



METODOLOGÍA / MODELO

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES





GUÍA METODOLÓGICA PARA LA COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES

Autor: Servicio de Evaluación Ambiental

Segunda Edición

Santiago, junio de 2023

Diseño y diagramación: Servicio de Evaluación Ambiental

Fotografías: Catalina Marchant V., Adobe Stock, Unsplash.

Como citar este documento: Servicio de Evaluación Ambiental, 2023. Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Segunda 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 METODOLÓGICA PARA LA COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES



Esta segunda edición de la **Guía Metodológica para la Compensación de Biodiversidad en Ecosistemas Terrestres y Acuáticos Continentales** ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo del Servicio de Evaluación Ambiental con la colaboración estrecha del Departamento de Políticas y Planificación de la Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente.

Agradecemos a los demás departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica, Departamento de Comunicaciones y Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental por sus aportes y revisiones que hicieron posible esta segunda edición.

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.

En el esfuerzo de avanzar hacia una evaluación técnica de excelencia y, de esta manera, entregar certezas, esta Guía aborda la necesidad de establecer una metodología concreta y única para el diseño e implementación de medidas de compensación para la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Con ello se busca orientar a los titulares en el diseño de dichas medidas previo al ingreso de sus proyectos al SEIA, así como también, facilitar la labor de los distintos Oaeca que participan tanto en la evaluación como en el seguimiento ambiental.

La metodología se basa en los resultados de un amplio estudio mandatado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ejecutado por la consultora Templado SA durante los años 2018 y 2019, quienes realizaron una vasta recopilación de información a nivel internacional sobre metodologías de compensación utilizadas por diversos países con trayectoria en materia de compensaciones de biodiversidad. Estas experiencias fueron seleccionadas, recogidas y adaptadas a la realidad nacional y fortalecidas con la visión de diversos expertos en la materia; entre ellos, investigadores, funcionarios públicos, evaluadores del SEIA y en general, actores vinculados con los procesos de evaluación ambiental. Junto con ello, se constituyó una mesa intersectorial² la cual acompañó todo el estudio realizando aportes técnicos.

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

² La mesa incluyó a representantes del MMA, SEA, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Ministerio de Energía, Consejo Minero, Asociación de Empresas Generadoras de Electricidad y la ONG *Wildlife Conservation Society* (WCS).

Cabe recordar que este documento complementa y otorga continuidad a la guía teórica “Guía para la compensación de la biodiversidad en el SEIA”, publicada por el SEA el año 2014 y que cuenta con una segunda edición del año 2022. Con esto en consideración, es altamente recomendable que, para un adecuado entendimiento de la información que se presenta en este documento, se realice una revisión previa de la guía mencionada.

Ciertamente ambas guías están en consistencia con los lineamientos que dicta la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, así como también, con los compromisos adquiridos mediante la firma del Convenio de Diversidad Biológica en 1992. De este modo, principios como la pérdida neta cero, la compensación ecológica equivalente, y la mirada integral de los ecosistemas, rigen sobre el diseño e implementación de medidas de compensación de biodiversidad en el SEIA.

Con todo, el objetivo de la metodología planteada en el presente documento es alcanzar una pérdida neta cero de biodiversidad contemplando **tres niveles de análisis**. En cada nivel hay procedimientos o pasos a seguir, donde mediante la recolección de información es posible lograr la cuantificación de los requerimientos de compensación, siendo estos expresados en valores comparables entre la pérdida de biodiversidad en el área de influencia y la ganancia de biodiversidad en el o los sitios de compensación. A continuación, se presentan en general los niveles metodológicos que contiene esta Guía.

El primer nivel metodológico introduce en el análisis la **valoración de la relevancia de los sitios** en términos de la prioridad de protección de los ecosistemas en cuestión, lo cual se materializa por medio de los mapas de relevancia de ecosistemas publicados por el MMA en su Geoportal SIMBIO. Esta etapa permite un estudio y selección temprana de potenciales sitios de compensación, buscando que idealmente posean una relevancia igual o mayor a la del área de influencia.

El segundo nivel metodológico corresponde al uso de la herramienta **“Matriz de componentes clave de biodiversidad”** y, como su nombre lo indica, busca identificar y describir los “componentes claves de biodiversidad” tanto en el área de influencia como en el o los sitios de compensación. Esto asegura la incorporación en las medidas del principio de **equivalencia**, explicitando los valores intrínsecos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que esa provee.

Finalmente, el tercer nivel metodológico ofrece una **métrica de cuantificación** que contribuye a la certeza técnica en el diseño de medidas, toda vez que parametriza la condición de la biodiversidad y elementos del diseño de la compensación, permitiendo la comparación cuantitativa de sus valores y definiendo la cantidad de superficie a compensar.

El **aporte de esta segunda edición** es entregar a los titulares nuevas especificaciones técnicas que facilitarán la aplicación práctica de la metodología, esto en términos de la identificación y delimitación de ecosistemas, análisis a nivel de paisaje, y ajustes en la métrica de cuantificación. Con ello se espera simplificar la implementación y seguimiento de medidas de compensación de biodiversidad, en pos de favorecer la protección legal de los sitios y el logro de las ganancias de biodiversidad que se sostengan en el tiempo.

Esperamos que esta publicación sea una contribución más en el perfeccionamiento de los procesos de evaluación en el SEIA, permitiendo fortalecer el cumplimiento de los objetivos que nos aproximen al desarrollo sustentable del país.

Dirección Ejecutiva
Servicio de Evaluación Ambiental

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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

AI	: Área de Influencia
BBOP	: <i>Business and Biodiversity Offsets Programme</i>
Ci	: Condición inicial
Cf	: Condición final
DIA	: Declaración(es) de Impacto Ambiental
ECC	: Efectos, Características o Circunstancias
EIA	: Estudio(s) de Impacto Ambiental
GB	: Ganancia de Biodiversidad
GNB	: Ganancia Neta de Biodiversidad
IR	: Impacto Residual
UICN	: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
OaecA	: Organismo de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	8
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental	12
1.2 Objetivos y alcances de la guía	14
2. ANTECEDENTES DE LA CREACIÓN DE LA METODOLOGÍA	16
3. METODOLOGÍA PARA LA COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES	20
3.1 Nivel 1: Mapas de relevancia	24
3.1.1 Mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas terrestres	24
3.1.2 Mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos continentales	29
3.2 Nivel 2: Matriz de componentes clave de biodiversidad	34
3.3 Nivel 3: Métrica de cuantificación	41
3.3.1 Descripción de la condición de la biodiversidad a nivel de paisaje	41
3.3.2 Descripción de la condición a nivel de ecosistemas terrestres	45
3.3.3 Descripción de la condición de la biodiversidad a nivel de ecosistemas acuáticos continentales	53
3.3.4 Multiplicadores	64
3.3.5 Cálculo de impacto residual y de ganancias de biodiversidad	65
4. CONSIDERACIONES FINALES	74
ANEXO 1. GLOSARIO	78
ANEXO 2. ELEMENTOS DEL DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	82
ANEXO 3. CARTA DE CONFORMIDAD DEL PROPIETARIO	86
ANEXO 4. BIBLIOGRAFÍA	87



1.

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental

Según lo establecido por el marco legal vigente, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento orientado a determinar si el impacto ambiental de un proyecto o actividad se ajusta a las normas vigentes. Como tal, debe contemplar mecanismos a través de los cuales se predicen y se evalúan los impactos en las áreas de influencia para determinar si son o no significativos, además de velar por el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. La Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N°19.300), establece que dicho procedimiento está a cargo del SEA.

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental en el marco del SEIA se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse o modificarse y cómo estas alteran los componentes o elementos del medio ambiente receptores de impactos que son considerados objetos de protección para el SEIA³. Tal ejercicio se realiza de forma previa a la ejecución del proyecto o actividad y, por lo tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios sin y con proyecto.

³ El documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de Protección", disponible en www.sea.gob.cl establece cuáles componentes ambientales son objeto de protección para efectos del SEIA.

El titular debe analizar si este proyecto o actividad se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental que deben ingresar al SEIA, en cualquiera de sus fases, según lo establecido en el artículo 10 de la Ley N°19.300 y artículo 3º del Reglamento del SEIA.

1.

Si el proyecto o actividad se encuentra en el listado de tipologías, entonces debe ser sometido al SEIA. Es responsabilidad del titular definir la modalidad de ingreso, ya sea a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para ello, le corresponde analizar el artículo 11 de la Ley N°19.300, donde se establece que los proyectos o actividades que se presentan al SEIA requieren la elaboración de un EIA si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes Efectos, Características o Circunstancias (ECC):

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo con lo anterior, la generación o presencia de uno de estos ECC obliga a que el titular del proyecto o actividad elabore y presente un EIA, instrumento que se caracteriza por contener, entre otros antecedentes, las medidas destinadas a mitigar, reparar o compensar los ECC que se generarán, además de considerar las materias contenidas en el artículo 12 de la Ley N°19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del Reglamento del SEIA.

Por el contrario, y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 18 de la Ley N°19.300, si el proyecto o actividad no genera ninguno de los ECC antes señalados, se debe presentar una DIA, la que debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 bis de la Ley N°19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 19 del Reglamento del SEIA.

En consecuencia, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo mediante el cual, a través de un EIA o una DIA, se define si el proyecto o actividad cumple con las normas ambientales aplicables. En el caso de un EIA el titular debe acreditar que el proyecto o actividad se hace cargo de los ECC que genera o presenta, mediante la definición e implementación de medidas y, a su vez, justificar la inexistencia de los demás ECC enunciados

en el artículo 11 de la Ley N°19.300. En el caso de una DIA se debe justificar la inexistencia de impactos ambientales significativos.

La autoridad, por su parte, debe verificar y certificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, incluido los requisitos de carácter ambiental contenidos en los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) y calificar la pertinencia, efectividad e idoneidad de las medidas ambientales propuestas.

1.2 Objetivos y alcances de la guía

El objetivo de esta guía es entregar una metodología clara y detallada para diseñar e implementar medidas de compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales en proyectos o actividades ingresados al SEIA. Entre ellos cabe aclarar que esta guía no abarca ecosistemas glaciares ni de afloramientos rocosos.

Esta metodología responde a la necesidad de operativizar los requerimientos de una compensación apropiada, cuyos lineamientos y directrices fueron abordados en la “Guía para la compensación de la biodiversidad en el SEIA”, segunda edición (2022), la cual contiene un enfoque eminentemente teórico.

Además, esta guía se entiende como complementaria a otras guías y documentos técnicos, tanto metodológicos como de criterios, ya publicados por el SEA, o que se publiquen en el futuro, con el objeto de uniformar criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental⁴. Estos documentos se encuentran disponibles en el Centro de Documentación del sitio web del Servicio, www.sea.gob.cl.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley N°19.300, el Reglamento del SEIA y el Ordinario de la Dirección Ejecutiva del SEA N°151276, del 2015 y reiterado por el Ordinario de la Dirección Ejecutiva del SEA N°20239910266, del 2023; en los procesos de evaluación ambiental se debe observar el contenido de esta Guía; la que para efectos de una mejora continua puede ser objeto de revisión y actualización.

⁴ Ref. literal d), del artículo 81, de la Ley N°19.300.

2. ANTECEDENTES DE LA CREACIÓN DE LA METODOLOGÍA



2. ANTECEDENTES DE LA CREACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para profundizar y mejorar la calidad de las medidas de compensación, que en el marco del SEIA son diseñadas e implementadas para hacerse cargo de impactos significativos sobre la biodiversidad, el MMA ha promovido la realización de diferentes estudios.

Desde fines del año 2018 hasta abril del 2019, y con apoyo del PNUD, el MMA diseñó un trabajo conducente a la obtención de una metodología rectora de este tipo de compensaciones, contratando a la consultora especializada en la materia “Templado S. A.”. La consultoría se llamó “Propuesta metodológica para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA”. Paralelamente, para respaldar y nutrir el trabajo de la consultoría, el MMA convocó al establecimiento de una Mesa Intersectorial de Compensaciones que incluyó a representantes del SEA, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Ministerio de Energía, Consejo Minero, Asociación de Empresas Generadoras de Electricidad y la ONG *Wildlife Conservation Society* (WCS).

Mediante la consultoría ejecutada se revisó una amplia cantidad de experiencias, tanto internacionales como nacionales, de desarrollo e implementación de metodologías como la requerida, permitiendo a la Mesa Intersectorial de Compensaciones consensuar las características que debía contener una metodología para las compensaciones en nuestro país, entre ellas:

- **Simpleza de la métrica:** los parámetros y procedimientos estandarizados deben ser factibles de implementar y de evaluar por los actores involucrados en el SEIA.
- **Involucramiento del Estado:** para asegurar que la métrica sea lo suficientemente fácil de aplicar y que permita ser ampliamente utilizada, el Estado debe definir qué tipos de ecosistemas son compensables con qué otro tipo, y proveer información sobre la condición y la relevancia de diferentes tipos de hábitats o ecosistemas. Lo anterior en consideración de que la normativa chilena vigente exige que exista similitud entre la biodiversidad impactada y aquella del sitio donde se realizará la compensación, siendo esta última la intervenida para mejorar su condición. Así, la compensación debe realizarse en un lugar cercano al área de influencia del componente impactado, **preferentemente** dentro de la misma región administrativa; esto último, con el objetivo de integrar el criterio de justicia ambiental.
- **Estandarización metodológica:** necesidad de establecer una metodología única para caracterizar la biodiversidad y su condición a escala de ecosistemas en el sitio que se verá afectado por un proyecto de inversión, siendo esta información imprescindible para el cálculo del valor de los impactos residuales.

2.

La consultora fue gradualmente afinando el diseño de la propuesta metodológica en base a sucesivas entrevistas con las diferentes instituciones integrantes de la Mesa, además de la consulta a especialistas y la retroalimentación proveniente de la aplicación de las metodologías estudiadas. En este proceso se acordó, por ejemplo, el empleo de la **Matriz de Componentes Clave** del *Business and Biodiversity Offsets Programme* (BBOP), adoptándola como la herramienta general para caracterizar el área de influencia y encontrar un sitio de biodiversidad similar donde ejecutar las medidas de compensación en base a métricas de caracterización a nivel de ecosistemas.

Mediante la presente Guía, se expone la metodología consensuada, buscando con ella orientar a titulares y consultores en la cuantificación de los impactos residuales y las ganancias de biodiversidad, a partir de la identificación de sitios para la compensación apropiada, en reconocimiento a la condición de su biodiversidad, utilizando parámetros estandarizados que permitan calcular las ganancias. Con esta información los titulares de proyectos y los consultores podrán diseñar una medida de compensación enfocada a restauración o preservación, siendo esta metodología útil para ambos casos.



3.

METODOLOGÍA PARA LA COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES

3.



3. METODOLOGÍA PARA LA COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS CONTINENTALES

Si bien la guía teórica “Guía para la Compensación de Biodiversidad en el SEIA” (SEA, 2022) define todos los conceptos de base que se requiere entender para aplicar la metodología, es necesario recordar algunos de estos. Tal es el caso del concepto “**impactos residuales**” (IR), el cual refiere a aquellos impactos remanentes, es decir a aquellos que permanecen en el área de influencia luego de que se han aplicado medidas para **mitigar** (evitar, minimizar) o **reparar** los impactos a la biodiversidad generados por un proyecto o actividad. Las medidas de reparación serán aquellas realizadas **en el área de influencia** del ecosistema impactado con el fin de mejorar la condición de la biodiversidad luego de haber recibido el o los impactos. En este sentido, los IR son el remanente luego de haber aplicado la **jerarquía de medidas**, la cual establece que **la última alternativa de medida debe ser la de compensar**, cuando por las características del proyecto en evaluación no sea posible y/o suficiente evitar, mitigar ni reparar.

Es necesario recordar que en el SEIA los proyectos o actividades deben delimitar y justificar un área de influencia **para cada objeto de protección que se vea impactado**, en este caso, la pérdida de biodiversidad corresponde a un impacto que se delimita mediante el área de influencia del objeto de protección “ecosistema”, la cual a lo menos debe ser concordante con las áreas de influencia definidas para flora, fauna y suelos⁵.

⁵ Se recomienda tener en consideración lo indicado por la guía “[Área de influencia en el SEIA](#)”, el documento “[Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de Protección](#)” y la guía Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestre en el SEIA (SEA, 2015)”.

Así, las medidas de compensación serán acciones que buscan mejorar la calidad de la biodiversidad **en otro sitio, idealmente cercano al área de influencia, pero no dentro de ella**. Al interior del área de influencia, donde los impactos sobre la biodiversidad se expresan en la estructura, composición y/o funcionamiento de los ecosistemas, **cualquier medida que provoque un mejoramiento en las condiciones de uno de sus elementos se considerará una medida de reparación, porque contribuirá a disminuir los impactos en ese componente ambiental y, con ello, el impacto residual**. Así, la reparación debe recomponer las condiciones de los ecosistemas a su condición anterior al impacto del proyecto o actividad, buscando enmendar los efectos adversos.

Otro concepto relevante de recordar es el de “**ganancia de biodiversidad**”, el cual hace alusión al **impacto positivo alternativo y equivalente** al impacto residual, producido por las medidas de compensación con el fin de obtener una **pérdida neta cero** de biodiversidad o, preferentemente, una **ganancia neta en biodiversidad** (GNB), comparando valores absolutos.

3.

La metodología inicia teniendo como base la evaluación de impactos del proyecto sobre la biodiversidad y la descripción detallada del área de influencia, tras lo cual se debe analizar la factibilidad de realizar medidas de mitigación y reparación, estableciendo si estas son suficientes para hacerse cargo de manera completa y adecuada de los impactos a generar por el proyecto en el área de influencia.

