirá a corroborar la efectividad de las medidas propuestas por el titular, por lo tanto, toda actividad asociada al seguimiento ambiental **debe ser informada** a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante la plataforma Sistema de Seguimiento Ambiental (SSA)⁵¹.



El seguimiento debe plantearse de tal manera que dé cuenta de los parámetros y escalas, espaciales y temporales, que permitan evaluar el **impacto residual**⁵², teniendo a la vista los **indicadores de éxito**.

De acuerdo con el principio de coherencia, **el éxito se mide exclusivamente en términos de los resultados de mejora de condición del componente**, mas no en el hecho de si la medida fue realizada o no. Lo anterior, en razón de que eventualmente las acciones pueden no estar generando los resultados para los cuales fueron diseñadas, lo que se debe identificar y corregir durante el seguimiento.

La manera más eficiente de aplicar las medidas será utilizando algún instrumento de planificación ambiental que las ordene, priorice y establezca plazos, como planes, programas o estrategias de gestión, que permitan coordinar y complementar las medidas a distintos niveles de organización biológica y para todos los componentes de ecosistemas terrestres.

Es muy importante tener presente que los niveles de incertidumbre demandan que exista **adaptación** en la manera de enfrentar el seguimiento y control de los impactos ambientales.

Para enfrentar esta situación, se recomienda diseñar **un plan de acciones adicionales, complementarias o alternativas** que respondan a la obtención de valores umbrales intermedios en los parámetros monitoreados.

Las acciones serán todas aquellas gestiones que se adoptarán ante resultados que presenten desviaciones al comportamiento esperado de la variable ambiental en el tiempo, y que tienen

⁵¹ El acceso al SSA se encuentra en el siguiente [enlace](#).

⁵² Refiere al impacto que permanece en el Al una vez que se han aplicado las medidas o durante el proceso en el cual la reparación del sistema está en curso.

por objetivo mantener las variables dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente. Las acciones adicionales y complementarias permitirán prevenir que se llegue al valor umbral límite del parámetro, generando esfuerzos de gestión que modelen el comportamiento del sistema ambiental. Esto puede implicar, por ejemplo, el replante de vegetación. Además, es posible que se advierta mediante el seguimiento que la medida diseñada no cumple con su objetivo, siendo insuficiente o inadecuada, para lo cual podrá ser necesario realizar una acción alternativa que sustituya la primera.

Cabe insistir en que en un proyecto evaluado en el SEIA es recomendable que tanto los umbrales como las acciones queden expresadas en la RCA, integrando la **capacidad de adaptación** en este instrumento.

En cuanto a las **DIA**, se debe tener presente que estas descartan impactos significativos sobre los objetos de protección, lo que debe ser debidamente justificado, siendo necesario en determinadas ocasiones comprobar o monitorear este descarte a partir del establecimiento de ciertos CAV. Desde este análisis, de conformidad a lo establecido en el Reglamento del SEIA, es que se hace necesario la incorporación en las DIA de los planes de seguimiento, los cuales deben contar con un diseño que permita **medir, cuantificar y explicar la evolución de las variables ambientales relevantes** en su interacción con el proyecto dentro del AI.

En la Tabla 3 se presentan los contenidos mínimos de un plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que establece el artículo 105 del Reglamento del SEIA y la Resolución Exenta 223, de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Tabla 3. Contenidos de un plan de seguimiento según cada fase del proyecto o actividad

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Nombre asociado	Nombre único dentro del plan, que haga referencia a la medida, exigencia o compromiso al que se asocia. Este debe ser corto, pero suficientemente explicativo, y en lo posible, acompañado de un código único (numérico o alfanumérico).
Componente ambiental	Se debe indicar el componente ambiental, y subcomponente cuando corresponda. Además, indicar la(s) variable(s) ambiental(es) que será(n) objeto de medición y control. En el caso que corresponda se deberá señalar el nombre científico de la(s) especie(s) asociada(s).
Impacto ambiental	Señalar cuál es el impacto ambiental asociado a la medida, describiéndolo de acuerdo a la predicción y evaluación realizada. Se deben indicar las obras o acciones que generan dicho impacto.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Medidas o compromisos ambientales voluntarios asociados	Señalar la medida o CAV al que se asocia este plan. Las medidas pueden ser tanto de mitigación, reparación o compensación, referidas a los impactos significativos, o de los compromisos ambientales voluntarios, referidas a los impactos no significativos. Las medidas deberán indicar cómo se harán cargo del impacto y la proyección del comportamiento de la variable ambiental en el tiempo. Se recomienda relacionar cómo estas medidas atienden al seguimiento o control de la variable relevante. Cabe recordar que, en el caso de las DIA, los CAV se asocian a los impactos no significativos, tal como se menciona en el artículo 18, letra m), del Reglamento del SEIA, y la solicitud de los sus planes de seguimiento se estipula en el artículo 19, letra b.7), del mismo Reglamento.
Objetivo del plan de seguimiento	Se debe señalar el objetivo del plan de seguimiento.
Ubicación de los puntos de medición y control	El diseño del muestreo para evaluar el cumplimiento de la medida debe considerar una extensión, escala y representatividad coherente con la superficie del ecosistema, su composición y con las acciones realizadas. Se deben presentar los puntos de control, identificados por su ubicación geoespacial en un mapa. Esta georreferenciación debe ser completa, indicando el punto o sitio de muestreo haciendo uso del sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84 y huso correspondiente. Se ha de indicar también la división político-administrativa de cada punto (región, provincia y comuna), y si la ubicación de los puntos será fija o variable en el tiempo, así como los supuestos que motivan dichas variaciones si es que así fuese. Se debe incluir como anexo el archivo <i>.kmz</i> o <i>shapefile</i> con los puntos de monitoreo/seguimiento. Se deben indicar las amenazas y oportunidades que ofrece el control en aquellos puntos. De existir amenazas, por ejemplo, por la ubicación de futuros proyectos en alguna de las ubicaciones seleccionadas, se recomienda presentar una estrategia para dar continuidad y sostener la validez técnica de los datos, en particular cuando se trate de puntos de control que funcionen como testigo, es decir, como referencia de la situación de la variable sin impacto.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Parámetros⁵³ para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales	Se deben presentar explícitamente cuáles serán las mediciones, unidades de medida, y variables cuantitativas para evaluar el estado y evolución del ecosistema, las que deben ser representativas del fenómeno que se pretende evaluar. Para ello es recomendable analizar las mismas variables con las que se explicó el cambio de condición del ecosistema, por ejemplo, las utilizadas como parámetros de cuantificación de pérdida y ganancia de biodiversidad (nivel 3 de la metodología). En el caso de parámetros cuantitativos se utilizarán las unidades de medición del sistema internacional de medidas (SI), y para los cualitativos, cuando corresponda, códigos alfanuméricos, palabras u otros medios. Se deben definir cuáles son los indicadores que representan el avance de las medidas, así como el logro de los objetivos planteados.
Método o procedimiento de muestreo, medición, análisis o control para cada parámetro	Se debe explicar cómo serán medidas, cuantificadas o controladas las variables, es decir, explicar la metodología que se usará, justificando su idoneidad, proceder y requerimientos para la obtención de resultados adecuados. Esto implica explicar el método de muestreo, medición, análisis y control de cada parámetro, así como los materiales, <i>software</i> y equipos necesarios para llevarlos a cabo. Se deben explicar los requisitos para una adecuada toma de datos, identificando los riesgos que podrían forzar a aplazar la medición (por ejemplo, la condición del clima o accesibilidad al punto), además de posibles desviaciones de la metodología que podrían incidir en los resultados de su aplicación. Atendiendo a ello, será necesario indicar, cuando corresponda, las medidas de seguridad o control que se implementarán para evitar la obtención de datos erróneos. En el caso de que las mediciones o control no estén sujetas a normas nacionales o internacionales que estandaricen la toma de datos, se recomienda al titular indicar qué normas de estandarización serán utilizadas para minimizar estos riesgos.