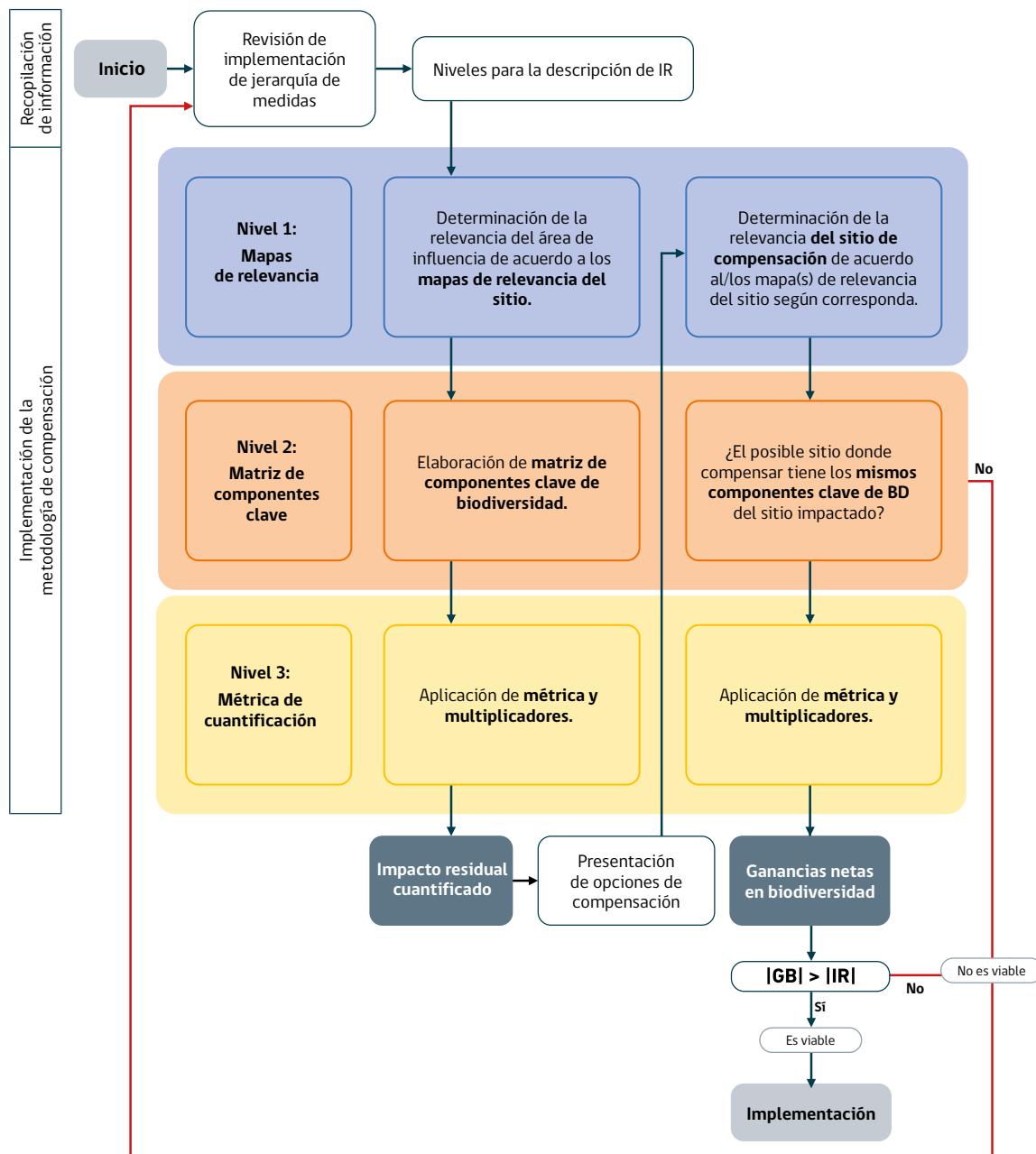
Esto último implica respetar lo que establece la jerarquía de medidas, donde, para un adecuado cumplimiento el titular de proyecto debe **justificar** su consideración. La justificación de la implementación de medidas de compensación tiene dos vías, por un lado, es posible indicar que a pesar de la ejecución de medidas de mitigación y/o reparación, no es posible hacerse cargo de manera apropiada de la completitud del impacto o, por otra parte, es posible establecer que, debido a las circunstancias o características del proyecto, no es posible ejecutar medidas de mitigación y reparación. Esto ocurre, por ejemplo, cuando las obras de un proyecto cubren completamente una superficie previamente utilizada como hábitat por la biota, tal como podría ocurrir con un *radier* de cemento, de manera que este no sería posible de reparar en esa exacta superficie.

En cualquier caso, es importante que la biodiversidad evaluada en la fase de levantamiento de línea base, y que es objeto de las medidas de mitigación y de reparación, sea expresada en los componentes considerados en la matriz de componentes clave incluida en la metodología de esta Guía (sección 3.2).

La metodología para cuantificar las pérdidas de biodiversidad y las eventuales ganancias en sitios de compensación contempla **tres niveles de análisis** (ver Figura 1). En cada nivel hay procedimientos o pasos a seguir, donde mediante la recolección de información clave es posible lograr la cuantificación de los requerimientos de compensación, siendo estos expresados en valores comparables (entre el área de influencia y el sitio de compensación), haciendo con ello posible obtener un análisis completo de la medida.

A continuación, el flujograma de la Figura 1 representa la metodología para la caracterización y cuantificación del impacto residual y las ganancias en biodiversidad, la cual se utilizará a lo largo de la presente Guía para ordenar y explicar los contenidos.

Figura 1. Resumen de metodología para medidas de compensación de biodiversidad⁶



Fuente: Adaptado de PNUD (2018)

⁶ Siglas de la figura: impacto residual (IR), biodiversidad (BD), ganancia en biodiversidad (GB).

Mediante la aplicación de estos tres niveles de análisis es posible la consecución de lo siguiente:

- **Captura de la singularidad:** a través de la aplicación de la herramienta “Matriz de componentes clave de biodiversidad” (Punto 3.2 del presente documento) es posible asegurar que las singularidades de biodiversidad presentes en el área de influencia puedan ser identificadas y luego compensadas.
- **Equivalecia:** permite garantizar que la compensación suceda en el mismo tipo de ecosistema terrestre o acuático continental impactado, incluidos sus principales atributos, lo cual se ve representado de manera práctica mediante la herramienta “Matriz de componentes clave de biodiversidad”, así como también por el uso de la métrica de cuantificación, la cual parametriza la condición de la biodiversidad en el área de influencia y en el o los sitios donde se aplicará la compensación. Cabe indicar que para efectos de esta metodología, 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). Por otro lado, para ecosistemas acuáticos continentales, se considerarán como unidad las categorías más específicas de la *Tabla de Clasificación de Humedales del Inventario Nacional de Humedales*, también publicados por el MMA.
- **Cuantificación:** la metodología permite obtener un valor final de cuantificación del impacto residual en el área de influencia del proyecto de inversión y de la ganancia de biodiversidad en el o los sitio(s) de compensación (Punto 3.3 del presente documento), utilizando la estandarización y parametrización de una serie de factores, tales como:
 - La estandarización de categorías de relevancia de protección de biodiversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos de Chile continental a través del uso de dos “Mapas de relevancia de sitios” (uno para su componente terrestre y otro para su componente acuático), definiendo valores parametrizados para atributos relevantes.
 - La inclusión de factores multiplicadores, que consideran aspectos relevantes pero difíciles de dimensionar, tales como: la localización del área de influencia y del posible sitio de compensación; la distancia entre el área de influencia y el sitio de compensación; el tiempo requerido para lograr la compensación mediante las acciones planificadas; las condiciones de protección legal del sitio de compensación.
 - El valor absoluto que resulta del cálculo del impacto residual y de la ganancia en biodiversidad se expresa en hectáreas de superficies involucradas.
- **Viabilidad de opciones de compensación presentadas:** la métrica permite comparar de manera anticipada el impacto residual del proyecto de inversión en su área de influencia y las posibles ganancias a obtener en el o los sitios de compensación, facilitando con ello la toma de decisiones.

A continuación, se explica en detalle cada uno de los niveles de la metodología representada en la Figura 1.

3.1 Nivel 1: Mapas de relevancia

El **nivel 1** corresponde a la consideración y análisis de la **relevancia del sitio**, para lo cual se deben utilizar los mapas elaborados con este fin por la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA, y que actualmente se encuentran disponibles en el Geoportal del sitio web, <https://simbio.mma.gob.cl>. Cabe destacar que esta plataforma web se encuentra en constante actualización por sus elaboradores.

La relevancia de los ecosistemas terrestres y de los ecosistemas acuáticos continentales de Chile se ve representada mediante mapas, los cuales fueron construidos de acuerdo con determinados objetivos e indicadores, buscando identificar las **prioridades de gestión para la conservación** en el marco de las compensaciones de biodiversidad. Estos se ven representados en dos niveles básicos de organización, el de **especies** y de **ecosistemas**.

Ubicar el área de influencia y el o los sitios de compensación en estos mapas y reconocer su relevancia constituye un primer acercamiento que permite tomar mejores decisiones, tanto respecto del emplazamiento del proyecto como del sitio donde implementar la medida de compensación.

Cabe destacar que cuando la presente metodología se refiere al sitio de compensación se refiere a la superficie donde efectivamente se realizarán las acciones diseñadas por la medida, la cual no necesariamente puede corresponder a la superficie total del predio que lo circumscribe. En este sentido, la metodología, en sus tres niveles, debe aplicarse únicamente en la superficie donde las acciones generarán una ganancia de biodiversidad medible y de manera parcializada para cada piso vegetacional o tipo de humedal, según corresponda.

3.1.1 Mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas terrestres

Para la elaboración de este mapa se consideraron ocho objetivos con sus respectivos indicadores, los cuales dan cuenta de: las necesidades de protección de la biodiversidad a escala de ecosistemas, de protección de la diversidad de hábitats o biotopos dentro del ecosistema, protección de ecosistemas amenazados, protección de ecosistemas con más registros de individuos de especies amenazadas, protección de ecosistemas de alto valor en biodiversidad, protección de ecosistemas con presencia de glaciares o afloramientos rocosos y de protección de ecosistemas más vulnerables al cambio climático para especies de flora y fauna (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los objetivos e indicadores seleccionados para el Mapa de Relevancia de sitios emplazados en ecosistemas terrestres

OBJETIVOS	INDICADORES	SIGNIFICADO
Protección de la biodiversidad a escala de ecosistema a través de áreas protegidas	Vacíos de protección oficial por Ecosistema (Luebert y Pliscoff, 2017)	Evalúa la representatividad de los ecosistemas terrestres, calculado en base al porcentaje de superficie del ecosistema bajo protección oficial, considerando para ello el SNASPE y los santuarios de la naturaleza. Se define que al existir una menor superficie protegida del ecosistema (mayor vacío de protección), se obtiene una más alta prioridad de gestión para su protección, lo cual se expresa finalmente como una mayor relevancia en el mapa.
Protección de la diversidad de hábitats o biotopos dentro del ecosistema	Número de comunidades azonales por Ecosistema (Luebert y Pliscoff, 2017)	Permite relevar la singularidad de los sitios, calculado en base al número de ecosistemas azonales ⁷ (exazonales, intrazonales) por ecosistema terrestre ⁸ . A mayor singularidad, mayor es su relevancia en el mapa, ya que su protección tiene mayor prioridad de gestión. Cabe tener presente que la relevancia de los ecosistemas expresada en este indicador refleja también los esfuerzos de levantamiento de información desplegados en cada ecosistema, lo cual no necesariamente coincide con su relevancia en términos ecológicos; sino que puede estar dado por la insuficiente información disponible en algunos ecosistemas.
Priorización de protección de ecosistemas más amenazados	Categoría de riesgo Lista Roja Ecosistemas UICN para Chile (Pliscoff, 2017)	Permite evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres, calculado para Chile en base a criterios relacionados con pérdida de superficie natural desarrollados en la Lista Roja de Ecosistemas (RLE) de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) ⁹ . A mayor riesgo de colapso del ecosistema, mayor la prioridad de realizar gestiones para su protección y más alta la relevancia en el mapa.

3.

⁷ Referido a aquellos ecosistemas representados por especies que no responden a factores de clima y latitud, sino que están asociadas a condiciones locales de sitio, principalmente por la presencia permanente de humedad o anegamiento constante.

⁸ Obtenido a partir de la base de datos de vegetación azonal de la clasificación de la vegetación de Chile, presentada en la "Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile" en su segunda edición (Luebert y Pliscoff, 2017).

⁹ La evaluación de riesgo para nuestro país se realizó considerando los criterios A2B (Pérdida de superficie reciente) y A3 (Pérdida de superficie histórica) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN.

OBJETIVOS	INDICADORES	SIGNIFICADO
Protección de biotopos o hábitats con más registros de especies amenazadas	Número de registros de especímenes de especies de fauna y flora en categoría de amenaza por ecosistema (GBIF, MMA)	<p>Corresponde a todos los registros georreferenciados de especies de fauna y flora en categoría de amenaza, a partir del último listado disponible del proceso de clasificación de especies del MMA y a partir de la base a los datos globales de especies registrados en la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF) desde 1990.</p> <p>A mayor número de registros de especímenes de especies amenazadas existentes en un ecosistema, mayor es la prioridad de gestiones para protegerlo y más alta su relevancia en el mapa.</p> <p>Cabe tener presente que la relevancia de los ecosistemas expresada en este indicador también refleja los esfuerzos de levantamiento de información desplegados en cada ecosistema, por lo que no necesariamente coincide con su relevancia en términos ecológicos; esto dado por la insuficiente información disponible en algunos ecosistemas.</p>
Protección de ecosistemas de alto valor en biodiversidad	Proporción del ecosistema que es parte de un Sitio Prioritario de Conservación de Biodiversidad	<p>Se consideran los 64 sitios prioritarios de conservación de la Biodiversidad que hoy reconoce la Subsecretaría de Medio Ambiente, con efectos en el SEIA. A mayor superficie del ecosistema ocupada por un sitio prioritario, mayor es la prioridad de protegerlo y más alta su relevancia en el mapa.</p>
Protección de ecosistemas con glaciares	Glaciares de nieve permanente y glaciares de roca	<p>Todos los ecosistemas de glaciares blancos o de roca son de la mayor prioridad de protección y de la más alta relevancia en el mapa. La cobertura de glaciares corresponde a la desarrollada por la Dirección General de Aguas (DGA).</p>
Protección de ecosistemas de alta montaña con afloramientos rocosos	Afloramientos rocosos	<p>Los afloramientos rocosos, corresponden a zonas de ecotono adyacentes a glaciares, los cuales no tienen vegetación, pero constituyen hábitat de transición y pueden contener glaciares de roca no descritos aún. Tienen alta prioridad de protección, y por ende una alta relevancia en el mapa.</p>

OBJETIVOS	INDICADORES	SIGNIFICADO
Protección de ecosistemas más vulnerables al cambio climático para especies de flora y fauna	Riesgo climático para flora y fauna por cambios en la temperatura media anual del ecosistema	Se cuantificó el riesgo climático para las especies de flora y de fauna, calculando la tolerancia al cambio proyectado en los promedios anuales de la temperatura y la precipitación, considerando especies que comparten cuadrículas (pixel) de 5 km × 5 km en un ecosistema. Se utilizó como fuente la base de datos de GBIF y la de Botanical Information and Ecological Network (BIEN) ¹⁰ .
	Riesgo climático para flora y fauna por cambios en la precipitación media anual del ecosistema	El riesgo fue calculado como la ponderación entre amenaza, exposición y sensibilidad ¹¹ . A mayor variación en la temperatura o precipitación media anual, mayor riesgo climático para especies de flora y fauna, y más alta su relevancia en el mapa.

Cabe destacar que el Mapa de Relevancia para ecosistemas terrestres, emplea como cobertura base de análisis los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2017), los cuales son considerados un buen símil de los ecosistemas terrestres de Chile continental, utilizando una escala de 1:100.000.

Mediante la ponderación de los objetivos e indicadores presentados, el mapa expresa un **valor de relevancia** que, para efectos de la metodología de esta Guía, es usado como un factor multiplicador de la superficie a compensar. La métrica de cuantificación del impacto residual y de las ganancias de biodiversidad (nivel 3, explicado en detalle en la sección 3.3 de la presente Guía), utiliza este valor, denominándolo **Multiplicador por Relevancia del Sitio (M1)**.

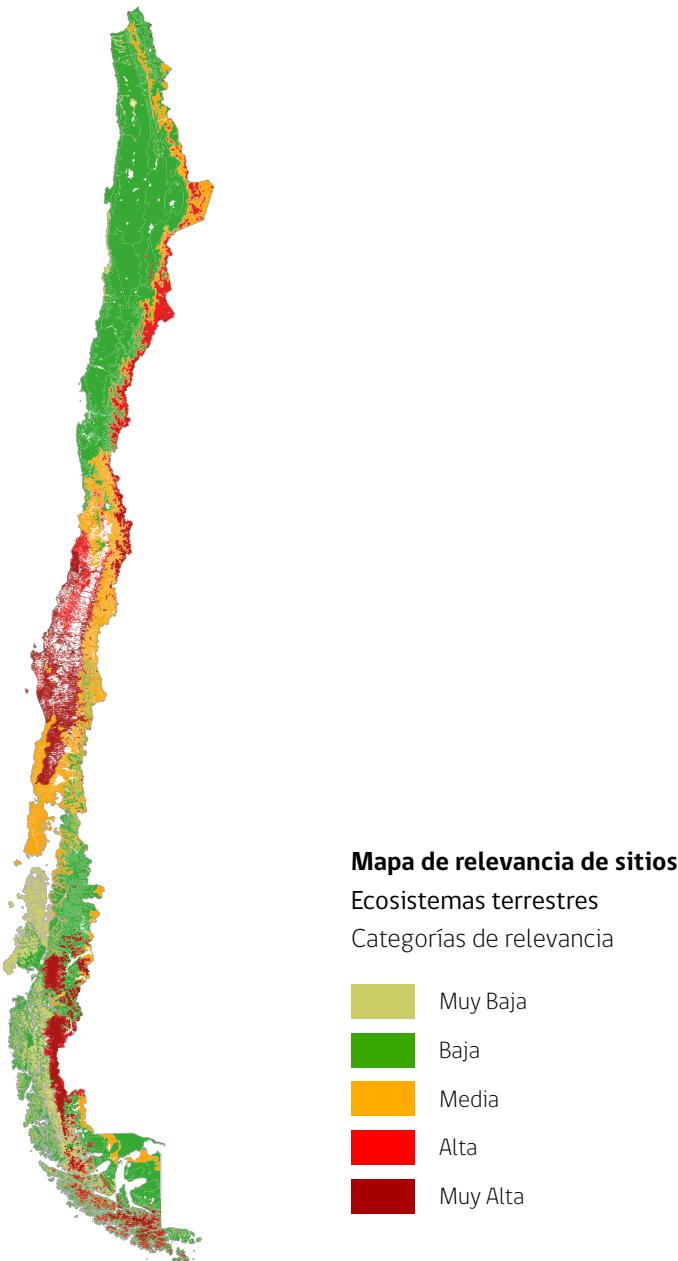
Los valores más altos de relevancia del mapa para ecosistemas terrestres se encuentran distribuidos, principalmente, en la zona central de Chile, entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, coincidiendo con aquellas zonas en las cuales se encuentra el mayor reemplazo de los ecosistemas naturales y se concentra la mayor biodiversidad del país (*Hotspot Chileno de Biodiversidad*). También se identifican ecosistemas en categoría “Alto” o “Muy Alto” en la alta cordillera y en zonas específicas de la Patagonia (estepa y turberas), donde existe un mayor número de ecosistemas azonales.

10 P. Pliscoff. (2020). Informe Mapas de riesgo ante el cambio climático Biodiversidad, Proyecto ARClim, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

11 La amenaza es estimada a partir de la proyección de clima futuro, utilizando las variables temperatura promedio anual y precipitación media anual para la distribución de las especies. La exposición, o nivel de intervención, corresponde a la superficie de vegetación natural disponible y, la sensibilidad, a la tolerancia al cambio proyectado en la temperatura y la precipitación por la capacidad adaptativa o amplitud de nicho de cada especie.