⁵³ "Elemento, analito, índice, indicador, dato o factor, que permite establecer la magnitud de una variable ambiental", definición extraída del párrafo 1° del artículo segundo de la de la Resolución Exenta 223, del 15 de abril de 2015, de la SMA.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Duración y frecuencia del plan	La extensión y periodicidad de las mediciones deben ser capaces de capturar los cambios que pueda presentar el ecosistema en el tiempo, guardando relación con aspectos como la fenología, estacionalidad, tiempos de desarrollo, entre otros. Además, la ejecución de la medida, así como su duración, deben estar en concordancia con la etapa del proyecto en la que ocurre el impacto. Con ello se debe indicar la frecuencia de la toma de datos y justificar la idoneidad de esta, en función de las condiciones ambientales, las acciones del proyecto y otras situaciones que incidan en el desarrollo del impacto y evolución de las medidas. La frecuencia de la presentación de informes debe ser acorde con la duración de las etapas de la medida. Además, el titular tendrá que señalar la duración total del período de seguimiento, como también deberá presentar los hitos de inicio y término de la implementación de dicho plan. Se deberán identificar potenciales acciones o circunstancias que ameriten muestreos extraordinarios, todo ello con el fin de mantener un adecuado control de las variables ambientales relevantes. Por ejemplo, podrían presentarse condiciones meteorológicas extremas que afecten los ecosistemas bajo observación y las medidas aplicadas, siendo necesario revisar en terreno y atender eventualidades a tiempo.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Límites considerados en la evaluación	Se deben especificar cuáles serán los límites para los parámetros dentro de los cuales la medida se considerará exitosa o no, indicando su origen o referencia. Indicar los límites monitoreados es fundamental para el objetivo de un plan de seguimiento, pues esos límites funcionarán como indicadores de cumplimiento y precursores de futuras acciones correctivas. Tal como se ha realizado en el caso de los Planes de Alerta Temprana⁵⁴, comunes en el control de impactos sobre acuíferos, será recomendable, para controlar la incertidumbre, que se establezcan umbrales intermedios que den luces de la criticidad del avance de las variables. En este sentido, el titular podrá definir más de un umbral intermedio, y establecer acciones de diferente nivel de intensidad o de diferente tipo ante la llegada a tal nivel del parámetro. Para un buen diseño de estos umbrales es necesario considerar la variabilidad estacional del parámetro, en función de la data histórica, la predicción de impactos y las medidas aplicadas. A su vez, el predecir la evolución de las variables⁵⁵ permitirá adecuar la definición de los valores umbral en el tiempo, siendo coherentes con el diseño de duración y frecuencia de los monitoreos. Para ello será necesario expresar esta proyección de manera gráfica y numérica, es decir, en los mismos términos en que posteriormente se exige reportar las variables. Esto tiene estrecha relación con la definición de los indicadores de cumplimiento de la medida. El hecho de que no se alcancen los umbrales intermedios y que, por el contrario, se alcancen los indicadores de cumplimiento, permite confirmar la efectividad de las medidas propuestas por el titular.

⁵⁴ Véase capítulo 6° del *Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico* (SEA, 2022b), disponible en el Centro de Documentación de la página web del SEA; www.sea.gob.cl

⁵⁵ La obligatoriedad de proyectar el comportamiento futuro de las variables a medir está estipulada en el artículo sexto de la Resolución Exenta 223, del 15 de abril de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Entrega de informes	Los informes deben incluir los medios de verificación asociados a la medida, estos medios de verificación pueden corresponder a documentos, registros, resultados de laboratorio, fotografías u otro que permita demostrar el cumplimiento del indicador. Se deben señalar los plazos y frecuencia de entrega de informes a la SMA, considerando una temporalidad concordante al diseño de la medida, así como al fenómeno relativo al OP, indicando de manera explícita el número máximo de días posterior al monitoreo o seguimiento en el que se presentará el informe y sus respectivos anexos al Sistema de Seguimiento Ambiental. El fin último de estos informes es comprobar el avance y cumplimiento de la medida. En esto deberá quedar establecido cómo se ha aplicado el seguimiento, los resultados obtenidos, la llegada o no a valores umbral, las acciones realizadas para el control de desviaciones, y cualquier otra información que el titular estime pertinente dado el caso específico del seguimiento. En este sentido, los informes que se deben entregar servirán como una forma de comunicación y alerta temprana de acciones de adaptación y aprendizaje ante la realidad corroborada, permitiendo una evaluación continua. De acuerdo con el artículo décimo quinto de la Resolución Exenta 223, el índice de dicho informe contendrá: a) Resumen, b) Introducción, c) Objetivos, d) Materiales y métodos, e) Resultados, f) Discusiones, g) Conclusiones, h) Referencias, i) Anexos. Estos contenidos de dicho informe se desarrollan en detalle en los artículos 16 al 24 de la Resolución mencionada.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Plan de acción adaptativo	Los niveles de incertidumbre demandan que exista adaptación en la manera de enfrentar el seguimiento y control de los impactos ambientales. Para enfrentar esta situación se recomienda diseñar un plan de acciones adicionales, complementarias o alternativas, que respondan a la obtención de valores umbrales intermedios en los parámetros monitoreados. Las acciones serán todas aquellas gestiones que se adoptarán ante resultados que presenten desviaciones al comportamiento esperado de la variable ambiental en el tiempo, y que tienen por objetivo mantener las variables dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente. Las acciones adicionales y complementarias permitirán prevenir que se llegue al valor umbral límite del parámetro, generando esfuerzos de gestión que modelen el comportamiento del sistema ambiental. Esto puede implicar, por ejemplo, el replante de vegetación. Por otro lado, es posible que se advierta mediante el seguimiento que la medida diseñada no cumple con su objetivo siendo insuficiente o inadecuada, para lo cual podrá ser necesario realizar una acción alternativa que sustituya la primera.

Fuente: elaboración propia

5.2 Ejemplos de medidas según objeto de protección

5.2.1 Suelo

Para la elaboración de medidas que sean eficientes en la mitigación, reparación y compensación de impactos sobre el suelo se recomienda utilizar la *Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo* (SAG, 2019).

En la Tabla 4 se presenta una **lista referencial y no exhaustiva de medidas** usadas para abordar impactos sobre el componente suelo, existiendo más impactos de los aquí listados, otras medidas factibles para los impactos identificados, y otros indicadores. Las medidas utilizadas deberán ser justificadas técnicamente, considerando las características del OP, el tipo de impacto y la efectividad de la medida propuesta; por lo tanto, el titular puede proponer otras medidas que hagan más eficiente la gestión de los impactos, si corresponde, respetando los contenidos mínimos indicados en la Tabla 2.

Tabla 4. Medidas de mitigación, reparación y compensación para el componente suelo

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Pérdida de calidad del suelo por contaminación.	Evitar descargas de efluentes de uso doméstico o industrial.	Uso de un sistema de tratamiento para evitar la afectación de la composición química del suelo.	Protocolos de descarga de residuos líquidos.	Cantidad de residuos líquidos tratados en relación con el total de residuos líquidos tratados. Concentración de contaminantes en el suelo.
	Pérdida de suelo por erosión.	Protección del suelo para evitar pérdida de suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad.	Construcción de taludes; hidrosiembra o siembra; redes o mallas orgánicas o inorgánicas de protección, aplicación de <i>mulch</i> , de chipeado o de astillado de vegetación. Obras de infiltración y de conducción de escorrentías superficiales. Estructuras para reducir la energía cinética de la escorrentía superficial de las aguas lluvias. Instalación de cortavientos, por ejemplo, estableciendo dos o tres hileras de árboles en forma perpendicular al viento con el objetivo de proteger suelos degradados de cualquier clase o con serio peligro de erosión por efecto de la acción eólica.	Monitoreo de la erosión del suelo mediante inspección visual. Monitoreo del funcionamiento de las obras construidas y acciones realizadas.	Clase de erosión del suelo.
MEDIDAS DE REPARACIÓN	Pérdida de calidad del suelo por contaminación.	Biorremediación.	Uso de microorganismos, bacterias, hongos para degradar los contaminantes. Este método puede demorar mucho tiempo dependiendo de la eficiencia de los organismos para degradar los contaminantes. (Nota al pie: Se recomienda conocer el <i>Manual de tecnologías de remediación de sitios contaminados</i> de Fundación Chile).	Monitoreo de la concentración de contaminantes.	Concentración de contaminantes en el suelo.
		Remediación.	Reposición de la condición original de suelos caracterizados, mediante tratamientos fisicoquímicos, térmicos o mixtos. (Nota: se recomienda conocer el <i>Manual de tecnologías de remediación de sitios contaminados</i> de Fundación Chile).	Monitoreo de la concentración de contaminantes.	Concentración de contaminantes en el suelo.
	Pérdida de calidad o cantidad de suelo.	Protección y mejora del suelo mediante incorporación de materia orgánica.	Incorporación de residuos de poda o de cosecha al suelo, previniendo la erosión eólica e hídrica y aportando materia orgánica al suelo y mejorando su fertilidad.	Monitoreo de la erosión del suelo mediante inspección visual. Monitoreo de materia orgánica en el suelo.	Cantidad de materia orgánica en el suelo. Clase de erosión del suelo.
	Pérdida de suelo por remoción.	Rescate y reposición de suelo.	Rescate y acopio de suelo orgánico, superficial o capa arable para la ejecución de acciones temporales para posteriormente disponerlo en las mismas áreas impactadas (reposición), complementado con un plan de revegetación.	Monitoreo de revegetación. Monitoreo de la erosión del suelo mediante inspección visual.	Cantidad de superficie a la que se le ha devuelto su horizonte superficial. Clase de erosión del suelo posterior a la disposición final del suelo rescatado.