En la siguiente figura es posible visualizar los valores de relevancia para los ejemplos previamente señalados. Los espacios del mapa que se visualizan en color gris refieren a superficies destinadas a usos culturales con o sin vegetación, según las coberturas de pisos vegetacionales remanentes de Luebert y Pliscoff (2017). Usos culturales puedes ser por ejemplo urbanizaciones, usos silvoagropecuarios, industriales u otros.

Figura 2. Ejemplo de visualización de mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas terrestres



Fuente: Geoportal SIMBIO del MMA, 2023

3.1.2 Mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos continentales

Para la elaboración de este mapa el MMA consideró cinco objetivos con una serie de indicadores, los cuales responden a necesidades como la conservación de biodiversidad, conservación de recursos hídricos, identificación de las amenazas, evaluación del secuestro de carbono y objetivos de integración de cobeneficios sociales y culturales, los cuales se explican en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Descripción de los objetivos e indicadores utilizados para el Mapa de Relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos continentales¹²

OBJETIVO DE PRIORIZACIÓN	INDICADOR	SIGNIFICADO
Conservación de la biodiversidad	Distribución de especies animales amenazadas	<p>Indica la riqueza de especies animales (anfibios, mamíferos y aves) en categorías de amenaza (según la UICN) dentro de un área.</p> <p>A mayor riqueza de especies, mayor biodiversidad, mayor prioridad y por tanto mayor valor de relevancia en el mapa.</p>
	Hábitats de importancia para especies amenazadas	<p>Indica la importancia relativa de un área en el territorio para el rango espacial total de las especies en las categorías UICN. Esta variable se calcula a partir del área del píxel dividida por el área del rango para cada especie, es decir, la proporción del rango de la especie contenida dentro del píxel dado. Estos valores se suman en todas las especies para mostrar la importancia agregada de cada píxel para las especies que se encuentran allí. Considera anfibios, mamíferos y aves en todas las categorías UICN. A mayor la suma de las proporciones del rango de distribución de especies en categoría de conservación, mayor prioridad y valor de relevancia en el mapa.</p>
	Normativas de protección y conservación para la biodiversidad en un área	<p>Indica si el área posee alguna normativa de protección y/o de manejo respecto a la biodiversidad. A menor distancia del límite de un área protegida, mayor prioridad. La prioridad es cero dentro del área protegida ya que el mapa buscar relevar la biodiversidad que se debe proteger fuera de estas áreas.</p>

¹² Las variables y datos utilizados para la construcción de los indicadores se pueden consultar en detalle en el estudio de [Ministerio del Medio Ambiente, 2020](#).

OBJETIVO DE PRIORIZACIÓN	INDICADOR	SIGNIFICADO
Conservación de la biodiversidad	Sitios clave para la biodiversidad	Indica zonas de importancia global y nacional para la conservación y persistencia de la biodiversidad terrestre, acuática y marina. Presencia de este tipo de áreas indica valor máximo de prioridad.
	Densidad de humedales ¹³	Mide la aglomeración o agrupación de humedales según tamaño y proximidad. Las áreas homogéneas de alta densidad de humedales son consideradas prioritarias.
Conservación de los recursos hídricos	Cantidad de agua que se origina en áreas protegidas	Mide el porcentaje del suministro total de agua que se origina en ecosistemas protegidos. Mientras menor sea la cantidad de agua superficial y subterránea originada en las áreas protegidas, mayor es el grado de prioridad.
	Cercanía de humedales a fuentes de agua: ríos	Indica la relación o proximidad de ecosistemas acuáticos a ríos que contribuyen con agua continuamente. A mayor distancia de una fuente de agua con un régimen continuo, mayor es la prioridad.
	Cercanía de humedales receptores a otros humedales aportantes de agua	Indica la conectividad hidrológica, relación o proximidad a aportantes de agua que no son ríos. A mayor distancia de una fuente de agua con un régimen continuo, que no es río, mayor es la prioridad.
	Variación de la cantidad de agua lluvia caída entre los años 2000 a 2019	Indica la variación de la precipitación en rango temporal. Una disminución de la precipitación aumenta la prioridad.
	Variación de las temperaturas medias entre los años 2000 a 2019	Indica la variación de la temperatura en rango temporal. El aumento de la temperatura aumenta la prioridad.
Identificación de las amenazas	Amenaza por proximidad o presencia de usos e infraestructura antrópica	Indica la presencia o proximidad de usos antrópicos como amenazas potenciales. A menor distancia a las infraestructuras, mayor es la prioridad.

¹³ La definición de "humedal" está disponible en el glosario de la Guía.

OBJETIVO DE PRIORIZACIÓN	INDICADOR	SIGNIFICADO
Identificación de las amenazas	Riesgo de inundación costera	Mide la exposición de la zona costera continental a amenazas asociadas a cambios en el nivel medio del mar e incremento de la frecuencia de intensidad de marejadas. La existencia de una zona inundable o expuesta tiene un valor máximo de prioridad.
	Riesgo de erosión y desertificación	Indica la degradación de los sistemas naturales producto de procesos territoriales como cambio de uso de suelo y pérdida de coberturas naturales. A mayor riesgo de desertificación y erosión, mayor es la prioridad.
	Estrés hídrico: sobreuso de las fuentes de agua naturales	Mide las extracciones totales de agua anual (municipal, industrial y agrícola), expresada como porcentaje del total de caudal disponible anualmente (calculado entre 1950 y 2010). A mayor estrés hídrico, mayor es el grado de priorización.
	Riesgo de sequía	Mide la duración promedio de las sequías, multiplicado por la sequedad de estas entre 1901 a 2008. A mayor riesgo de sequía, mayor es la prioridad.
	Crecimiento de centros poblados (entre años 2001 - 2019)	Indica la presencia de zonas construidas, interpolando y proyectando el crecimiento de zonas pobladas. Zonas con mayor crecimiento tienen mayor prioridad.
	Densidad de usos agrícolas y forestales	Indica la presencia o proximidad de zonas agrícolas y forestales. A mayor cercanía, mayor es la prioridad.
	Calidad de aguas	Indica el porcentaje de cumplimiento de cinco parámetros ambientales respecto a umbrales definidos para cuencas hidrográficas. Los parámetros considerados son: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitrógeno oxidado total, ortofosfato y pH. Los umbrales fueron definidos según Normas Secundarias de Calidad de Agua, normas de riego, norma de agua de contacto directo, norma de agua para vida acuática y umbrales específicos definidos con datos entre 2000 y 2014. Si el porcentaje de cumplimiento es menor a 80%, mayor es la prioridad.

OBJETIVO DE PRIORIZACIÓN	INDICADOR	SIGNIFICADO
Evaluación del secuestro de carbono	Cantidad de carbono orgánico en el suelo	Indica una estimación del carbono orgánico presente entre 0-30 cm de suelo, como medida de la materia orgánica del suelo y de funciones como la estabilización, la estructura del suelo, retención y liberación de nutrientes, la infiltración y el almacenamiento de agua. A mayor cantidad de carbono orgánico en el suelo, mayor es la prioridad.
Integración de cobeneficios sociales y culturales	Proximidad de atracciones turísticas establecidas (datos del año 2012)	A menor distancia de atractivos turísticos, mayor es la prioridad.
	Proximidad a senderos y rutas turísticas reguladas (datos del año 2013 y 2015)	A menor distancia de senderos y rutas turísticas, mayor es la prioridad.
	Proximidad a zonas de interés turístico (datos del año 2018)	A menor distancia de zonas de interés turístico, mayor es la prioridad.
	Proximidad a oferta turística con certificación sustentable (datos del año 2018)	A menor distancia a ofertas turísticas con certificación sustentable, mayor es la prioridad.
	Cantidad de personas pertenecientes a algún pueblo indígena (datos del año 2017)	A mayor presencia de población que pertenezca a un grupo humano indígena, mayor es la prioridad.

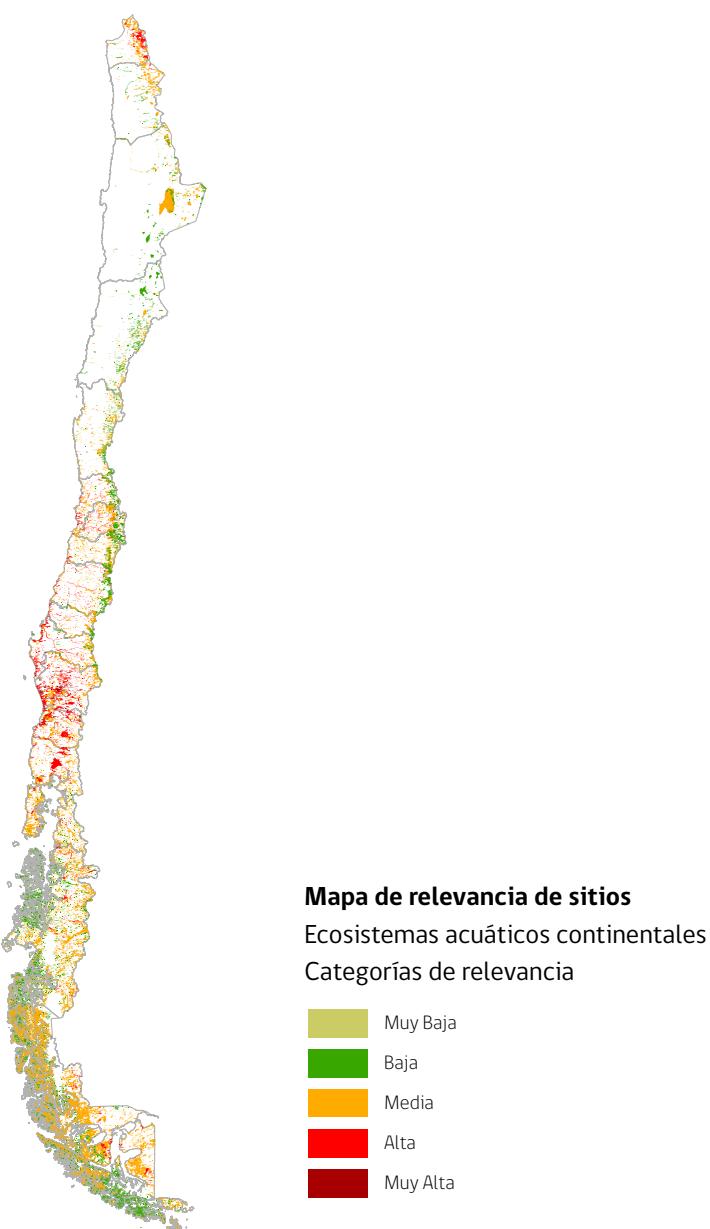
La ponderación de los objetivos e indicadores dio lugar a un modelo de priorización, el cual se intersecó con la cobertura de humedales del inventario Nacional de Humedales de Chile¹⁴, elaborado el año 2020 por el MMA, otorgándole a estos humedales categorías de priorización nacional para su protección.

¹⁴ Es posible acceder al inventario Nacional de Humedales de Chile en el siguiente enlace: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humedales/>

Similar a los resultados del mapa de relevancia terrestre, los valores más altos se concentran, principalmente, en la zona central de Chile, identificándose también ecosistemas en categoría "Alto" o "Muy alto" en el altiplano y en zonas específicas de la Patagonia.

En la siguiente figura es posible visualizar los valores de relevancia asignada a los humedales del inventario Nacional de Humedales de Chile (MMA, 2020).

Figura 3. Ejemplo de visualización de mapa de relevancia de sitios emplazados en humedales



Fuente: Geoportal SIMBIO del MMA, 2023

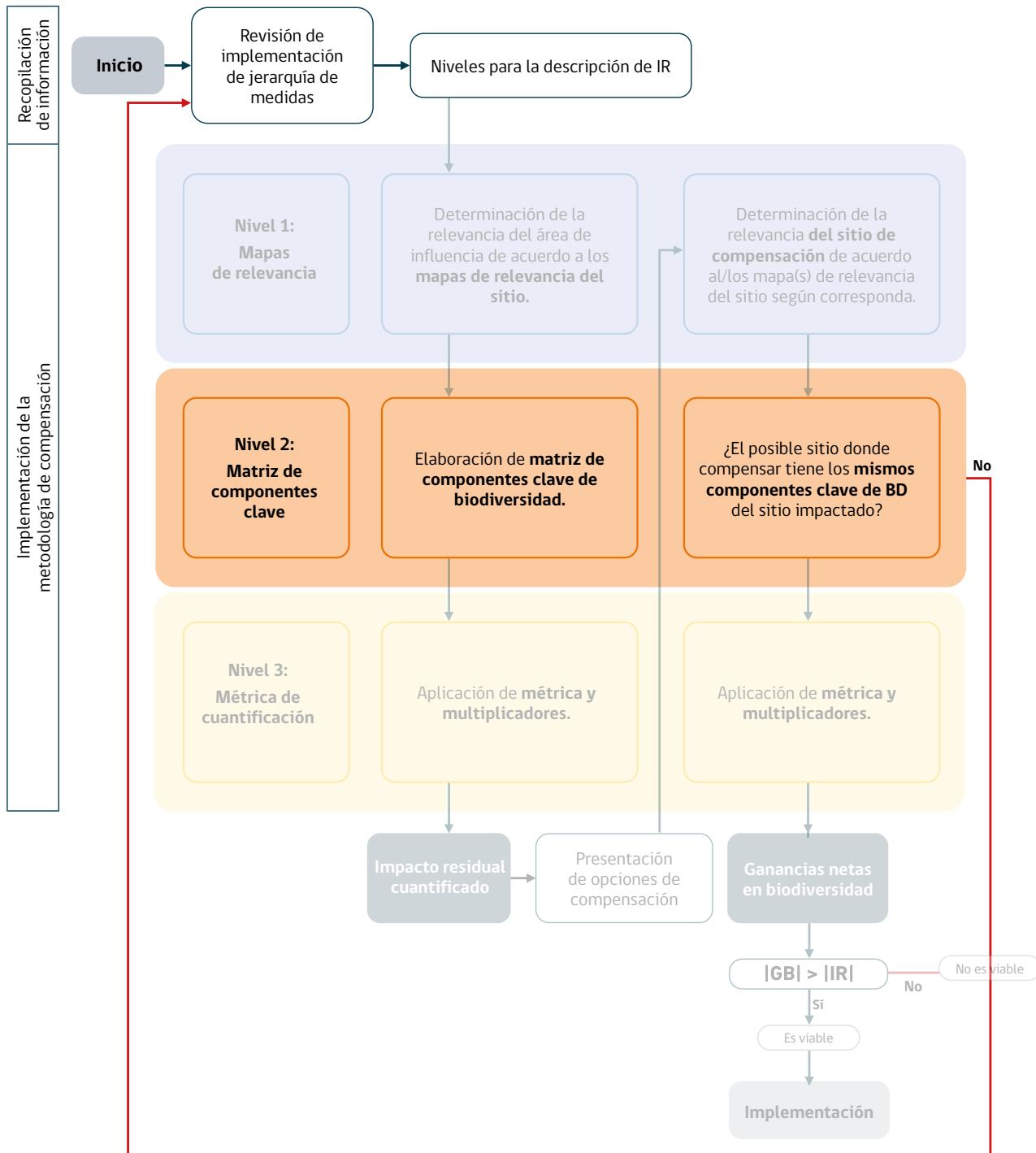
En el caso que un ecosistema identificado en el mapa de relevancia de ecosistemas acuáticos se superponga con un ecosistema terrestre del tipo vegetación azonal, ambos ecosistemas deben quedar reflejados en la matriz de componentes clave (nivel 2), implicando que el sitio a compensar también debe contener una superposición del mismo tipo.

Por otro lado, en caso de que un proyecto sea emplazado en un humedal que no esté incluido en el inventario Nacional de Humedales, se debe determinar el valor de relevancia describiendo cada uno de los objetivos e indicadores (Tabla 2) de dicho humedal, para luego identificar un humedal que sí esté inventariado y que tenga similares características, asignando por asociación el mismo valor de la relevancia. Las características a comparar deben ser las de la matriz de componentes clave que se presenta a continuación.

Finalmente, y respecto del nivel 1 de la metodología, cabe indicar que la determinación del valor de relevancia del sitio en cada mapa, tanto de ecosistemas terrestres como de ecosistemas acuáticos continentales, según corresponda, es indispensable para los siguientes pasos metodológicos, en particular para el nivel 3, donde este valor será utilizado en la ecuación que permite calcular el impacto residual y las ganancias, lo cual es explicado en detalle en la sección 3.3 de la presente Guía.

3.2 Nivel 2: Matriz de componentes clave de biodiversidad

El **nivel 2** de aplicación de la metodología corresponde al uso de la herramienta “Matriz de componentes clave de biodiversidad” (ver Tabla 3) y, como su nombre lo indica, busca identificar y describir los “componentes claves de biodiversidad” tanto en el área de influencia como en el o los sitios de compensación.

Figura 4. Metodología para medidas de compensación de biodiversidad; nivel 2

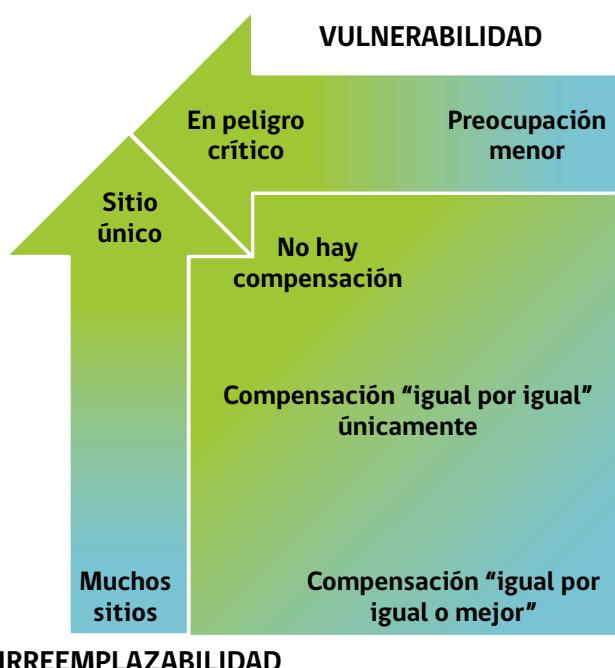
Son considerados **“clave”** todos aquellos componentes de biodiversidad que destacan como prioridades de preservación por los **valores intrínsecos** (ecológicos) y los **servicios ecosistémicos** que proveen.

Por su parte, el valor intrínseco depende de la **irreemplazabilidad** y **vulnerabilidad** de sus componentes, lo cual facilita la definición de prioridades de preservación. A continuación, se aclara lo que se entiende por estos conceptos, los cuales son fundamentales para la construcción y uso de la Matriz de componentes clave.

- **Irreemplazabilidad:** se refiere a la inexistencia de otras áreas similares que estén disponibles para la preservación cuando la biodiversidad (especies, comunidades y ecosistemas) del área de influencia se vea afectada o se pierda irreversiblemente. Si la biodiversidad se encuentra en muchos sitios (alta reemplazabilidad), existen muchas opciones para su preservación, mientras que si la biodiversidad está restringida a uno o pocos sitios (alta irreemplazabilidad), no existen opciones (o existen opciones limitadas) para su preservación en otros lugares.
- **Vulnerabilidad:** refleja la probabilidad de que un componente de la biodiversidad desaparezca (es decir, se extinga, en el caso de las especies, o colapse, para el caso de los ecosistemas y comunidades) en una escala de tiempo definida. El MMA ha validado una [clasificación del estado de conservación de ecosistemas terrestres](#) y realiza una clasificación oficial del estado de conservación de especies, la cual está disponible en <https://clasificacionesppecies.mma.gob.cl/>. A mayor probabilidad que un componente se extinga, en el caso de especies, o colapse, en el caso de ecosistemas, más alta es su vulnerabilidad. Es decir, especies o ecosistemas en la condición En Peligro Crítico son los más vulnerables.

La Figura 5 ilustra cómo la irreemplazabilidad y la vulnerabilidad pueden incidir en la evaluación de la idoneidad de una medida de compensación de biodiversidad.

Figura 5. Evaluación de una compensación según vulnerabilidad e irreemplazabilidad



Fuente: Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), 2012

A modo de ejemplo, el ecosistema “Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus obliqua - Gomortega keule*” presenta alta vulnerabilidad al estar en peligro crítico (CR) de colapsar, además de presentar una superficie remanente pequeña en el país y estar pobremente representado en áreas protegidas del Estado o en santuarios de la naturaleza, por lo cual, no sería reemplazable y difícilmente compensable una intervención en él. A escala de biotopo¹⁵, este ecosistema presenta 6 comunidades azonales con especies en peligro crítico de extinción (*Gomoterga keule* es una especie endémica, única en su género y familia, y en peligro de extinción), por lo que por el principio de vulnerabilidad tampoco sería compensable.

Por el contrario, pisos vegetacionales de amplia distribución entre regiones y en diferentes cuencas, con un valor de relevancia de ecosistema medio, como por ejemplo el ecosistema de “Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus nítida - Podocarpus nubigenus*”, pueden ser mucho más factibles de compensar en términos de la evaluación de su irreemplazabilidad y vulnerabilidad.

3.

Esta metodología no incluye un listado de paisajes, ecosistemas, biotopos, hábitats, comunidades, o especies que son irreemplazables o no compensables. A cambio de ello, exige que el o los sitios donde se proponga compensar coincidan en sus características con el área de influencia, lo cual se logra describiendo y comparando la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad de ambas superficies. En el caso de lugares muy singulares, dicha coincidencia es muy poco probable que ocurra, por tratarse, por lo general, de lugares conspicuos, dificultando mediante ello la factibilidad de aplicar una medida de compensación.

De este modo, los principales objetivos de la Matriz son:

- Reconocer los componentes de biodiversidad considerados de **alta prioridad de protección** en el área de influencia y en el o los sitios donde se propone realizar las compensaciones. La alta prioridad de protección es dada tanto por sus valores intrínsecos como por sus servicios ecosistémicos.
- Relevar determinados **servicios ecosistémicos**, permitiendo consignar aquellos servicios de provisión directa e indirecta identificados, tales como agua fresca, comida, fibra, leña, entre otros, así como los servicios culturales, aquellos beneficios no materiales que las personas obtienen de los elementos estéticos, recreacionales y espirituales de la biodiversidad.
- Especificar los **criterios de selección** de los componentes clave de biodiversidad, que pueden ser, por ejemplo, la clasificación de amenaza de algunas especies, comunidades o ecosistemas que sean objeto de conservación del predio, o especies que cumplen un rol en el funcionamiento y estructura de los ecosistemas, por ejemplo, siendo refugio o alimento para otras especies, o siendo flora dominante de la formación vegetacional, entre otros criterios.

¹⁵ “Biotopo” se refiere a unidades ecosistémicas inferiores a un ecosistema.

- Seleccionar los **componentes de biodiversidad** que se usarán para calcular pérdidas y ganancias de biodiversidad a realizar en el nivel 3 de la metodología.
- Facilitar la identificación de **sitios con biodiversidad equivalente** a la que será impactada negativamente por el proyecto.

Es la misma información de **línea base** (descripción detallada) la que debe utilizarse para el llenado de la Matriz del área de influencia, la cual incluye tanto una revisión bibliográfica como información levantada en terreno. Por ejemplo, los registros bibliográficos servirán para establecer la posible presencia de especies de fauna, para la identificación de comunidades vegetales y para la identificación de los ecosistemas representados a partir de la clasificación de pisos vegetacionales de Luebert y Pliscott (2017).

Con ello se debe asegurar un reconocimiento exhaustivo de la composición de especies, entre ellas, las relevantes para el funcionamiento de los ecosistemas y las que se encuentren en alguna categoría de amenaza, así como las principales comunidades vegetales zonales y azonales, los hábitats o biotopos singulares o destacables y los ecosistemas de los cuales son parte. Esta información servirá para buscar lugares o sitios donde realizar las compensaciones.

Luego, en los sitios donde se evaluará la factibilidad de realizar la medida de compensación se deben seguir los mismos pasos para el levantamiento de información que los realizados en el área de influencia, siendo relevante, en ambos sitios, complementar la información recabada con el apoyo de juicio experto¹⁶, lo cual permitirá conocer de manera detallada los componentes clave de biodiversidad para facilitar el llenado de la matriz.

Para cada uno de estos componentes se debe verificar, durante el proceso de selección del sitio de compensación, la capacidad de entregar ganancias de biodiversidad luego de ejecutadas actividades de restauración o de preservación. Dado que la matriz no incluye solo especies, sino también comunidades y ecosistemas, una compensación que entregue beneficios para los componentes priorizados en la matriz, debe también entregar beneficios para otros componentes de biodiversidad dentro de las mismas comunidades y ecosistemas.

Es importante considerar la posibilidad de identificar sitios dentro de un mismo ecosistema que individualmente no dispongan de exactamente el mismo listado de especies clave por contar con algún grado de degradación. Para integrarlos en el diseño de la medida se deberá analizar si estos **tuvieron los componentes clave del área de influencia en el pasado y la potencialidad de llegar en el futuro a un nivel de biodiversidad equivalente** a sitios de referencia del ecosistema.

¹⁶ Deben escogerse expertos en el área del conocimiento específico que se requiere para el tipo de ecosistemas de los sitios a evaluar, de manera tal que permita el correcto llenado de la Matriz. El listado de los expertos participantes debe ser informado según lo estipulado en los artículos 18 y 19 del Reglamento del SEIA.

Tabla 3. Matriz de componentes clave de biodiversidad para el área de influencia y el sitio de compensación

COMPONENTES DE LA BIODIVERSIDAD	VALORES INTRÍNSECOS					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			CRITERIO DE SELECCIÓN DEL COMPONENTE CLAVE
	Vulnerabilidad ¹⁷		Irreemplazabilidad (marcar solo uno)			Valores de provisión	Valores culturales		
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución	(Sí o no, justificando si es Sí)	(Sí o No, justificando si es Sí)		
ESPECIES									
Flora	Especie 1								
	Especie 2								
	Especie n								
Fauna	Especie 1								
	Especie 2								
	Especie n								
COMUNIDADES/HÁBITATS/BIOTOPOS*									
Comunidad 1									
Comunidad 2									
Comunidad n									
PAISAJE TOTAL/ECOSISTEMAS**									
Ecosistema 1									
Ecosistema 2									
Ecosistema n									

* Comunidades vegetales, hábitats o biotopos son unidades ecosistémicas básicas características de los pisos vegetacionales que consideraremos ecosistemas propiamente tal.

** El sitio donde se ejecutará un proyecto de inversión puede ocupar parte de uno o más pisos vegetacionales o tipologías de clasificación de humedales. Entenderemos por paisaje el espacio relativo a la subcuenca donde se ubica el Al o sitio de compensación.

Fuente: Adaptado de Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP)

¹⁷ Se refiere a evaluaciones de estado de conservación oficialmente reconocidas, como las que realiza el MMA. En caso de que estas no existan, se deben utilizar las que haya disponibles en otras fuentes, de manera de aplicar el principio precautorio.

Respecto del llenado de la Matriz se debe considerar lo siguiente:

- Se debe completar la Matriz en forma separada; una para el área de influencia; y otra para cada sitio donde se proponga realizar la medida de compensación. En ella se debe explicitar la identificación de los diferentes ecosistemas presentes en las áreas, lo cual servirá para asegurar la equivalencia.
- En las filas “especies de flora y fauna”, “comunidades/hábitats/biotopos” y “paisaje total/ ecosistema”, se deben registrar especies, comunidades/hábitats/biotopos y paisajes/ ecosistemas impactados por el proyecto de inversión (Matriz del AI) o mejorada su condición (Matriz sitios de compensación), tomando los datos en los momentos de **mayor expresión** o cuando se verifique la presencia de especies relevantes como componentes de la biodiversidad, y calificando su vulnerabilidad e irreemplazabilidad.
- En el caso de las comunidades vegetales azonales, estas serán siempre consideradas de distribución restringida.
- Todos los ecosistemas se deben considerar componentes clave. Los **criterios de selección de componentes clave** pueden estar dados por constituir:
 - Objetos de preservación.
 - Especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable).
 - Especies (flora y fauna) de alto valor por ser endémicas, de escasa distribución o ser relevantes para la supervivencia de otras especies.
 - Comunidades, hábitats o biotopos que contengan individuos de especies a preservar.
 - Comunidades o hábitats o biotopos singulares, de alto valor o escasa distribución (generalmente refugian alguno o varios de los casos anteriores), especies que se encuentren en su límite de distribución natural (por ejemplo, el canelo en la región de Coquimbo).
 - Especies que tienen un rol relevante en el funcionamiento y estructura del ecosistema (refugio, alimento, etc.), lo cual debe ser consignado en la columna de Criterio de selección del componente clave en la matriz. Estas pueden ser especies nativas comunes de amplia distribución pero que son predominantes en el ecosistema, por ejemplo cuando se trata de flora dominante de la formación vegetacional.
 - Siempre se deben indicar los nombres de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes. En el caso de los acuáticos, se debe indicar el tipo de humedal que se trate, utilizando el orden más específico de la clasificación de tipologías de humedales del inventario Nacional de Humedales publicado en la web del MMA. Para ecosistemas terrestres se deben identificar según las clasificaciones de pisos vegetacionales de Luebert y Pliscott (2017).
- Para hacer más evidente la conexión entre los elementos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos se debe consignar esta relación en las últimas columnas, lo cual estará dado

por la existencia de un grupo humano que considere, por ejemplo, la obtención de servicios de provisión o valores culturales en el sitio de impacto/sitio de compensación, asociados a la existencia de especies, comunidades o ecosistemas involucrados¹⁸. Cabe indicar que si bien la “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio”¹⁹ proporcionó un marco conceptual que identifica cuatro tipos de servicios ecosistémicos (provisión, culturales, soporte y regulación) en esta Matriz solo se deben consignar los servicios culturales y de provisión, esto debido a la falta de metodologías estandarizadas y oficiales en Chile para la medición de los otros dos.

3.3 Nivel 3: Métrica de cuantificación

3.

El desarrollo de la métrica corresponde al **nivel 3** de la metodología. Su principal objetivo es **cuantificar las pérdidas y ganancias en biodiversidad** prediciendo tanto los impactos como las condiciones que se lograrán mediante las acciones diseñadas en la medida de compensación.

Esta métrica debe aplicarse luego de la evaluación en el Mapa de Relevancia (nivel 1) y de la descripción de elementos de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad (nivel 2), conformando estos 3 niveles de evaluación la metodología completa (Figura 6).

La métrica corresponde a una combinación de parámetros descriptores de biodiversidad con rangos de valores, según condición, utilizados en una ecuación con el propósito de cuantificar el impacto residual en el área de influencia del ecosistema y las ganancias en biodiversidad en el o los sitios de compensación.

El primer paso, para aplicar la métrica, consiste en **evaluar la calidad de los parámetros** considerados clave para que la biodiversidad se exprese. Estos parámetros **se analizan a nivel de paisaje y de ecosistemas**, y varían según si el ecosistema a impactar presenta o no ecosistemas acuáticos.

3.3.1 Descripción de la condición de la biodiversidad a nivel de paisaje

Describir la condición de la biodiversidad a nivel de paisaje constituye el primer paso a realizar. La Tabla 4 presenta los parámetros y métodos establecidos para dicha descripción. Cabe recordar que esta concepción de paisaje no es la misma y no debe confundirse el concepto de valor paisajístico al que refiere el artículo 11 letra e) de la Ley 19.300.

Para la evaluación de los parámetros del nivel de paisaje se deberá considerar las subcuenca establecidas por la Dirección General de Aguas (DGA).

¹⁸ Para un mayor entendimiento respecto de los servicios ecosistémicos se recomienda visitar el sitio web del Ministerio del Medio Ambiente, <https://mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>

¹⁹ Obtenga más información acerca de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en el siguiente enlace: <https://www.millenniumassessment.org/es/About.html>

Figura 6. Metodología para medidas de compensación de biodiversidad

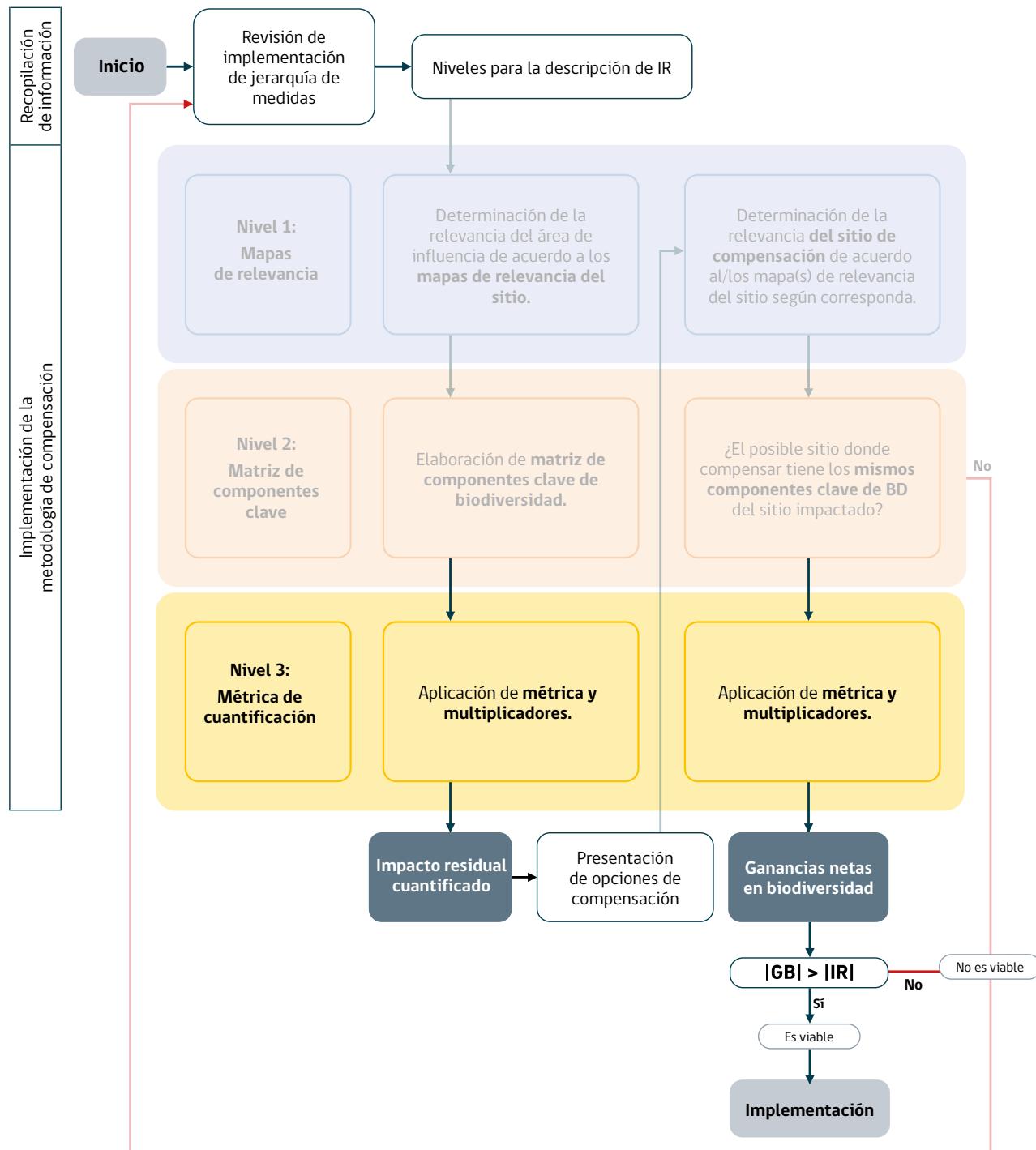


Tabla 4. Parámetros e indicadores para caracterizar condición de biodiversidad a nivel de paisaje

A. PARÁMETROS DE PAISAJE	DESCRIPCIÓN E INDICADORES
A.1. Diversidad de objetos en el paisaje	Índice de equidad o de dominancia para paisaje. Relaciona para el índice de Shannon, el valor de diversidad del paisaje con el valor obtenido para el número total de ecosistemas presentes. La equidad o dominancia asume un valor entre 0 y 1, siendo 1 la uniformidad completa (los diferentes ecosistemas ocupan la misma superficie en el paisaje) ²⁰ . Cercano a 0 se presenta la mayor heterogeneidad del paisaje.
A.2. Grado de fragmentación	Identificación de la fragmentación (división de un paisaje homogéneo en partes, secciones o parches) y su respectiva representación espacial, considerando una temporalidad determinada por criterio experto. Para ello se define: <ul style="list-style-type: none"> • Número de parches • Área media de parches • Desviación estándar del área de parches • Índice de esbeltez de parches (relación área-perímetro)
A.3. Conectividad del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de conectividad del paisaje, tales como dimensión fractal (similitud entre parches de formas irregulares), contagio entre parches y aislamiento entre parches (considera la distancia entre parches cercanos de borde a borde). • Índice integral de conectividad (Pascual-Hortal & Saura, 2006). Permite medir la conectividad funcional entre parches. Considera el área conectada dentro de los parches de un tipo de hábitat (conectividad intra-parches), el flujo entre diferentes parches del mismo tipo de hábitat a nivel de paisaje (conectividad inter-parches) y la contribución de otros parches del mismo tipo de hábitat, o de otros tipos, como hábitats conectores, y una limitada información de la capacidad de movimiento de las especies. • Índice de probabilidad de parche (Saura & Pascual-Hortal, 2007). Tiene que ver con el tamaño o calidad del parche, que contribuye a la conectividad entre varios parches que constituyen hábitat de ciertas especies.