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE REPARACIÓN	Pérdida de suelo por erosión.	Estabilización del suelo.	Estabilización física: construcción de obras tales como empalizadas y obras de arte que permitan revertir los efectos erosivos. Estabilización biológica o revegetación: corresponde a la revegetación de los sectores afectados por procesos erosivos, a través de la plantación o siembra de especies arbóreas, arbustivas o herbáceas.	Monitoreo de la erosión mediante inspección visual. Inspección de las vías de escorrentía superficial. Monitoreo del establecimiento de la vegetación.	Clase de erosión del suelo.
	Pérdida de calidad del suelo por compactación.	Mejora de las propiedades físicas del suelo.	Aplicación de subsolado para descompactar el suelo.	Monitoreo de la compactación y drenaje del suelo en los sitios manejados.	Clase de drenaje.
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	Pérdida irreversible del suelo y de su capacidad de sustentar biodiversidad.	Rehabilitación de suelos afectados por incendios, aluviones u otro tipo de catástrofes.	Despeje de materiales, nivelación, u otras acciones según corresponda.	Monitoreo del despeje de materiales y nivelación.	Nivelación y rugosidad del suelo.
		Mejora de las propiedades químicas del suelo en sitio de compensación.	Corrección de suelos salinos o salino sódicos.	Monitoreo de las propiedades químicas del suelo.	pH. Clase de salinidad (dSm ⁻¹). Clase de sodicidad (RAS). Alcalinidad (clase de carbonatos).
		Mejora de las propiedades físicas del suelo en sitio de compensación.	Construcción de obras de drenaje. Eliminación o fractura de estratas impermeables. Incorporación de nueva superficie bajo riego.	Monitoreo de drenaje de suelos productivos.	Clase de drenaje. Superficie regada.
		Remediación de suelo contaminado en sitio de compensación.	Remediación de suelos contaminados mediante el uso de técnicas físicas, químicas o biológicas.	Monitoreo de la concentración de contaminantes.	Concentración de contaminantes en el suelo.
		Estabilización del suelo erosionado en sitio de compensación.	Control de erosión mediante la estabilización física y biológica.	Monitoreo de la erosión del suelo mediante inspección visual. Monitoreo del funcionamiento de las obras construidas y acciones realizadas.	Clase de erosión del suelo.

Fuente: elaboración propia



5.2.2 Flora y vegetación

Al momento de realizar el plan de medidas de mitigación, reparación y compensación para el componente flora y vegetación se recomienda la revisión de la *Guía de evaluación ambiental: componente vegetación y flora silvestre de competencia del SAG* (SAG, 2021) y la *Guía de evaluación ambiental: Criterios para la participación de Conaf en el SEIA* (Conaf, 2020).

A continuación, se presenta una **lista referencial y no exhaustiva de medidas** (Tabla 5) usadas para abordar impactos sobre OP relativos a vegetación y flora, existiendo más impactos de los aquí listados, otras medidas factibles para los impactos identificados, y otros indicadores. Las medidas utilizadas deberán ser justificadas técnicamente, considerando las características del OP, el tipo de impacto y la efectividad de la medida propuesta; por lo tanto, el titular puede proponer otras medidas que hagan más eficiente la gestión de los impactos, si corresponde, respetando los contenidos mínimos indicados en la Tabla 2.

Tabla 5. Medidas de mitigación, reparación y compensación para el componente flora y vegetación

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Pérdida o alteración de flora y vegetación.	Reducir área afectación de flora y vegetación.	Ajuste del diseño de obras de infraestructura (caminos, centros de acopio, instalaciones, entre otros) en zonas con vegetación de interés.	Verificar que el diseño se ajusta a lo planificado. Monitoreo de vegetación remanente. Monitoreo por imágenes satelitales.	Superficie de vegetación remanente. Riqueza y abundancia de flora.
	Pérdida o alteración de flora y vegetación. Pérdida de diversidad intraespecífica.	Conservación del material genético/rescate de germoplasma ⁵⁶ .	Recolección de semillas, frutos, esquejes u otro de la vegetación a intervenir. Posterior conservación en bancos de semillas, viveros, entre otros.	Se debe presentar ante la SMA: • Plan de Conservación de Material Genético. • Plan de Rescate de Germoplasma, aprobado por el Oaeca competente, previo al rescate. • Informe de recolección de germoplasma. Incluyendo: especies consideradas, número de semillas, esquejes u otro a rescatar por especie. • Contrato del titular y sitio de resguardo, incluyendo su duración. En caso de incluir viverización: • Contrato con el vivero. • Programa de viverización de germoplasma. • Monitoreo mensual de viverización, y las condiciones adecuadas y señaladas. Se recomienda relacionar con medidas de restauración o compensación que requieran plantar vegetación nativa.	Porcentaje de especies a las cuales se les realizó el rescate de germoplasma, respecto del total de especies comprometidas a las cuales se les realizaría el rescate de germoplasma. Porcentaje de germoplasma rescatado para cada una de las especies, respecto del comprometido.
	Alteración de flora y vegetación.	Prevención de la propagación de especies exóticas invasoras.	Estricto control de medios de propagación de flora invasora como tierra, camiones u otros. Remoción de especies exóticas en el AI.	Monitoreo de diversidad de especies incluyendo riqueza, abundancia con énfasis en especies exóticas.	Riqueza y abundancia de especies. Relación de especie nativa vs. invasoras. Estructura comunitaria del área.
	Alteración de flora y vegetación.	Resguardo físico de zonas con vegetación o hábitats de interés.	Delimitación física de las zonas de trabajo y vías de acceso para evitar la circulación por zonas con vegetación. Resguardo de la vegetación para evitar daños por ganado u otras especies herbívoras.	Monitoreo y mantención de los cierres. Calendarización de fechas en las cuales se harán los monitoreos y mantenciones. Informes de ejecución.	Estado de los cierres perimetrales. Número de individuos en buen estado de las especies a proteger respecto del número de individuos protegidos por especie.
	Alteración de flora y vegetación.	Establecer zona de exclusión a formaciones vegetales sensibles o especies de interés.	Mantener una zona de exclusión con cobertura original, para conservar formaciones vegetales valoradas por sus características bióticas o por representar hábitat para especies de interés.	Monitoreo de diversidad en área de exclusión incluyendo riqueza, abundancia por especie, índices de diversidad, entre otros.	Riqueza y abundancia (absoluta y relativa) de la comunidad. Índices de diversidad.

⁵⁶ Se recomienda estudiar la publicación *Elaboración de un plan integral de gestión ex situ de flora nativa, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (Sandoval y Rojas , 2025).