3.

20 Forman, R. T. T. y M. Godron. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York. 619 pp.

En la Tabla siguiente, se describe la puntuación correspondiente para los distintos parámetros según su condición.

Tabla 5. Puntuación de los parámetros que determinan la condición del paisaje en el área de influencia y en el o los sitios de compensación

A. PARÁMETROS DE PAISAJE	A. PUNTUACIÓN PAISAJE²¹			
	0	4	7	10
A.1. Diversidad de objetos en el paisaje (evaluando cambios los últimos 10 años)	Baja diversidad de coberturas de suelo en base a la cartografía de vegetación. Índice de equidad o dominancia fluctúa entre 0,75 y 1. Existen cambios negativos respecto al pasado (mayor al 50%).	Media o baja diversidad de coberturas de suelo en base a la cartografía de vegetación. Índice de equidad o dominancia fluctúa entre >0,50 y < 0,75. Existen cambios negativos respecto al pasado (>10-50%).	Adeuada diversidad de coberturas de suelo en base a la cartografía de vegetación. Índice de equidad o dominancia fluctúa entre >0,25 y 0,50. Existen mínimos cambios positivos respecto al pasado (0-10%).	Alta diversidad de coberturas de suelo en base a la cartografía de vegetación. Índice de equidad o dominancia fluctúa entre >0 y <0,25. No existen cambios respecto al pasado o ellos son positivos (entre 5 y 10 años).
A.2. Grado de fragmentación	Las coberturas de suelo o formaciones vegetales distinguibles en el paisaje se encuentran altamente fragmentadas. Existen cambios respecto al pasado (mayor al 50%).	Las coberturas de suelo o formaciones vegetales distinguibles en el paisaje se encuentran fragmentadas. Existen cambios respecto al pasado (>10 y < a 50%).	Las coberturas de suelo o formaciones vegetales distinguibles en el paisaje presentan un bajo grado de fragmentación. Existen mínimos cambios positivos respecto al pasado (0-10%).	No existen cambios respecto al pasado (entre 5 y 10 años).
A.3. Conectividad	No existe conectividad del paisaje. Existen cambios negativos respecto al pasado (mayor al 50%).	Existe una relación no adecuada de área perímetro para la mayoría de las especies listadas. Existen cambios negativos respecto al pasado (>10 y < a 50%).	Existe una relación adecuada de área perímetro para la mayoría de las especies listadas. Existen mínimos cambios positivos respecto al pasado (0-10%).	Existe la conectividad adecuada del paisaje. No existen cambios respecto al pasado o ellos son positivos (evaluados entre 5 y 10 años).

Para la puntuación de los distintos parámetros se deben asignar como **valor los números 0, 4, 7 o 10, otorgando el mayor valor a la mejor condición.**

²¹ Los rangos de los parámetros fueron propuestos por la consultoría siendo posteriormente ajustados y consensuados por representantes de diferentes servicios públicos. Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. 2018.

Es importante considerar el nivel 10 como la mejor condición del paisaje del sitio donde se va a emplazar el proyecto, aludiendo a la formación de mayor complejidad estructural esperable para dicha agrupación de ecosistemas, de acuerdo con los antecedentes bibliográficos y juicios de experto. El titular deberá describir detalladamente la metodología empleada para evaluar los parámetros, que le condujeron a los resultados numéricos obtenidos. Además, debe referirse a la condición natural del paisaje, en base a la información secundaria revisada y paisajes similares.

3.3.2 Descripción de la condición a nivel de ecosistemas terrestres

Una vez realizada la descripción de la condición a nivel de paisaje se procede a la descripción de la condición a nivel de ecosistema, incluyendo en el análisis cada categoría de ecosistema presente en el sitio utilizando como categorías los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2017). Cabe recordar que este análisis debe realizarse tanto en el área de influencia del ecosistema impactado como en el o los sitios donde se planea ejecutar la compensación.

En aquellos sitios en que el ecosistema afectado no presenta ecosistemas acuáticos, los parámetros y sus respectivos métodos para la descripción, son los siguientes:

Tabla 6. Parámetros e indicadores establecidos para evaluar la condición de la biodiversidad a nivel de ecosistema terrestre

B. PARÁMETROS ECOSISTEMA TERRESTRE	DESCRIPCIÓN E INDICADORES
B.1 Condición de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura (%). Estratificación horizontal y vertical.
B. 2. Composición	<ul style="list-style-type: none"> Riqueza. Abundancia para distintas formas de vida, nativas y exóticas.
B.3. Ambientes de fauna (hábitat)	<ul style="list-style-type: none"> Número de hábitat disponibles para especies. A partir de cartografía de la vegetación, como un agregado de la estructura de esta, se observa la existencia de hábitats para las especies que potencialmente habitan los diferentes entornos reconocibles. Las especies para el análisis se extraen de la línea de base del área de influencia del ecosistema.
B.4. Regeneración y reclutamiento	<ul style="list-style-type: none"> Inventario de unidades de vegetación, para obtener estado o condición de la regeneración y el reclutamiento de especies de flora.

En la siguiente Tabla, se presenta la puntuación de los parámetros a nivel de ecosistemas terrestres de acuerdo con su condición.

Los descriptores señalados para los parámetros seleccionados son los mínimos necesarios para caracterizar la condición del ecosistema y que el titular debe analizar para dar cuenta de la condición del área de influencia y del o los sitios de compensación. Ello, sin perjuicio de que el SEA durante el proceso de evaluación pueda solicitar el análisis de nuevos parámetros y descriptores en caso de considerarlo necesario de acuerdo con las especificidades locales. Si el ecosistema analizado no puede ser descrito por alguno de los parámetros señalados a continuación, se deberá justificar fundadamente las razones por las cuales no se describe y considerar los demás parámetros evaluados para obtener el valor promedio.

Cabe indicar que estos parámetros serán objeto de revisión periódica por parte del SEA y el MMA, considerando la nueva disponibilidad de información e implementación práctica de esta metodología en el SEIA.

Tabla 7. Puntuación de los parámetros a nivel de ecosistema terrestre

B. PARÁMETROS ECOSISTEMA TERRESTRE	B. PUNTUACIÓN ECOSISTEMA TERRESTRE			
	0	4	7	10
B.1. Condición de la estructura	La estructura se encuentra severamente impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra levemente impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra en estado óptimo en relación con su cobertura y estratificación.
B.2. Composición	La composición se encuentra representada por especies exóticas o invasoras. Riqueza y abundancia de especies nativas es mínima para el área.	La composición se encuentra representada por especies nativas y mayoritariamente por especies exóticas o invasoras. Baja riqueza y abundancia de especies nativas para el área.	La composición se encuentra representada principalmente por especies nativas, con mínima presencia de especies exóticas o invasoras. Adecuada riqueza y abundancia de especies nativas.	La composición se encuentra representada por especies nativas, careciendo de la presencia de especies exóticas o invasoras. Riqueza y abundancia de especies nativas en estado óptimo.
B.3. Ambientes de fauna (hábitat)	No se presentan ambientes de fauna para las especies listadas.	Se presentan algunos ambientes de fauna para las especies listadas (menos del 50%).	Se presentan los ambientes de fauna para la mayoría (más del 50%) de las especies listadas.	Se presentan todos los ambientes de fauna para las especies listadas.
B.4. Regeneración y reclutamiento	No existe evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.	Existe evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural, pero de forma escasa.	Existe evidencia de regeneración cercana a lo normal y reclutamiento natural.	Existe fuerte evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.

Al igual que para la evaluación a nivel de paisaje, la puntuación de los distintos parámetros podrá tomar los valores 0, 4, 7 o 10, considerando el mayor valor para la mejor condición reconocible en un sitio de referencia del mismo ecosistema que será intervenido. Este sitio de referencia debe considerarse como aquel que contiene la formación de mayor complejidad estructural esperable, para dicho ecosistema, de acuerdo con los antecedentes bibliográficos y juicios de experto. Además, debe representar la integridad (o aspectos de la integridad) que se busca como objetivo en acciones de restauración. Estos sitios de referencia, si existen en el ecosistema, pueden estar cerca o lejos del proyecto físicamente, y pueden servir de modelo en la planificación de una medida de restauración ecológica y posteriormente servir en la evaluación de esa medida²².

Para la descripción de los parámetros señalados es necesario, en primer lugar, describir la condición sin proyecto; estas descripciones se considerarán como la condición inicial del sitio (**C_i**), y serán un reflejo de la línea de base. Luego se deberá realizar la misma descripción **prediciendo su condición futura**, es decir la condición final (**C_f**) del área de influencia con proyecto.

Estas descripciones (C_i y C_f) se deberán realizar tanto en el área de influencia del proyecto, como en el sitio de compensación; en este último, evaluando los resultados esperados que se obtendrían por las medidas aplicadas.

3.

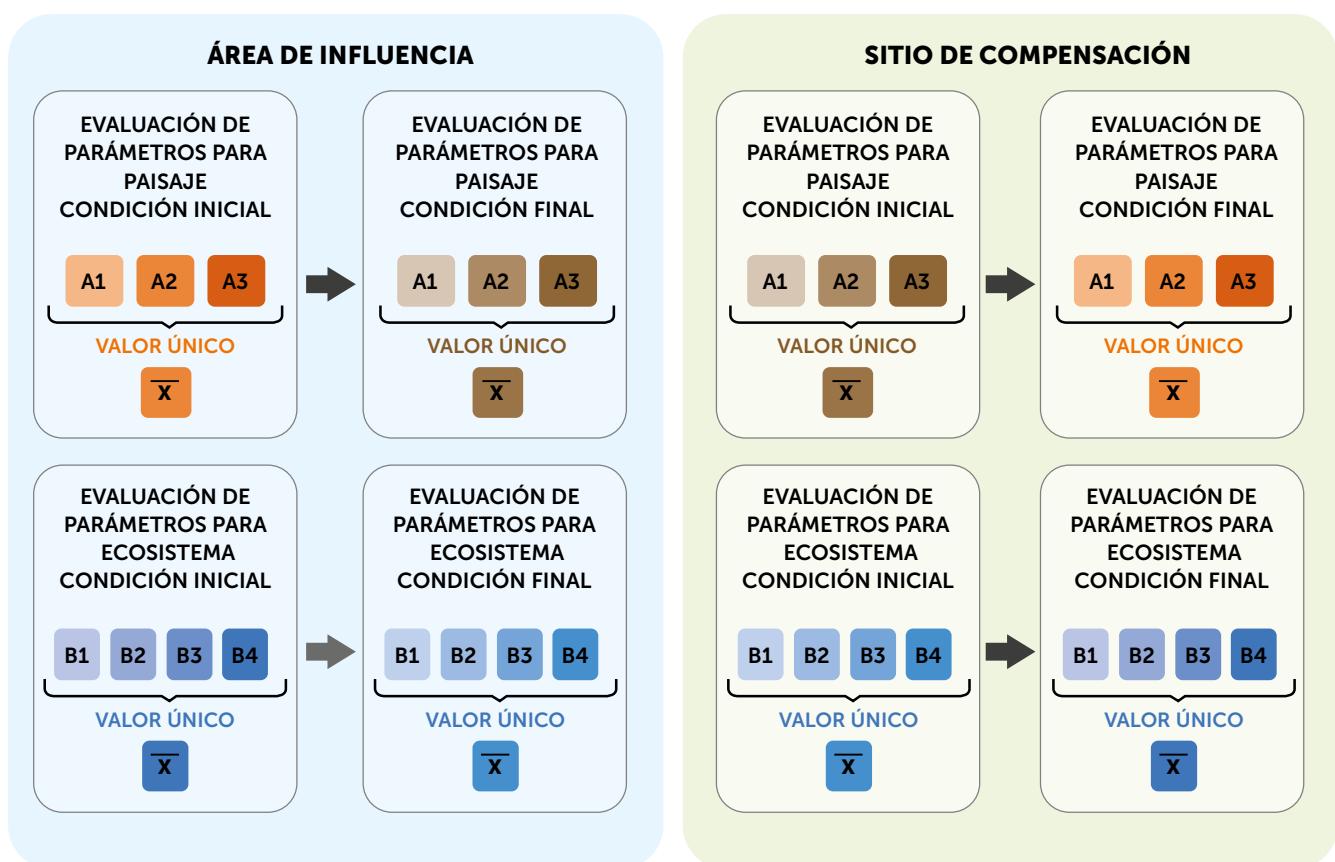
22 Se recomienda, para profundizar en este punto, leer lo indicado por el MMA en el siguiente enlace <https://restauracionecologica.mma.gob.cl/elementos-claves>

- **Cálculo del delta (diferencia) de condición**

Una vez evaluado cada parámetro, tanto en el área de influencia como en el sitio de compensación, **se determina un único valor** para cada uno de estos, referido a la condición del paisaje (Tabla 5), y otro para la condición ecosistémica (Tabla 7), lo cual se realiza tanto para la condición inicial (línea de base, Ci) y en su condición final (Cf).

El valor único representa el **valor promedio** en consideración de cada uno de los valores arrojados por parámetro.

Figura 7. Evaluación de parámetros y obtención de valor único promedio en ecosistemas terrestres



Por ejemplo, en el siguiente ejercicio de cálculo de los parámetros en un área de influencia hipotética, se evidencia que la condición inicial (línea de base) de paisaje (A) y ecosistema (B) es de 6 y 6,25, y que los valores de condición final (con impacto) son de 1,33 y 2 respectivamente:

Tabla 8. Ejemplo de cálculo de condición a nivel de paisaje y ecosistema terrestre en un área de influencia hipotética

A. PARÁMETROS DE PAISAJE (Ci)	VALOR	B. PARÁMETROS DE ECOSISTEMA TERRESTRE (Ci)	VALOR
1. Diversidad de objetos en el paisaje	4	1. Estado de la estructura	4
2. Grado de fragmentación	7	2. Composición	4
3. Conectividad del paisaje	7	3. Ambientes de fauna	10
Valor único promedio:	6	4. Regeneración y reclutamiento	7
		Valor único promedio:	6,25

A. PARÁMETROS DE PAISAJE (Cf)	VALOR	B. PARÁMETROS DE ECOSISTEMA TERRESTRE (Cf)	VALOR
1. Diversidad de objetos en el paisaje	0	1. Estado de la estructura	0
2. Grado de fragmentación	4	2. Composición	0
3. Conectividad del paisaje	0	3. Ambientes de fauna	4
Valor único promedio:	1,33	4. Regeneración y reclutamiento	4
		Valor único promedio:	2

Obtenidos los valores promedio es posible calcular el **delta (δ) de condición**, lo cual se realiza mediante el uso de la ecuación a continuación, dando como resultado un valor negativo que refleja la **pérdida de condición**, toda vez que se le resta a la condición final (con impacto, valor menor) el valor inicial (sin impacto, valor mayor). Al utilizar la misma ecuación, pero en el o los sitios de compensación, el valor resultante será positivo, al reflejar la **ganancia de condición** de la biodiversidad.

Cabe destacar de que el hecho de que la ecuación contenga en su numeral la suma de los resultados para paisaje y ecosistema implica que se le otorga el mismo peso, o importancia, a ambos niveles.

$$\delta \text{ de condición} = \frac{([Cf A - Ci A] + [Cf B - Ci B])}{20}$$

Donde:

(Cf A) = Condición final promedio del Paisaje

(Ci A) = Condición inicial promedio del Paisaje

(Cf B) = Condición final promedio del ecosistema terrestre

(Ci B) = Condición inicial promedio del ecosistema terrestre

3.

El denominador 20 se explica ya que se toman en cuenta 2 niveles (A y B), donde cada nivel tiene un valor promedio máximo de sus parámetros igual a 10, por lo que la suma máxima para ambos niveles es igual a 20. De este modo, el valor final de delta de condición de la biodiversidad del **área de influencia estará entre 0 y -1**. En el caso del o de los **sitios de compensación, el delta de la biodiversidad estará entre 0 y +1**.

A razón del ejercicio previamente planteado la aplicación de la fórmula sería la siguiente, dando como resultado un delta de condición -0,44.

$$\delta \text{ de condición} = \frac{(1,33 - 6) + (2 - 6,25)}{20} = -0,44$$

a) Particularidades en el sitio de compensación

Cuando se evalúan las mejoras en biodiversidad o ganancias de su condición producto de una medida de compensación, se debe **describir, en primer lugar, la condición del sitio sin medida de compensación** (condición inicial del sitio, **Ci**). Para ello, se deben considerar los mismos parámetros y fórmula establecida para la descripción de la condición de la biodiversidad en el área de influencia, tanto a nivel de paisaje como de ecosistema.

Una vez realizado ello, se debe proceder al diseño de la medida de compensación de biodiversidad, incorporando acciones para la restauración/preservación del sitio de compensación. Finalmente, se debe **predecir y evaluar la condición final del sitio, una vez implementadas las medidas y obtenidos los resultados esperados** (condición final del sitio, **Cf**).

Para la descripción y evaluación de los parámetros definidos, tanto en el sitio de impacto como de compensación, es posible apoyar el análisis con las metodologías propuestas en la "[Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA](#)" (SEA, 2015) o aquella que la reemplace.

• Diseño de las medidas de compensación

La elaboración de medidas de compensación de biodiversidad tiene como principal objetivo el diseño de actividades tendientes a mejorar la condición de los componentes clave identificados en la matriz descriptiva del área de influencia, realizando acciones de preservación y/o restauración.

Las **acciones de preservación** en una medida de compensación refieren a aquellas tendientes a **mantener** los atributos de composición, estructura y funcionalidad de la biodiversidad presente en el sitio de compensación. Para que acciones de preservación de biodiversidad sean acogidas favorablemente como medidas de compensación, **se requiere demostrar que la biodiversidad a preservar se encuentra bajo amenaza** y describir las actividades que se ejecutarán para controlar esas amenazas. Por ejemplo, exclusión del ganado doméstico (cuidando de no empeorar la situación de otros territorios), acciones para la prevención de incendios, entre otras.

3.

Por su parte, las **acciones de restauración** en una medida de compensación son aquellas orientadas a **re establecer** atributos de composición, estructura y función de la biodiversidad en el sitio de compensación, teniendo como modelo el sitio de referencia del ecosistema. Por ejemplo, manejo de la vegetación para mejorar su estructura, velando por favorecer la diversidad de especies y de hábitats, y la cobertura de copa; repoblamiento con especies de comunidades zonales del ecosistema en sectores abiertos entre parches, restableciendo composición; y favorecer la regeneración y reclutamiento de las especies nativas reduciendo la presencia de especies exóticas, entre otras. Para el diseño de medidas de compensación que involucren acciones de restauración, los titulares deben incluir en su propuesta los elementos contenidos en el Anexo 2.

La medida de compensación puede corresponder al diseño de una o más acciones de preservación de la biodiversidad y/o de restauración en diferentes sitios de compensación. Sin embargo, para que sea más **factible demostrar la adicionalidad** generada por la medida, es siempre preferible y recomendable optar por acciones de restauración.

La **adicionalidad de la compensación es un requisito** necesario para la aprobación de la medida de compensación a proponer. Cabe destacar que la adicionalidad implica que las acciones de compensación previstas no responden al cumplimiento de obligación legal alguna previamente adquirida por el propietario o administrador del sitio. Por ejemplo, no satisfacen el requisito de adicionalidad las actividades de restauración y/o de preservación de biodiversidad implementadas en un área protegida del Estado en tanto respondan a obligaciones contraídas desde el establecimiento de dicha área.

Por otro lado, tanto para medidas de preservación como de restauración será necesario incorporar el diseño de un **Programa de Control de Amenazas**²³, que incluya la descripción de las amenazas existentes, las actividades a implementar para enfrentar estas amenazas, y los componentes clave a los que se espera contribuir. La siguiente Tabla presenta una planilla que ejemplifica cómo organizar esta exigencia.

Tabla 9. Programa de Control de Amenazas

AMENAZA	ACTIVIDADES	COMPONENTES CLAVE INVOLUCRADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
[Amenaza 1]			
[Amenaza 2]			
[Amenaza n]			

Para el diseño de las actividades de preservación y/o de restauración, como medida de compensación, es clave **promover la participación e involucramiento de los propietarios o personal a cargo de la gestión** de los sitios de emplazamiento de las medidas de compensación²⁴. Lo anterior, dado por el aporte que estos pueden entregar en base al conocimiento que tienen de su territorio y la biodiversidad asociada, información que, en muchos casos, no se encuentra documentada formalmente o de público acceso. Junto con ello, el involucrar a estos actores permite idear y ajustar las actividades y plazos de implementación de cada proyecto de acuerdo con las particularidades de cada sitio, así como aumentar la certidumbre del éxito de las acciones de preservación/restauración, apoyando al control de los factores de deterioro de los componentes clave de la biodiversidad.

El **monitoreo continuo** de los componentes de biodiversidad es por tanto un requisito ineludible para medir el éxito de la compensación, el cual en ningún caso constituye una medida de compensación en sí misma. En este sentido se deben establecer acciones de vigilancia, monitoreo periódico y registro de los atributos de los componentes clave.

²³ Entre las amenazas posibles de abordar en el Programa de Control de Amenazas se cuenta, por ejemplo, con los incendios forestales, la presencia de especies exóticas invasoras, la presencia de ganado no controlado, el acceso no controlado de personas con diversos objetivos (turismo o extracción de recursos como leña y tierra de hoja), entre otras posibles.

²⁴ Ver Anexo 3.

3.3.3 Descripción de la condición de la biodiversidad a nivel de ecosistemas acuáticos continentales

Como ya se indicó, luego de la descripción de la condición realizada a nivel de paisaje, y en caso de que existan impactos sobre ecosistemas acuáticos continentales, se debe proceder a la descripción a nivel de estos ecosistemas, tanto en el área de influencia, como en el sitio donde se ejecutará la compensación.

Los parámetros para evaluar la condición del ecosistema acuático se agrupan en factores físicos y químicos que condicionan el **medio acuático** o espejo de agua, y en características de la estructura de la **comunidad biológica** del humedal, relacionada con la configuración espacial de diferentes estratas, definidas por especies dominantes y su abundancia o por las características del ambiente físico o abiótico, tales como la profundidad del agua, el caudal, o la salinidad.

Para aproximarse a esta materia la Tabla 10 presenta todos los parámetros definidos para ambos grupos de factores, y luego la Tabla 11 y 12 presentan el sistema de puntuación o asignación de valores que posteriormente serán usados para el cálculo de condición. La Tabla 11 indica la puntuación para los parámetros de condición del medio acuático y la Tabla 12 para los de la comunidad biológica presente.

Cabe indicar que los descriptores señalados para los parámetros seleccionados son los mínimos necesarios para caracterizar la condición del ecosistema y dar cuenta de la condición del área de influencia y del sitio de compensación. Ello, sin perjuicio de que durante la evaluación del proyecto o actividad en el SEIA se pueda solicitar el análisis de nuevos parámetros y descriptores de acuerdo a la necesidad de cada caso específico. Además, estos parámetros serán objeto de revisión periódica considerando la nueva disponibilidad de información e implementación práctica de esta metodología.

Si el ecosistema analizado no puede ser descrito por alguno de los parámetros indicados en la presente Guía se deberán considerar los demás parámetros para obtener el valor promedio, y justificar las razones por las que no se puede realizar la medición.

Tabla 10. Parámetros para la descripción de la condición del medio acuático y la estructura de las comunidades

NIVEL	PARÁMETROS ECOSISTEMAS	INDICADORES PARA LA DESCRIPCIÓN
C.1. Condición del medio acuático	C.1.1. Nivel y flujo de agua superficial	<p>Se debe medir profundidad, volumen, velocidad y caudal ambiental del agua, así como también calcular el balance hídrico del sistema (Ver figura 8). Los niveles y flujos de agua se evalúan considerando el tipo de humedal, la variación estacional y los antecedentes climáticos.</p>
	C.1.2. Calidad de agua	<p>Se debe medir salinidad, Oxígeno (O_2) disuelto y saturación, total de sólidos disueltos (TDS), total de sólidos en suspensión (TSS), materia orgánica, metales, nutrientes (nitrógeno (N) y fósforo (P) en sus formas), macroiones principales, transparencia y penetración lumínica. En caso de tener antecedentes de algún contaminante específico por la descarga de efluentes se recomienda también su medición.</p> <p>Además, se debe analizar y describir la granulometría de los sedimentos y establecer el uso de bioindicadores aplicables al lugar y factibles de medir.</p> <p>En las cuencas que cuentan con Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), los valores de calidad de agua asociados a las comunidades ecológicas presentes en el sistema son conocidos. En otros casos, se deberá comparar con estándares internacionales o estudios sitio-específicos.</p>
	C.1.3. Infiltración de agua	Medición de la infiltración de agua, considerando el balance hídrico del sistema.

NIVEL	PARÁMETROS ECOSISTEMAS	INDICADORES PARA LA DESCRIPCIÓN
C.2. Estructura de la Comunidad	C.2.1. Estado de la estructura	Cobertura y estratificación de la vegetación hidrófita (flotantes y sumergidas, tanto arraigadas como de vida libre) y helófita (herbáceas glicófilas, halófilas, anfibias y leñosas).
	C.2.2. Composición de flora y fauna²⁵	<p>Medir riqueza y abundancia para distintas formas de vida (vegetación hidrófita, helófita e higrófitas (macrófitas palustres y acuáticas), comunidad bentónica, plancton, fauna íctica y anfibios). Se recomienda medir el factor de condición (K) de los individuos, el cual es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006)²⁶, y a nivel poblacional calcular los índices genéticos como tamaño poblacional genético y real. Esto permitirá saber si las poblaciones están pasando por "cuellos de botella" (baja de individuos), si están estables o en expansión, o si es muy baja la diversidad genética. Este cálculo debe servir al propósito de describir poblaciones exóticas y nativas, contribuyendo a determinar la puntuación que se presenta en la Tabla 12.</p> <p>Para identificar la diversidad de especies también se recomienda el uso de la técnica ADN ambiental o <i>barcoding</i>.</p>
	C.2.3. Ambientes de fauna y hábitats críticos	A partir de la vegetación y cuerpos de agua se deben reconocer los ambientes o entornos propicios para constituir hábitats de fauna, usando como referencia inventarios de línea base, juicio experto, estudios de humedales de referencia, así como de listas de especies potenciales de elaboración reciente. Esto debe realizarse tanto para especies de fauna residente como migratoria que hacen uso de humedales.
	C.2.4. Regeneración y reclutamiento	Inventario de unidades de vegetación palustre y acuática, para obtener estado o condición de la regeneración y el reclutamiento de especies de flora y fauna íctica.

3.

²⁵ La composición de la flora y fauna se debe describir considerando la variación estacional y antecedentes climáticos.

²⁶ R. Froese. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations.

Tabla 11. Puntuación de los parámetros a nivel de condición de ecosistema acuático; ambiente acuático

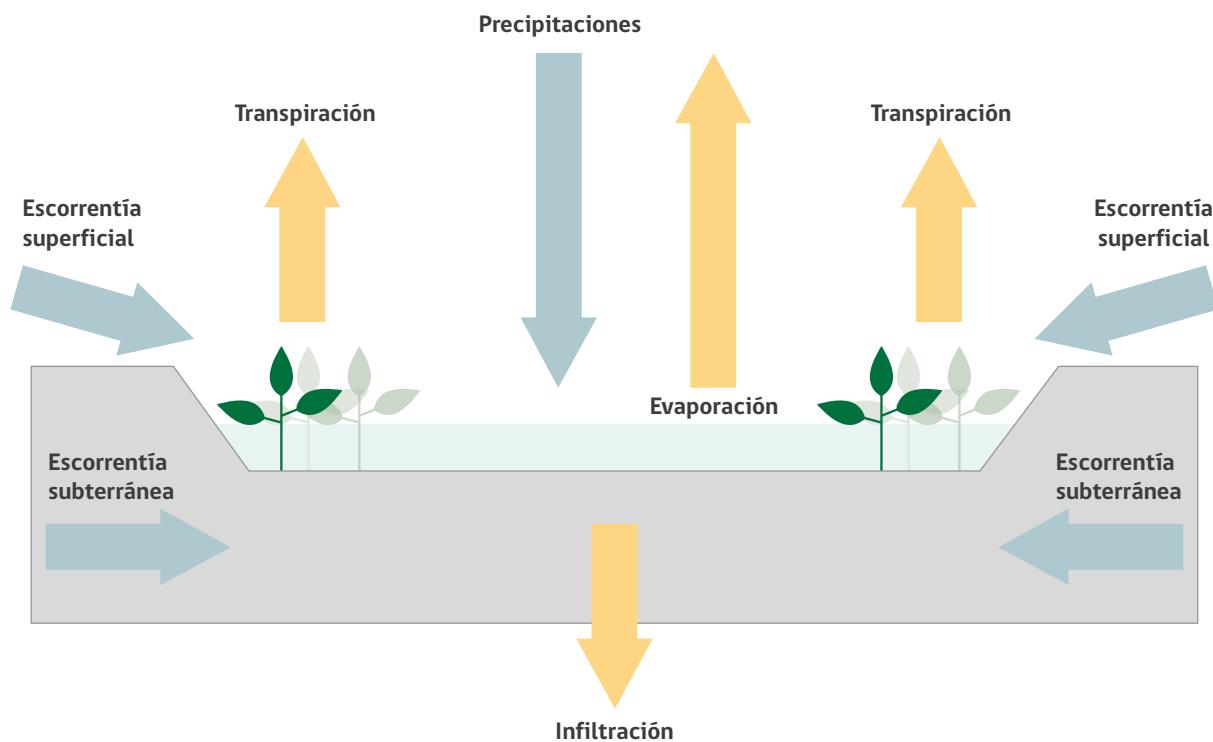
C. 1. AMBIENTE ACUÁTICO	C. PUNTUACIÓN ECOSISTEMA ACUÁTICO			
	0	4	7	10
C.1.1 Nivel y flujo de agua	Niveles y flujos de agua se encuentran alterados y con una gran variación respecto a los parámetros normales. Profundidad de agua y caudal ambiental inadecuado para las comunidades presentes en el sistema. Balance hídrico alterado.	Niveles y flujos de agua sobre o bajo lo apropiado. Profundidad de agua y caudal ambiental poco adecuado para las comunidades presentes en el sistema. Balance hídrico poco alterado.	Niveles y flujos de agua levemente sobre o bajo lo apropiado. Profundidad de agua y caudal ambiental adecuado para las comunidades presentes en el sistema pudiendo afectar a algunas especies. Balance hídrico cercano a lo apropiado.	Niveles y flujos de agua apropiados. Profundidad de agua y caudal ambiental óptimo para las comunidades presentes en el sistema. Balance hídrico apropiado.
C.1.2 Calidad de agua	La calidad de agua se encuentra muy alterada en relación con los parámetros esperados para las comunidades ecológicas presentes en el sistema.	La calidad de agua presenta alteración de sus parámetros esperados para las comunidades ecológicas presentes en el sistema.	La calidad de agua presenta baja alteración de sus parámetros esperados para las comunidades ecológicas presentes en el sistema.	La calidad de agua es óptima para las comunidades ecológicas presentes en el sistema.
C.1.3 Infiltración de agua considerando el balance hídrico del humedal	Infiltración inadecuada para el sistema.	Infiltración poco adecuada para el sistema.	Infiltración apropiada para el sistema.	Infiltración óptima para el sistema.

Tabla 12. Puntuación de los parámetros a nivel de condición de ecosistema acuático; Comunidades

C. 2. COMUNIDADES	C. PUNTUACIÓN ECOSISTEMA ACUÁTICO			
	0	4	7	10
C.2.1 Estado de la estructura	La estructura se encuentra severamente impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra levemente impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra en estado óptimo en relación con su cobertura y estratificación.
C.2.2 Composición de flora y fauna	La composición se encuentra representada por especies exóticas o invasoras. Riqueza y abundancia de especies mínima para el área.	La composición se encuentra representada por especies nativas y mayoritariamente por especies exóticas o invasoras. Baja riqueza y abundancia de especies para el área.	La composición se encuentra representada principalmente por especies nativas, con mínima presencia de especies exóticas o invasoras. Adecuada riqueza y abundancia de especies.	La composición se encuentra representada por especies nativas, careciendo de la presencia de especies exóticas o invasoras. Riqueza y abundancia de especies en estado óptimo.
C.2.3 Ambientes de fauna (hábitat)	No se presentan ambientes de fauna para las especies listadas.	Se presentan algunos ambientes de fauna para las especies listadas (menos del 50%).	Se presentan los ambientes de fauna para la mayoría (más del 50%) de las especies listadas.	Se presentan todos los ambientes de fauna para las especies listadas.
C.2.4 Regeneración y reclutamiento	No existe evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.	Existe mínima evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.	Existe evidencia de regeneración cercana a lo normal y reclutamiento natural.	Existe fuerte evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.

A modo de complementar la información para la descripción de los parámetros de la condición del medio acuático indicados en la Tabla 10, en la siguiente Figura se presenta un esquema conceptual de flujos hídricos en un humedal. Las flechas celestes indican flujos de entrada y las flechas amarillas indican flujos de salida.

Figura 8. Esquema conceptual de flujos hídricos en un humedal



Fuente: adaptado de Correa Araneda et al. 2011 por Ministerio del Medio Ambiente, 2020

Respecto de los valores de puntuación de los distintos parámetros, **estos tendrán como valor los números 0, 4, 7 o 10**, al igual que en los niveles de paisaje y ecosistemas terrestres. El nivel 10 corresponde entonces a la situación ideal, o la mejor condición posible de un humedal del mismo tipo de ecosistema al reconocido en el área de influencia. Esta área de referencia debe contener la formación de mayor complejidad estructural esperable para dicho ecosistema de acuerdo con los antecedentes bibliográficos y juicio de expertos.

Para la descripción de los parámetros señalados es necesario, en primer lugar, describir la condición del área de influencia sin proyecto; estas descripciones se considerarán como la condición inicial del sitio (**C_i**), siendo su información concordante con la línea de base. Luego se deberá realizar la misma descripción prediciendo su condición futura, es decir la condición final (**C_f**) del área con proyecto.

Estas descripciones (C_i y C_f) se deberán realizar tanto en el área de influencia del proyecto, como en el sitio de compensación; en este último, evaluando los resultados esperados que se obtendrán de las medidas aplicadas. Por tanto, aplica el mismo método que el utilizado para ecosistemas terrestres, lo cual se esquematizó en la Figura 7 de esta Guía.

- Cálculo del cambio (“delta”) de condición para ecosistemas acuáticos**

Al igual que lo explicado anteriormente para ecosistemas terrestres, una vez evaluado cada parámetro, se determina un único valor para cada grupo de parámetros que sea aplicable.

El delta de condición es la diferencia, expresada en pérdida o ganancia de condición, entre el estado inicial y el estado final. El resultado de Δ será siempre negativo en el caso del área de influencia y será siempre positivo en el o los sitios donde se implementarán las medidas de compensación, lo cual se vincula con la pérdida de biodiversidad, por un lado, y ganancia de biodiversidad, por el otro.

3.

Para ecosistemas acuáticos se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\Delta \text{ de condición} = \frac{([C_f A - C_i A] + [C_f C_1 - C_i C_1] + [C_f C_2 - C_i C_2])}{30}$$

Donde:

$(C_f A)$ = Condición final promedio del Paisaje, obtenido mediante el uso de la Tabla 5

$(C_i A)$ = Condición inicial promedio del Paisaje, obtenido mediante el uso de la Tabla 5

$(C_f C_1)$ = Condición final promedio del Medio Acuático, obtenido mediante el uso de la Tabla 11

$(C_i C_1)$ = Condición inicial promedio del Medio Acuático, obtenido mediante el uso de la Tabla 11

$(C_f C_2)$ = Condición final promedio de la Estructura de la Comunidad, obtenido mediante el uso de la Tabla 12

$(C_i C_2)$ = Condición inicial promedio de la Estructura de la Comunidad, obtenido mediante el uso de la Tabla 12

La ecuación del delta de condición (Δ) le otorga el mismo peso al nivel de ecosistemas y de paisaje, donde la diferencia, con los ecosistemas terrestres, radica en que, para los ecosistemas acuáticos continentales se consideran dos grupos de parámetros, en vez de uno. Por tanto, en este caso, para calcular el numerador se promedian los valores totales de $[C_f - C_i]$ asignados a los parámetros de cada nivel (niveles A, C1 y C2 en sitios con ecosistemas acuáticos).

El denominador 30, se explica ya que se toman en cuenta 3 niveles (A, C1 y C2). Independiente del número de parámetros que contengan los niveles, cada nivel tiene un valor promedio máximo de sus parámetros igual a 10, por lo que la suma máxima para los tres niveles es igual a 30.