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Pérdida de flora y vegetación. Pérdida de diversidad intraespecífica.	Rescate y relocalización.	Extracción de especies situadas en el área a intervenir y que no pueden ser evitadas por el diseño del proyecto, las que deben ser relocalizadas en hábitats apropiados para su supervivencia.	Informe de rescate incluyendo especies rescatadas, número de individuos por especie, tratamientos entregados. Informe de relocalización, incluyendo lugar, supervivencia, estado fitosanitario, entre otros.	Cantidad de individuos rescatados que permanecen vivos/tiempo.
	Alteración de flora y vegetación.	Limitar la circulación sobre zonas con vegetación.	Cuando sea necesario circular sobre la vegetación para hacer intervenciones puntuales, el tránsito de vehículos y personal se limitará a temporadas de baja actividad biológica de las especies para evitar dañar rebrotes o estructuras reproductivas. También se debe evitar el ingreso de maquinaria pesada a zonas con vegetación, especialmente cuando se deban hacer intervenciones puntuales.	Informes mensuales señalando si se han o no desarrollado actividades, el tipo de actividades desarrolladas, sectores específicos, días, horas, vegetación afectada, grado de afectación, entre otros.	Actividades realizadas en zonas con vegetación, diferenciadas por tipo e indicando temporalidad. Valores de NDVI.
	Alteración de flora y vegetación.	Control del polvo en suspensión.	Pavimentación de caminos o aplicación de productos suspensores de polvo sobre estos modos de controlar la suspensión de material particulado que pueda afectar la vegetación. Control de velocidad de los vehículos.	Informes mensuales con el detalle de las acciones generadas en cada uno de los caminos previamente identificados. Estado de los caminos. Información respectiva al control de la velocidad. Estado de la vegetación circundante, con el detalle de la vegetación potencialmente afectada por el polvo en suspensión. Detalle de transectos que vayan desde el camino hacia dentro de las áreas de vegetación, con el fin de determinar si existe o no eventual afectación.	100% de los caminos con medidas de control de polvo en suspensión realizadas. Polvo en suspensión de caminos a los que se les aplica la medida es menor que aquellos sobre los cuales no se ha aplicado. Estado de la vegetación aledaña a los caminos es igual a la vegetación que no está siendo afectada por el polvo en suspensión. Diversidad de especies, y composición de especies es igual al escenario sin caminos.
	Alteración de flora y vegetación.	Mantener patrones de drenaje y escurrimiento natural.	Evitar la circulación e intervención de cualquier tipo sobre zonas con drenaje superficial natural, para evitar cualquier cambio en la disponibilidad de agua para la vegetación.	Monitoreo de la estructura física de los cursos de agua, o sitios de escorrentía superficial.	0% de intervención de las zonas con drenaje superficial.

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE REPARACIÓN	Pérdida de flora y vegetación.	Reforestación/ repoblamiento de zonas con vegetación dentro del AI del proyecto ⁵⁷ .	Restaurar la calidad de las comunidades vegetales o el hábitat de especies protegidas dentro del área del proyecto con especies nativas en sitios degradados.	Monitoreo de la sobrevivencia de los individuos plantados. Monitoreo de la riqueza y abundancia de especies de flora.	Riqueza y abundancia de especies de flora.
	Pérdida de flora y vegetación.	Propagación de flora.	A partir de material vegetativo (esquejes, artejos, entre otros) o germinativo (semillas, frutos) se obtiene ejemplares en una abundancia amplificada para luego replantar en las zonas intervenidas.	Monitoreo de establecimiento y sobrevivencia de individuos propagados.	Cantidad de individuos propagados que permanecen vivos/tiempo.
	Alteración de flora y vegetación.	Erradicación especies invasoras.	Remplazo de especies invasoras dentro del área de intervención del proyecto por especies nativas.	Monitoreo de la aparición de especies exóticas invasoras.	Riqueza y abundancia de especies invasoras.
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	Pérdida irreversible de flora y vegetación.	Revegetación de especies en comunidades similares ⁵⁸ .	Revegetar en el sitio de compensación con especies arbóreas o arbustivas que son clave para la biodiversidad.	Monitoreo de la sobrevivencia de los individuos plantados.	Riqueza y abundancia de especies de flora.
	Pérdida irreversible de flora y vegetación.	Preservación de vegetación.	Cierre de zonas de preservación, eliminando las amenazas comprobadas que tiene el sitio, generando con ello una ganancia de biodiversidad en términos de especies clave de flora.	Monitoreo de riqueza y abundancia de especies clave.	Riqueza y abundancia de especies de flora.

Fuente: elaboración propia

⁵⁷ Se recomienda utilizar especies viverizadas o rescatadas de la zona de impacto de acuerdo con las Recomendaciones para la elaboración e implementación de un plan integral de gestión ex situ de material vegetal, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (INIA, 2024).

⁵⁸ Ídem recomendación nota al pie 47.

5.2.3 Fauna

Para la realización de un plan de medidas de mitigación, reparación y compensación para el componente fauna terrestre se recomienda la revisión de la *Guía de evaluación ambiental: componente fauna silvestre* (SAG, 2016).

La Tabla 6 presenta una **lista referencial y no exhaustiva** de medidas para abordar los impactos sobre el componente fauna, existiendo más impactos de los aquí listados, otras medidas factibles para los impactos identificados, y otros indicadores. Las medidas utilizadas deberán ser justificadas técnicamente, considerando las características del OP, el tipo de impacto y la efectividad de la medida propuesta; por lo tanto, el titular puede proponer otras medidas que hagan más eficiente la gestión de los impactos, si corresponde, respetando los contenidos mínimos indicados en la Tabla 2.