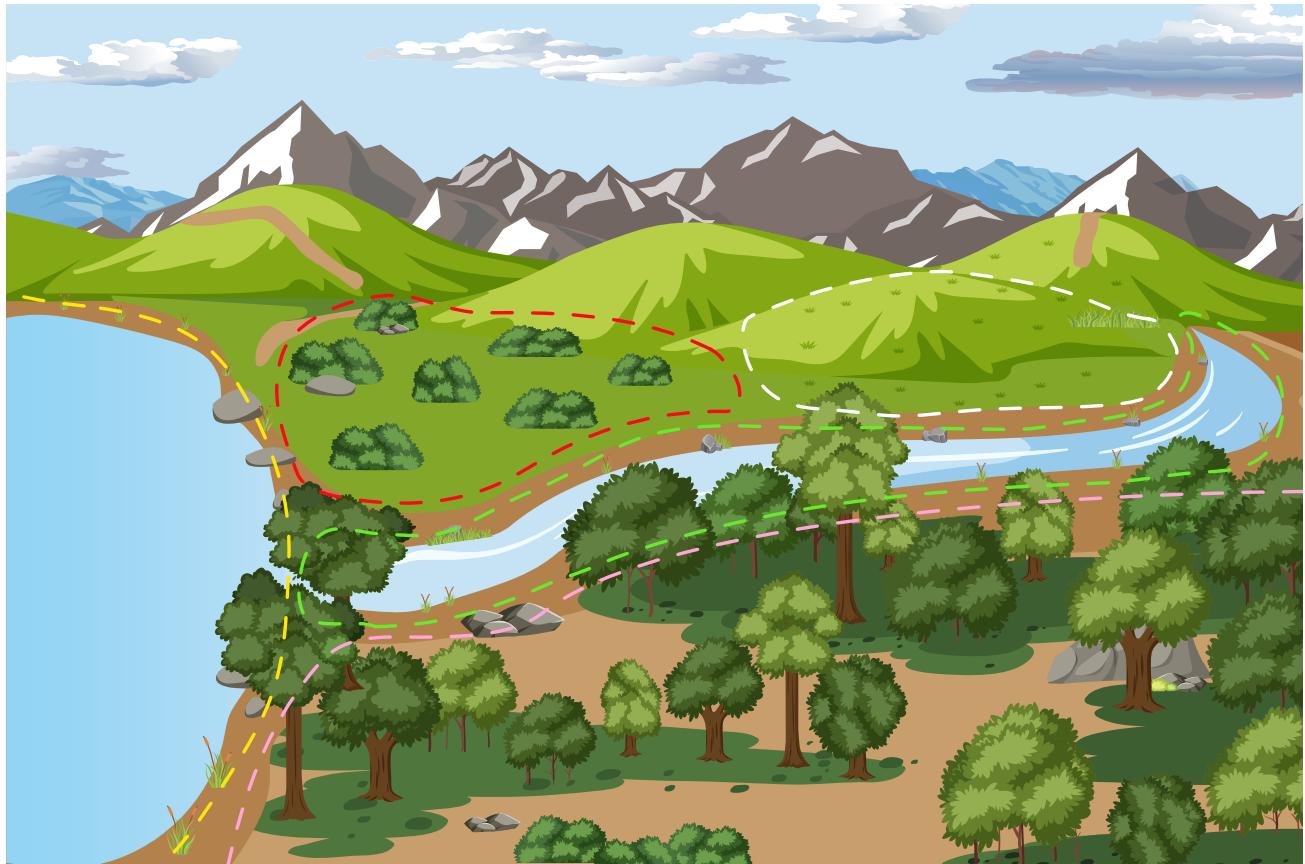
.....

En los casos en que el área de influencia contenga tanto ecosistemas terrestres como acuáticos, o que incluya diferentes tipos de ecosistemas terrestres (pisos vegetacionales), deberá delimitarse un área acorde a cada ecosistema (ecosistema terrestre y ecosistema acuático) y **aplicarse la ecuación con los parámetros que correspondan de manera independiente**. Es decir, el cálculo deberá hacerse para cada ecosistema.

.....

3.

Figura 9. Aplicación de metodología para cada ecosistema



Fuente: elaboración propia

Para comprender mejor la metodología de cálculo para ecosistemas acuáticos continentales, revisemos el siguiente ejemplo para un área de influencia hipotética. En esta se evidencia que el valor de la condición inicial (línea de base) promedio del paisaje es 8, la del ambiente acuático

(C1) es 8, y la de la comunidad (C2) es de 7,75. Por su parte los valores únicos promedio para la condición final (con impacto) son 4,66; 2,66 y 2 respectivamente (Tabla 13).

Tabla 13. Ejemplo de cálculo de condición inicial y final a nivel de paisaje y de ecosistema acuático en un área de influencia hipotética

3.

A. PARÁMETROS DE PAISAJE (Ci)	VALOR
1. Diversidad de objetos en el paisaje	4
2. Grado de fragmentación	10
3. Conectividad del paisaje	10
Valor único promedio:	8

A. PARÁMETROS DE PAISAJE (Cf)	VALOR
1. Diversidad de objetos en el paisaje	0
2. Grado de fragmentación	7
3. Conectividad del paisaje	7
Valor único promedio:	4,66

C1. PARÁMETROS DE AMBIENTE ACUÁTICO (Ci)	VALOR
1. Nivel y flujo de agua	7
2. Calidad de agua	10
3. Infiltración de agua considerando el balance hídrico del humedal	7
Valor único promedio:	8

C1. PARÁMETROS DE AMBIENTE ACUÁTICO (Cf)	VALOR
1. Nivel y flujo de agua	4
2. Calidad de agua	4
3. Infiltración de agua considerando el balance hídrico del humedal	0
Valor único promedio:	2,66

C2. PARÁMETROS DE COMUNIDAD (Ci)	VALOR
1. Estado de la estructura	7
2. Composición de flora y fauna	7
3. Ambientes de fauna y hábitats críticos	10
4. Regeneración y reclutamiento	7
Valor único promedio:	7,75

C2. PARÁMETROS DE COMUNIDAD (Cf)	VALOR
1. Estado de la estructura	0
2. Composición de flora y fauna	4
3. Ambientes de fauna y hábitats críticos	0
4. Regeneración y reclutamiento	4
Valor único promedio:	2

Por tanto, al aplicar la fórmula de cálculo del delta de condición el resultado sería de -0,48.

$$\delta \text{ de condición} = \frac{(4,66 - 8) + (2,66 - 8) + (2 - 7,75)}{30} = -0,48$$

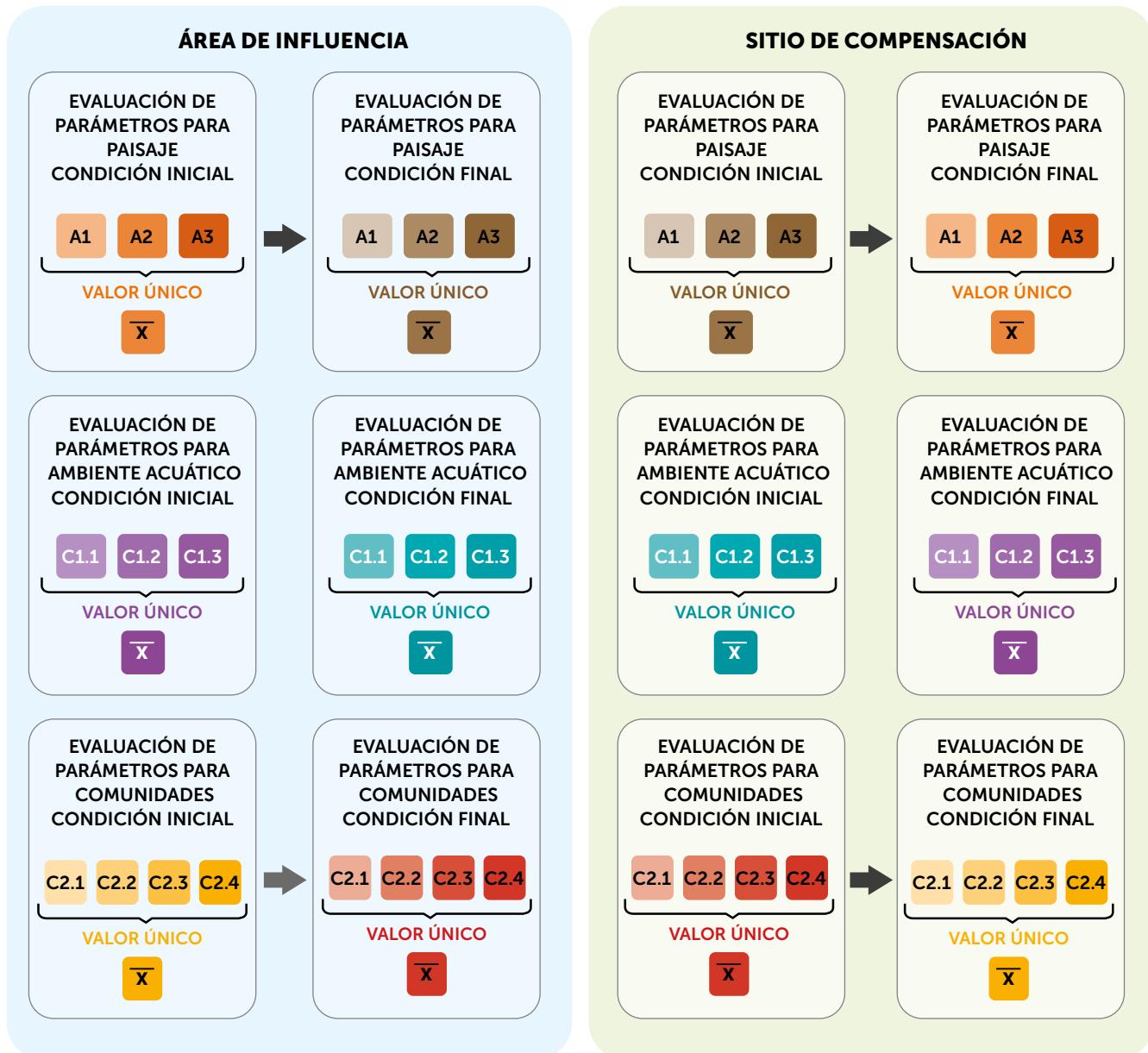
• Particularidades en el sitio de compensación

Para la descripción de la condición en el o los sitio(s) de compensación, al igual que para ecosistemas terrestres, se debe describir en primer lugar la condición del sitio en la situación previa a la aplicación de la medida de compensación (condición inicial del sitio, Ci). Para ello, se deben utilizar los mismos parámetros establecidos para la descripción de la condición de la biodiversidad en el área de influencia, realizando los cálculos para los niveles A, C1 y C2.

Una vez realizado aquello, se debe proceder al diseño de la medida de compensación, para finalmente evaluar la condición final del sitio, considerando que se alcanzan los resultados esperados por las medidas de compensación planificadas, con sus acciones de restauración/preservación (condición final del sitio, Cf). En este caso, el resultado de la ecuación siempre debiera ser positivo.

Para resumir y esquematizar todos los parámetros que deben ser analizados y calculados cuando se trate de ecosistemas acuáticos, se presenta la Figura 10.

Figura 10. Evaluación de parámetros y obtención de valores únicos promedio en ecosistemas acuáticos continentales



3.3.4 Multiplicadores

Los **multiplicadores son factores** utilizados tanto en la ecuación de cálculo de impacto residual como en la ecuación relativa a ganancias de biodiversidad. Estos permiten la consideración cuantitativa de parámetros tales como; la relevancia del sitio impactado y del sitio de compensación (mapa de relevancia para ecosistemas terrestres y mapa para ecosistemas acuáticos continentales o humedales); el tiempo requerido para obtener ganancias (los resultados de las medidas); la proximidad del sitio de compensación al área de influencia del proyecto de inversión; y las condiciones de protección legal del lugar donde se ejecutarán las acciones asociadas a las medidas de compensación.

Dado su carácter, los multiplicadores facilitan la **selección del o de los sitios** donde compensar y el **diseño de las medidas** de compensación, toda vez que sus valores son fácilmente comparables.

Cada multiplicador tiene una escala particular de valoración, influyendo con ello en la cantidad de superficie a compensar y en las decisiones de diseño de la medida. Los factores considerados han sido establecidos como un valor consensuado en base a análisis de juicio experto.

En la Tabla 14 se describen los multiplicadores a considerar en la métrica, y luego de ello se explica cómo utilizarlos cuantitativamente mediante fórmulas.

Tabla 14. Descripción de los multiplicadores utilizados en la métrica

MULTIPLICADOR		DESCRIPCIÓN
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	
M1	Relevancia del sitio impactado y del sitio de compensación	Este multiplicador refleja la relevancia, en términos de prioridades de conservación, de los ecosistemas (terrestres o humedales) donde se ubican los sitios (área de influencia y lugar donde se emplacen las compensaciones). La propuesta de valores viene determinada por el Mapa de Relevancia (sección 3.1 de la presente Guía). Tendrá valor de 1,2 cuando el ecosistema en análisis sea de muy baja relevancia, 2,4 cuando sea baja, 3,6 cuando sea media, 4,8 cuando sea de alta relevancia y de 6 cuando la relevancia sea máxima.
M2	Tiempo requerido para obtener ganancias en el o los sitios de compensación	Este multiplicador da cuenta del tiempo requerido para conseguir los resultados esperados de las medidas compensatorias, lo que implica que las acciones han consolidado su resultado, y que han generado una ganancia de biodiversidad que al menos iguala al impacto residual. La justificación de este multiplicador debe ser coherente con el objetivo de la medida y el indicador de cumplimiento. El multiplicador resta valor a aquellas compensaciones que demoran más tiempo en generar las ganancias necesarias. Tendrá el valor de 1, cuando el resultado se obtiene antes de cumplir 7 años desde el inicio de la ejecución del proyecto de inversión . Y alcanza un valor de 2, cuando hay que esperar más de 15 años para obtener los resultados deseados.

MULTIPLICADOR		DESCRIPCIÓN
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	
M3	Proximidad del sitio de compensación respecto del AI	Este multiplicador favorece una compensación más próxima al sitio que tendrá los impactos negativos sobre la biodiversidad, dando valores más altos a sitios de compensación más alejados. El valor de este multiplicador es 1 cuando la compensación ocurre en la misma subcuenca del área de influencia del ecosistema impactado, aunque fuera de ella. Y puede alcanzar un valor máximo igual a 2 si la compensación se planifica hacer en otra cuenca.
M4	Nivel de protección de biodiversidad del sitio de compensación	Este multiplicador da cuenta de la fortaleza de las condiciones de protección legal permanente que tiene el sitio donde se ejecutarán las medidas de compensación. Por tanto, expresa la fortaleza de protección de las acciones de compensación y sus resultados durante el tiempo que dure el impacto residual que, normalmente, es para siempre. El valor del multiplicador será 1 si existe un gravamen legal de protección permanente del lugar (Santuario de la Naturaleza, Derecho Real de Conservación, Reserva Natural Municipal u otra figura de protección no incluida en el SNASPE), y será de 3 cuando solo existe un contrato entre el titular del proyecto de inversión y el propietario del sitio, para ejecución de las medidas. Cabe tener presente que la existencia de un contrato es obligatoria.

3.3.5 Cálculo de impacto residual y de ganancias de biodiversidad

El uso de los multiplicadores se realiza para dos tipos de cálculos, el conducente a cuantificar el valor del **impacto residual (IR)** y aquel diseñado para el cálculo de **ganancias en biodiversidad (GB)**.

Para el cálculo del valor del impacto residual sobre la biodiversidad se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{IR} = \delta \text{ de condición} * \text{área (en ha)} * M1 \text{ área de influencia}$$

Donde:

Delta de condición (δ) en el área de influencia: es la diferencia de la condición de la biodiversidad del área de influencia entre su condición inicial (sin proyecto) y la que existirá con proyecto, al final de su ejecución, expresada en un valor de signo negativo, resultante del análisis de las tablas con parámetros descriptores de la condición de la biodiversidad de esta metodología.

Área (en hectáreas, ha): se trata de la superficie del área de influencia donde no fue posible realizar medidas de mitigación o reparación, o bien aquellas áreas en las que luego de realizadas las medidas de mitigación o reparación no fue posible lograr una condición de biodiversidad similar a la que tenía con anterioridad, habiendo solo restituido propiedades básicas.

Para este cálculo, se considera el **Multiplicador de Relevancia (M1)** que se origina en el Nivel 1 de esta metodología y que hace alusión a los Mapas de Relevancia del Sitio creado por el MMA (para ecosistemas terrestres y acuáticos continentales). Este multiplicador puede adoptar valores desde 1,2 (menos vulnerable) a 6 (más vulnerable), según la escala de valores expresada en los Mapas de Relevancia y representada en la tabla a continuación.

Tabla 15. Multiplicador de relevancia del área de influencia (M1)

RELEVANCIA DEL SITIO	M1
Muy baja	1,2
Baja	2,4
Media	3,6
Alta	4,8
Muy Alta	6,0

El número resultante del cálculo del IR se considerará como superficie de **biodiversidad perdida en el área de influencia**. Cabe recordar que las características de esta biodiversidad perdida son, por una parte, las descritas en la matriz de componentes clave del área de influencia y, por otra, la condición determinada por los parámetros de condición de su estructura, composición y funcionamiento.

Este cálculo se debe realizar por separado para cada ecosistema terrestre y acuático continental (humedal), ya que corresponde a una unidad de medición que da cuenta de la extensión y la calidad (características específicas) de la biodiversidad perdida. En este sentido, si el área de influencia cuenta con secciones de superficies de "n" distintos tipos de ecosistemas, se han de realizar las mismas "n" cantidad de cálculos de IR.

Por otro lado, una vez diseñada una medida de compensación, es posible calcular la **Ganancia en Biodiversidad (GB)**, para lo cual es necesario utilizar todos los multiplicadores señalados: Multiplicador de Relevancia (M1), Multiplicador de Tiempo Requerido para Obtener Ganancias (M2), Multiplicador de Proximidad del sitio de compensación (M3) y Multiplicador por Tipo de Protección Legal (M4); cuyos valores están expresados en las Tablas 16, 17 y 18 siguientes.

Las Ganancias en Biodiversidad (GB) se calculan, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{GB} = \frac{\delta \text{ de condición} * \text{área del sitio de compensación (en ha)} * \text{M1 sitio compensación}}{\text{M2} * \text{M3} * \text{M4}}$$

Donde:

Delta de condición (δ) del sitio de compensación: es la diferencia (mejora) de la condición de la biodiversidad del sitio antes y después de aplicada la medida de compensación, expresada en un valor de signo positivo. Su valor es el resultante del análisis de las tablas con parámetros descriptores de la condición de la biodiversidad de esta metodología.

Área (en ha): Se trata de la superficie del sitio donde se realizarán las medidas de compensación y mejora de condición de biodiversidad.

3.

El cálculo de la ganancia, al igual que el del IR, debe realizarse por separado para cada ecosistema terrestre y para cada humedal. Para realizar este cálculo, los multiplicadores M2, M3 y M4 pueden adoptar los siguientes valores:

Tabla 16. Tiempo requerido para obtener ganancias en sitio(s) de compensación (M2)

AÑOS ENTRE IMPACTO Y LOGRO DE PÉRDIDA NETA CERO EN BIODIVERSIDAD	M2
< 7 años	1
7 a < 9	1,2
9 a < 11	1,4
11 a < 13	1,6
13 a < 15	1,8
15 o más	2

Cabe aclarar que el tiempo a considerar va desde el momento en que se presenta el impacto negativo, por medio de la realización de las obras y acciones del proyecto, hasta el momento en que la compensación ha generado tal nivel de mejora que se constituye al menos una pérdida neta cero de biodiversidad (la ganancia iguala al impacto residual). A su vez es necesario establecer que la pérdida neta cero es el balance mínimo al cual una medida de compensación puede estar diseñada para poder aprobar un proyecto en el SEIA.