Tabla 6. Medidas de mitigación para el componente fauna

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Alteración de hábitat de fauna.	Reducir áreas de perturbación de fauna de interés.	Ajuste de diseño de obras de infraestructura que afecten hábitats relacionados a fauna de interés.	Monitoreo de construcción de obras.	Superficie alterada.
	Alteración de hábitat de fauna.	Exclusión de fauna en áreas de trabajo del proyecto.	Instalación de barreras o cercos perimetrales que impidan el paso o entrada de fauna al área del proyecto. Manejo de residuos domiciliarios y otros atractores de fauna silvestre.	Revisión y mantención de cierres.	Barreras instaladas. Número de encuentros con fauna.
	Alteración de hábitat de fauna.	Definición de zonas de exclusión.	Instalación de barreras o demarcaciones de áreas con prohibición de paso o ejecución de actividades en hábitats de especies de interés.	Revisión y mantención de cierres o señaléticas que delimiten la existencia de zonas protegidas.	Señalética instalada. Superficie protegida.
	Alteración de hábitat de fauna.	Definición de <i>buffer</i> de protección.	Mantener un área <i>buffer</i> con su cobertura original, para conservar hábitats de relevancia para la fauna silvestre.	Monitoreo del área que representa la zona <i>buffer</i> .	Superficie alterada. Superficie protegida.
	Pérdida de individuos de fauna.	Exclusión de individuos en área de obra.	Detención de actividades o ahuyentamiento de individuos que ingresen al área del proyecto.	Reporte de especies observadas.	Número de individuos registrados.
	Pérdida de individuos de fauna de baja movilidad.	Perturbación controlada.	Desplazamiento dirigido de individuos de baja movilidad previo a la intervención en obras lineales o de baja superficie.	Informe de ejecución, incluyendo fecha de ejecución, coordenadas de trabajo, monitoreo de sector posterior a la acción de perturbación; monitoreo del área previa intervención del proyecto. Informe de monitoreo en área receptora a 10 días de realizada la actividad y luego cada 3 meses.	Días transcurridos entre la ejecución de la acción y el inicio de la etapa de construcción es menor a 7 días. 0% de observación de individuos en el área de perturbación. Área comprometida para la perturbación (superficie) vs. área efectivamente perturbada. 0% de sitios de refugio activos en área perturbada. Cumplimiento de la época, temporada o período, y horario de ejecución de la perturbación de los individuos por especie, según lo comprometido.
	Pérdida de individuos de fauna de baja movilidad.	Rescate y relocalización de individuos.	Captura de individuos de baja movilidad de áreas de obras previa su intervención. Luego los individuos son trasladados a hábitats similares, alejados del área del proyecto.	Informe de ejecución incluyendo fecha de ejecución, coordenadas de trabajo, especies rescatadas, número de individuos por especie. Permiso de captura. Informe de monitoreo en área de relocalización a 10 días de realizada la actividad y luego cada 3 meses. Incluir fotografías de los individuos.	Porcentaje de individuos rescatados por especie, respecto del total de individuos rescatados y relocalizados. 0% de observación de individuos en el área de rescate. Aumento del número de individuos de las especies rescatadas y relocalizadas en los sitios de relocalización. Área comprometida para el rescate (superficie) vs. área efectivamente abarcada. Cumplimiento de la época, temporada o período, y horario de ejecución del rescate y relocalización de los individuos por especie, según lo comprometido. Cumplimiento de la metodología de rescate, manejo y relocalización propuesta.

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Pérdida de individuos por colisión.	Diseño de estructuras y elementos disuasivos.	Instalación de dispositivos para evitar la colisión de especies con infraestructura del proyecto.	Monitoreo de fauna.	Dispositivos instalados. Número de individuos muertos.
	Pérdida de individuos por encandilamiento.	Control de contaminación lumínica.	Utilización de luminaria de luz cálida, dirección de estas a ángulos bajos, restricciones horarias e iluminación adaptativa.	Reportes de luminarias.	Luminaria instalada.
				Reporte de individuos caídos.	Número de individuos caídos.
	Perturbación de hábitats de relevancia para fauna por ruido.	Control de ruido.	Instalación de barreras de ruido. Restricciones temporales de obras en relación con las actividades de fauna.	Monitoreo de ruido. Reporte de instalación de obras.	Decibeles en hábitat receptor.
				Monitoreo de la fauna en el AI.	Abundancia de fauna perturbada.
	Perturbación de hábitats de relevancia para fauna.	Programación o restricción de actividades en periodos sensibles.	Programación de actividades con potencial de perturbación a la fauna fuera de periodos de nidificación, migración u otros momentos sensibles o de alta abundancia.	Reportes de actividades.	Fechas de actividades.
	Pérdida de individuos de fauna.	Prohibición de la caza y captura de individuos.	Establecimiento de zona de prohibición de caza dentro del área del proyecto. Demarcación y establecimiento de señaléticas.	Revisión y mantención de cierres o señaléticas que delimiten la existencia de zonas protegidas. Medios de prueba de realización de capacitaciones.	Estado de cierres. Reportes de capacitaciones.
	Pérdidas de individuos de fauna por caída o ahogamiento.	Rampas de escape para fauna e inspección de pozos y zanjas.	Instalación de infraestructura que asista a la fauna frente a la presencia de pozos o zanjas con posibilidad de caídas de individuos.	Monitoreo diario de pozos y zanjas.	Número de individuos caídos.
	Pérdida de individuos de fauna por atropellamiento.	Restricción de velocidades para evitar colisiones con fauna silvestre.	Instalación de señalética y control de velocidad remoto (GPS) de vehículos utilizados en faena.	Revisión y mantención de señaléticas, registros GPS de vehículos.	Número de individuos atropellados.
	Alteración de fauna.	Capacitación de personal.	Entregar conocimiento en terreno a los trabajadores sobre el valor de la biodiversidad y medidas asociadas a la protección de la fauna.	Medios de prueba de realización de capacitaciones.	Capacitaciones realizadas.

Fuente: elaboración propia

5.2.4 Ecosistemas terrestres

Considerando que los ecosistemas están compuestos por su flora, vegetación, fauna, suelo, agua, nutrientes, entre otros componentes, las medidas propuestas para cada componente pueden integrarse para gestionar los impactos a escala de ecosistemas. Para no caer en medidas redundantes o para evitar que las medidas sobre ecosistemas sean sólo la suma de las medidas de los otros componentes, se hace esencial realizar un análisis funcional de los distintos componentes identificados como parte del ecosistema, y centrar las medidas y el seguimiento en aquellos componentes que cumplen con funciones clave, como la reproducción, producción primaria, generación de suelo, especies pioneras, entre otros.

Al momento de idear medidas para los ecosistemas terrestres, el enfoque de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) puede ser práctico. Esta aproximación busca trabajar los procesos de restauración de los ecosistemas a una escala de paisaje y enfocándose simultáneamente en la conservación biológica, así como generar los beneficios proporcionados por los ecosistemas, vale decir, reestablecer sus SSEE. Este enfoque busca congeniar el conocimiento científico técnico con las tradiciones y los comportamientos de los ecosistemas. De esta forma busca traer los mayores beneficios, tanto ecológicos como sociales, al intentar replicar las estructuras propias de la naturaleza en el sector de aplicación.

La Tabla 7 presenta una **lista referencial y no exhaustiva** de medidas para abordar los impactos sobre ecosistemas terrestres. Las medidas utilizadas deberán ser justificadas técnicamente, considerando las características del OP, el tipo de impacto y la efectividad de la medida propuesta; por lo tanto, el titular puede proponer otras medidas que hagan más eficiente la gestión de los impactos, si corresponde, respetando los contenidos mínimos indicados en la Tabla 2.

Tabla 7. Medidas de reparación y compensación en ecosistemas terrestres

	IMPACTO	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	SEGUIMIENTO	INDICADORES
MEDIDA DE REPARACIÓN	Alteración o pérdida del ecosistema.	Reparación de dos o más componentes del ecosistema.	La reparación de dos o más componentes debe enfocarse en reestablecer las funciones básicas, así como la estructura y composición del ecosistema, facilitando la permanencia y regeneración de las especies. Se debe utilizar un ecosistema de referencia.	Monitoreo de biodiversidad según la condición de referencia (línea de base).	Los indicadores deben definirse en base a los componentes seleccionados a reparar.
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	Fragmentación del ecosistema.	Construcción de corredores biológicos.	Reparación o preservación de ecosistemas que conectan unidades que han quedado aisladas producto de impactos y usos. Esto implica revegetar, estabilizar suelos, evitar entrada de fauna invasora entre otras acciones.	Monitoreo de las unidades reparadas o preservadas en función de las acciones realizadas para la construcción del corredor biológico. Monitoreo de la movilidad de fauna. Monitoreo de la regeneración de flora.	Riqueza y abundancia de especies de flora y fauna a lo largo del corredor biológico. Regeneración de flora. Cantidad de individuos de fauna invasora. Cantidad de superficie con flora invasora.
	Alteración o pérdida del ecosistema y sus SSEE.	Restauración de SSEE.	Reparación de las características de composición, estructura y función que permitirán reestablecer el SSEE. Esto puede implicar la ejecución de acciones sobre el suelo y la vegetación.	Monitoreo de las unidades reparadas en función de las acciones realizadas.	Valoración del SSEE por grupos humanos locales.
	Alteración o pérdida de hábitat.	Restauración de hábitat.	Reparación de las características claves del hábitat que requiere determinada especie (refugio, alimentación o reproducción), lo que puede implicar, por ejemplo, la revegetación. Se recomienda basarse en los principios de las soluciones basadas en la naturaleza.	Monitoreo de las características clave del hábitat que han sido restauradas. Monitoreo de la presencia de las especies objetivo para las cuales se restauró el hábitat.	Riqueza y abundancia de especies de flora o fauna.

Fuente: elaboración propia

ANEXOS



ANEXO 1. GLOSARIO

Acciones: aquellas realizadas tanto por los trabajadores como por la maquinaria, en la fase de construcción, operación y cierre de un proyecto, incluyendo en ello la acción de transporte a través de diferentes medios.

Área de influencia (AI)⁵⁹: área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias.

Atributos: son las cualidades o propiedades de un determinado componente ambiental o de un elemento del medio ambiente.

Biodiversidad o diversidad biológica⁶⁰: la variabilidad de los organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Cambio climático⁶¹: cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos comparables.

Componente ambiental: elementos del medio ambiente con características físicas, químicas, biológicas o socioculturales, que pueden tener un origen natural o artificial, y que cambian e interactúan, condicionando la vida de los ecosistemas. Para efectos del SEIA estos componentes permiten describir el área de influencia de un proyecto, los cuales se encuentran listados en el literal e) del artículo 18 del Reglamento del SEIA, exceptuando el literal e.11).

Comunidad: conjunto de poblaciones de diferentes especies que se mantienen agregadas en un lugar determinado, desarrollando así características similares que las asocian y agrupan.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA): documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Descepe o desceptado: arrancar de raíz los árboles y plantas de un área.

Ecosistema⁶²: corresponde a uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Referido al complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional.

⁵⁹ Ref. literal a) del artículo 2° del DS 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶⁰ Ref. artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶¹ Ref. letra b) del artículo 3° de la Ley 21.455, de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶² Ref. artículo 2°, Convención sobre la Diversidad Biológica.

Especie⁶³: grupo de individuos similares que pueden reproducirse teniendo siempre descendencia fértil, con el requisito de poseer idéntico número cromosómico.

Especie clave: corresponde a aquella especie que ejerce una influencia directa y desproporcionadamente grande para su biomasa sobre el ecosistema. La pérdida o degradación de una especie clave puede provocar cambios importantes en otras poblaciones de especies y modificar sensiblemente el ecosistema, convirtiéndolo en uno distinto. Las especies clave pueden cumplir diversas funciones en el o los ecosistemas donde estén presentes. Su condición de especie clave puede estar asociada a un rol estructurante, en la cadena trófica, de enlace o intermediario entre especies, u otros roles.

Especies endémicas: aquellas que solamente habitan en un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas.

Especies nativas: aquellas originarias del lugar en donde habitan.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA)⁶⁴: documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Evaluación de impacto ambiental⁶⁵: el procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que sobre la base de un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes.

Extracción, explotación, intervención y uso de recursos naturales: conjunto de los componentes de la naturaleza susceptibles de ser aprovechados por el ser humano, mediante diversas acciones o actividades, para la satisfacción de sus necesidades y que tienen un valor actual o potencial.

Factores generadores de impacto (FGI): se entenderán como aquellos capaces de generar impactos ambientales tales como las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad, en consideración a su localización y temporalidad, así como sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos y servicios generados, según correspondan.

Hábitat⁶⁶: lugar o tipo de ambiente en el que existe naturalmente un organismo o una población.

⁶³ Adaptado de Sarmiento (2001).

⁶⁴ Ref. literal i) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶⁵ Ref. literal j) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶⁶ Ref. literal j) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

Impacto ambiental⁶⁷: alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Impactos ambientales significativos⁶⁸: aquellos impactos ambientales que generen o presenten alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, conforme a lo establecido en el Título II del Reglamento del SEIA.

Localización: se refiere al lugar geográfico donde se establecen las partes y obras, y donde se ejecutan las acciones, lo cual determina con qué objetos de protección interactúa el proyecto.

Medio ambiente⁶⁹: el sistema global constituido por elementos naturales o artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

Normativa ambiental aplicable: son aquellas normas cuyo objetivo es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, e imponen una obligación o exigencia cuyo cumplimiento debe ser acreditado por el titular del proyecto o actividad durante el proceso de evaluación ambiental, y durante toda la ejecución del proyecto.

Norma secundaria de calidad ambiental⁷⁰: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Objeto de protección (OP): elemento o componente del medio ambiente que el legislador busca proteger, ya sea a través de una norma de carácter ambiental, un permiso ambiental sectorial o la creación de un área protegida, y que para efectos del SEIA se pretende proteger de los impactos ambientales que pueda generar la ejecución de un proyecto o actividad. Los componentes ambientales que configuran objetos de protección del SEIA se desprenden del artículo 11 de la Ley 19.300.

Obras: se entiende como toda infraestructura construida de un proyecto o actividad, ya sea para un uso temporal o permanente.

Partes: se entiende como una unidad que es constituyente de un proyecto o actividad, que contiene en sí misma diferentes acciones u obras.

⁶⁷ Ref. literal k) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶⁸ Ref. literal e) del artículo 2° del DS 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁶⁹ Ref. literal II) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁷⁰ Ref. literal ñ) del artículo 2° de la Ley 19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

Pérdida de biodiversidad: impacto residual a la biodiversidad en el área de influencia del proyecto, expresado en cambios negativos en los componentes de la biodiversidad, los cuales desaparecen o pierden significativamente sus características de composición, estructura o funcionamiento por la implementación del proyecto de inversión.

Población: grupo de individuos de una misma especie que responden a funciones sociales tales como reproducción, alimentación, refugio o defensa.

Servicios Ecosistémicos (SSEE)⁷¹: la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano.

Singularidad: atributo de los objetos de protección que le confiere un grado de interés, sea por su unicidad, escasez, representatividad o grado de amenaza (categoría de conservación), y que le confiere valor ambiental.

Sucesión ecológica: proceso de colonización y recambio de la biota en un lugar determinado, vale decir, el recambio de una comunidad por otra, a través del tiempo de manera secuencial, por medio de fases, períodos o series en el mismo espacio geográfico.

Temporalidad: relaciona el cuándo y por cuánto tiempo se realizan las acciones de un proyecto, así como la permanencia en el tiempo de sus obras, lo cual permite analizar el estado en que se encuentran los objetos de protección en tal momento, en particular aquellos con un comportamiento dinámico.

Uso de suelo actual: se refiere a aquellas actividades que se desarrollan efectivamente en él. Corresponde a la manifestación visible de la ejecución de dichas actividades en el territorio, a partir de lo cual pueden deducirse determinadas prácticas o formas de apropiación u ocupación del suelo por parte de los habitantes en cada lugar. Es decir, el uso del suelo actual corresponde al uso del suelo efectivo en un tiempo determinado, normalmente el tiempo presente⁷².

Vegetación azonal: se refiere a una formación vegetal que presenta una forma de distribución que responde a condiciones locales, normalmente asociadas a características del suelo o sustrato, o humedad, sin observarse un patrón continuo de distribución.

Vitalidad (plantas): condición fisiológica que permite el uso de la energía del sol mediante la concentración de pigmentos, y la cantidad de agua de los tejidos vegetales.

Vigor vegetal: corresponde a la vitalidad y capacidad de crecimiento y desarrollo de las plantas. Es normalmente medido por la abundancia de clorofila en sus hojas.

⁷¹ Ref. letra r) del artículo 2° del DS 15, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁷² Ref. *Guía para la descripción del uso del territorio en el SEIA* (SEA, 2013).

ANEXO 2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, BASES DE DATOS U OTROS

- Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP) (2012a) *Biodiversity Offset Design Handbook Updated*. BBOP, Washington, D.C.
- Corporación Nacional Forestal. (2020). *Guía de Evaluación Ambiental. Criterios para la participación de Conaf en el SEIA*. Santiago, Chile.
- Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: the Dasgupta review*. Hm Treasury.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). *Defaunation in the Anthropocene*. science, 345(6195).
- Klijn, F., de Haes, H.A.U. (1994) *A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification*. Landscape Ecol 9.
- Luebert y Plischoff. (2017). *Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile*. Segunda edición.
- Ministerio del Medio Ambiente y Fundación Chile. (2013). *Guía metodológica para gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes*.
- Ministerio del Medio Ambiente, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Fondo mundial para el Medio Ambiente (2015). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030*.
- Odum, EP. (1971). *Fundamentals of ecology*. 3rd ed. WB. Saunders, Philadelphia.
- Plischoff, P. (2015). *Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile*. Informe Técnico elaborado por Patricio Plischoff para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Pressey R., Johnson I. & Wilson P. (1994). *Shades of irreplaceability: towards a measure of the contribution of sites to a reservation goal*. Biodiversity and Conservation, 3: pp 242-262.
- Sandoval S., A., y Rojas S., L. (Eds.). (2025). *Elaboración de un plan integral de gestión ex situ de flora nativa, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Boletín INIA 511. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi.
- Sarmiento, F. O. (2001). *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Editorial Abya Yala.
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2016). *Evaluación de impactos de riesgo de activación de procesos erosivos*. Licitación 612-23-1116 a Agrosig Ltda. Consultora Ambiental.
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2019). *Guía de evaluación ambiental: recurso natural suelo*.
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2021). *Guía de Evaluación Ambiental: Componente Vegetación y Flora Silvestre de Competencia del SAG*. Santiago, Chile.

- Servicio de Evaluación Ambiental. (2015). *Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2022). *Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023a). *Criterio de evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023b). *Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023c). *Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables*. Segunda edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023d). *Guía metodológica para la compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales*. Segunda edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024a). *Criterio de Evaluación en el SEIA: Metodologías para la consideración de los impactos acumulativos y sinérgicos en el SEIA*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024b). *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024c). *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA*. Tercera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024d). *Criterio de evaluación en el SEIA: Uso de normas de referencia*. Primera edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2025). *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres*. Segunda edición. Santiago, Chile. Disponible en el Centro de Documentación del sitio web www.sea.gob.cl