Tabla 17. Valores del multiplicador localización del sitio de compensación (M3)

PROXIMIDAD SITIOS DE COMPENSACIÓN RESPECTO DEL AI*	M3
Misma subcuenca	1,0
Misma cuenca	1,3
Cuenca limítrofe o vecina	1,6
Distinta cuenca, pero dentro del mismo ecotipo/ tipología de ecosistema	2,0

*Se deben considerar las cuencas y subcuencas definidas por el Inventario de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas (DGA).

Para seleccionar el valor del indicador M3, y de acuerdo con lo que muestra la Tabla 17, la distancia del sitio en términos de divisiones político-administrativas no es un factor determinante. De acuerdo con lo que señala el artículo 101 del Reglamento del SEIA “las medidas de compensación se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los impactos significativos se presenten o generen o, si no fuera posible, en otras áreas o lugares en que resulten efectivas”, por tanto, el o los sitios de compensación deben encontrarse preferentemente en la misma comuna o región, haciéndose procedente considerar sitios emplazados en otra región cuando justificadamente se identifique una falta de sitios más cercanos.

Así mismo, se debe tener presente que la condición de equivalencia ecológica es obligatoria, pudiendo establecerse un proyecto de inversión en otra cuenca, incluso en una región cercana, pero siempre que corresponda al mismo orden específico de la Clasificación de Tipologías de Humedales y de Pisos Vegetacionales, según corresponda.

Tabla 18. Valores del multiplicador protección legal del sitio de compensación (M4)

M4. PROTECCIÓN LEGAL DEL SITIO DE COMPENSACIÓN	
TIPO DE MANEJO	M4
El sitio de compensación cuenta con protección mediante un mecanismo formal que asegura el resguardo del patrimonio natural existente a perpetuidad, por ejemplo, Derecho Real de Conservación, iniciativa privada de conservación con reconocimiento oficial del Estado o figuras de protección legal emprendidas por gobiernos locales.	1,0
Existe un contrato entre el propietario del sitio y quien ejecuta la medida de compensación el cual se extiende durante todo el tiempo proyectado para la ejecución de la medida, incluyendo el tiempo requerido para su seguimiento, sin que exista una figura legal de protección de los componentes de la biodiversidad, que son objeto de la compensación ²⁷ .	3,0

3.

Finalmente, para que una compensación sea aceptable **debe cumplirse que la Ganancia en Biodiversidad (GB) en el sitio de compensación debe ser igual o mayor al Impacto Residual (IR) en valores absolutos**, expresado de la siguiente manera:

$$|GB| \geq |IR|$$

Para dejar más claro el uso de las fórmulas para calcular el IR y la GB, a continuación, se presenta un ejemplo hipotético con datos tanto para el área de influencia como de un sitio escogido para la compensación. En este caso los datos previamente calculados son los siguientes:

²⁷ En este caso, el titular debe acreditar la constitución de dicho contrato para poder aprobar la medida de compensación.

Tabla 19. Ejemplos de valores obtenidos para los diferentes factores a ser utilizados en las fórmulas de cálculo de IR y GB

FACTOR	VALOR
Delta de condición del área de influencia	-0,5
M1 del área de influencia (mapa de relevancia)	4,8
Superficie del área de influencia (ha)	15
Delta de condición del sitio de compensación	0,8
M1 del sitio de compensación (mapa de relevancia)	4,8
Superficie del área de compensación (ha)	40
M2 (tiempo requerido)	1,6
M3 (localización)	1,6
M4 (Protección legal)	3

Entonces,

$$\mathbf{IR = -0,5 * 15 * 4,8 = -36}$$

$$\mathbf{GB = \frac{0,8 * 40 * 4,8}{1,6 * 1,6 * 3} = 20}$$

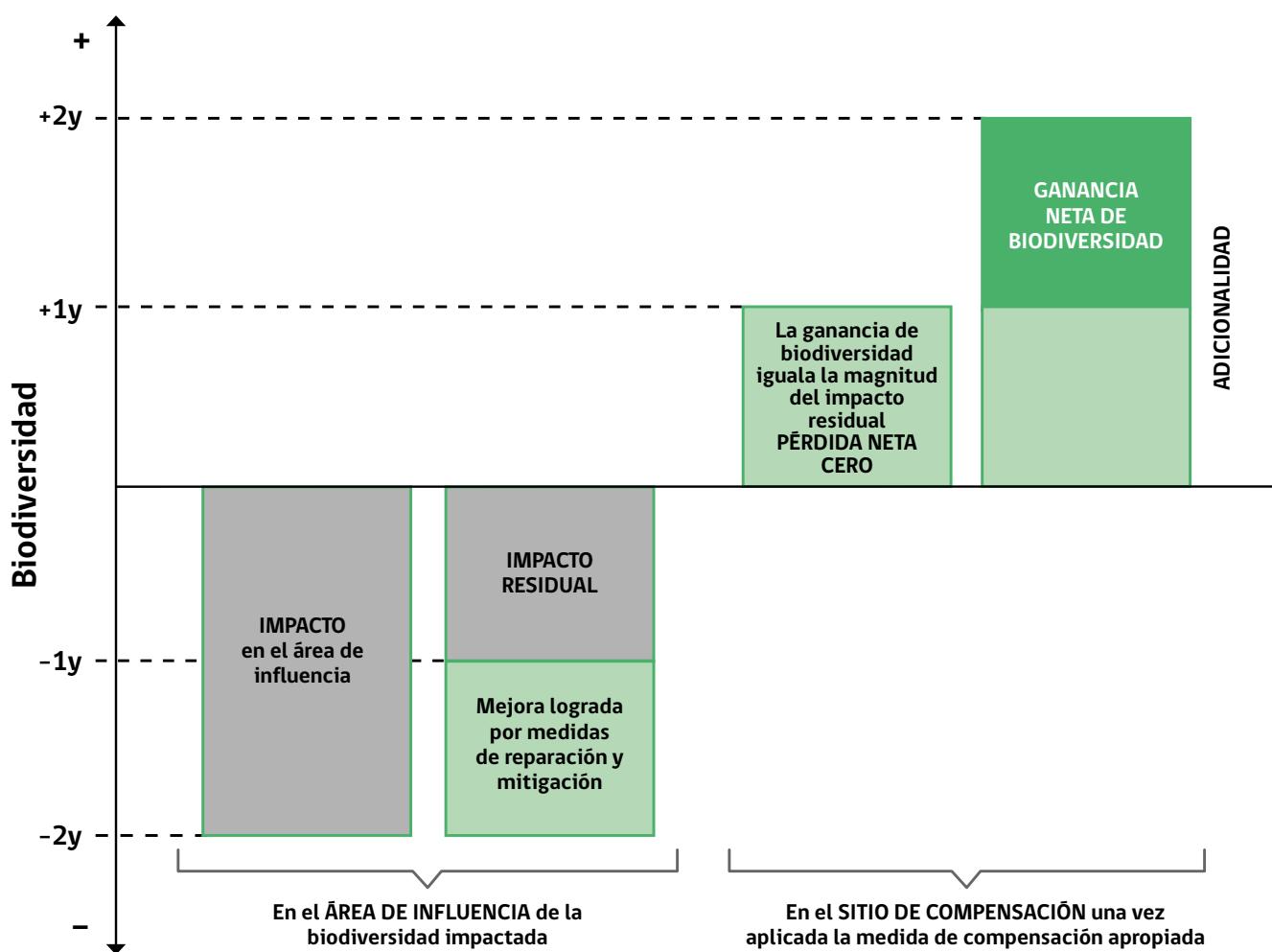
Como se evidencia, dado que los valores absolutos no son iguales, y que de hecho la ganancia de biodiversidad es menor al impacto residual, será necesario aumentar los valores en el numerador de la fórmula, por ejemplo, aumentando la cantidad de hectáreas donde ejecutar la medida de compensación, o bien, disminuir los valores en el denominador de la fórmula. De no hacer estos cambios la medida diseñada no sería aprobable en el SEIA, pues el igualar, al menos, la ganancia en biodiversidad a la pérdida es un requisito obligatorio. De este modo, si la superficie a compensar se aumenta de 40 a 50, y además se cambia la localización a la misma subcuenca (M3=1), entonces la ganancia sí será mayor al impacto residual, teniendo como resultado una compensación apropiada.

$$\mathbf{GB = \frac{0,8 * 50 * 4,8}{1,6 * 1 * 3} = 40}$$

$$\mathbf{|40| > |36|}$$

Cabe indicar que sin perjuicio de que el cumplimiento de esta condición sea un requerimiento para la aprobación de la medida de compensación y por tanto del proyecto en evaluación, es deseable que las medidas apunten a lograr una **Ganancia Neta en Biodiversidad (GNB)** en el sitio de compensación, es decir, a la obtención de un valor de ganancia en biodiversidad mayor al valor absoluto del impacto residual. Para mayor claridad el siguiente gráfico representa los conceptos aquí presentados.

Figura 11. Gráfico de impacto residual y ganancia neta



Fuente: elaboración propia

El cálculo de este requerimiento, al igual que el cálculo de IR y GB, debe realizarse en forma independiente para ecosistemas terrestres y para ecosistemas acuáticos continentales.



4. CONSIDERACIONES FINALES



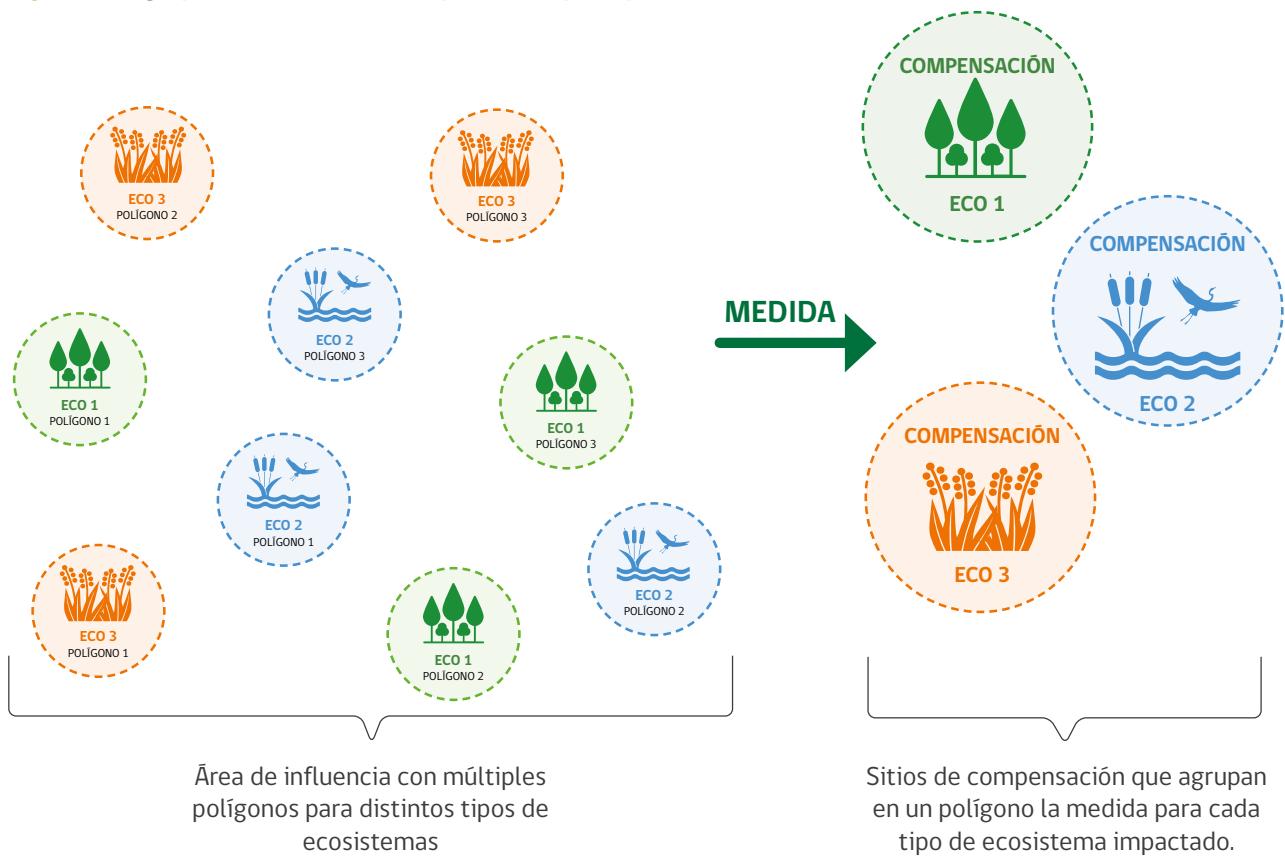
4. CONSIDERACIONES FINALES

4.

- Tanto la definición de los criterios para justificar la determinación de los componentes clave de biodiversidad, como la puntuación de los parámetros para determinar la condición de los sitios, requiere contar, dentro del equipo de consultores, con especialistas en temas de biodiversidad y comunidades asociadas; entre ellos, biólogo/as, ingenieros/as en recursos naturales u otra profesión afín, con especialidad en ecología y experiencia en el tipo de ecosistema que se requiere evaluar. Esto dado que muchas veces la información disponible de los sitios no es suficiente y se requiere juicio experto.
- Para determinar correctamente la puntuación de los parámetros y la condición del o los sitios de compensación, se requiere de un levantamiento de información a nivel local en terreno y apoyada por revisión bibliográfica más juicio experto, siendo necesario que este sea de un nivel de detalle equivalente al que se desarrolla para elaborar las líneas de base del área de influencia. Solo de este modo, es posible asegurar que las características de las áreas receptoras de la compensación sean las adecuadas y que contengan los factores ambientales que permitan generar los beneficios previstos para materializar la compensación de la biodiversidad.
- Para la descripción de los parámetros a nivel de ecosistemas y de paisaje la metodología propone índices que dan cuenta de aspectos funcionales del paisaje, permitiendo evaluar los distintos componentes y niveles de la biodiversidad. Es relevante para ello contar con antecedentes propios de cada sitio y evaluarlos en función de sus propiedades o respecto de áreas similares de referencia, tanto si se está describiendo áreas receptoras de impacto negativo como áreas donde se implementarán medidas de compensación.
- En caso de proyectos que impacten varios tipos de ecosistemas distribuidos en distintas zonas, como sucede por ejemplo en proyectos lineales interregionales, los sitios de compensación podrán **agruparse por tipo de ecosistema**. Esto permitirá optimizar la gestión de la medida en términos de su implementación y seguimiento, facilitar la

protección legal del sitio, y a su vez respetar el principio de equivalencia. En cualquier caso la metodología deberá aplicarse para cada polígono de AI por separado, obteniendo un valor de superficie de compensación correspondiente a cada polígono de AI, siendo estas superficies finales sumadas para completar la superficie que deberá ser compensada en uno o más sitios de compensación del mismo ecosistema. Habrá que tener en consideración que el valor del multiplicador M3 variará según la proximidad de cada polígono del AI al sitio de compensación (ver Figura 12).

Figura 12. Agrupación de sitio de compensación por tipo de ecosistema



Fuente: elaboración propia

- En caso de implementar medidas de compensación en ecosistemas acuáticos continentales (humedales), se recomienda considerar la generación o levantamiento de información de primera fuente y lo más anticipadamente posible. Esto es importante ya que la información de determinados parámetros (nivel y flujo de agua, calidad de agua, e infiltración de agua) requieren de un tiempo para la generación de los datos requeridos para la métrica; recomendándose, en la práctica, levantar la información requerida en paralelo al levantamiento de la línea de base del área impactada.

- Para la verificación del éxito de las medidas de compensación, es necesario presentar todos los antecedentes incluidos en el Anexo 2 “Elementos del Diseño de una Medida de Compensación”, lo cual permite realizar un seguimiento continuo a la implementación de las medidas y a la evolución de las ganancias de biodiversidad proyectadas en el tiempo.
- Deben contemplarse **indicadores de éxito** en distintos momentos de la gestión de la medida de compensación, que permitan evaluar los avances en el tiempo y comprobar las ganancias de biodiversidad hasta alcanzar la pérdida neta cero o ganancia neta de biodiversidad. **El medio de verificación corresponderá al resultado de la evaluación siguiendo los mismos parámetros establecidos en esta metodología.**
- Asimismo, es necesario, en el **Plan de Seguimiento de variables ambientales**, incorporar indicadores que den cuenta de la condición final de la biodiversidad del **área de influencia** una vez verificados los impactos de la fase de construcción y operación del proyecto. Esto con el objeto de asegurar que no hubo una pérdida de biodiversidad final mayor a la estimada en la etapa de evaluación y asumida en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA). En caso de que el **impacto real calculado sea mayor al que se predijo, se deberá ajustar el cálculo del impacto residual y recalcular la superficie a compensar**, lo que implicará un aumento de esta. Cabe destacar aquí la posible incidencia del cambio climático en la evolución de los componentes ambientales, lo cual podría afectar, en conjunto con otros factores, en la consecución de las ganancias de biodiversidad esperadas.
- De igual modo, debe ser parte del **Plan de Seguimiento** el recalcular los valores de ganancia de biodiversidad en el **sitio de compensación** periódicamente. Si se verificase que no se ha logrado la ganancia de biodiversidad proyectada será necesario tomar nuevas acciones que corrijan los resultados, de modo de lograr la ganancia de biodiversidad en los tiempos aprobados y establecidos por la RCA.
- Cabe dejar claro que, si el impacto residual constatado es efectivamente mayor al predicho, o si la ganancia de biodiversidad no ha podido ser alcanzada en los tiempos establecidos, será necesario tomar nuevas acciones para enmendar la pérdida de biodiversidad. Las acciones pueden adaptarse siempre que estén en la misma línea de lo ya diseñado y expresado en la medida (tipos de acciones, localizaciones, plazos), sin embargo, si la medida debe ser modificada sustantivamente, y dichas modificaciones no fueron consideradas expresamente en la RCA, es posible que el proyecto deba ingresar nuevamente al SEIA, acorde con lo que señala el artículo 2º, letra g.4) del Reglamento del SEIA y el artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300. Para evitar que se configure esta situación, el titular debe analizar previamente los distintos escenarios posibles de evolución de la biodiversidad y establecer acciones concretas para hacerse cargo, **estableciendo explícitamente valores umbrales para los parámetros y cursos de acción acordes, todo lo cual debe ser parte del diseño de la medida y estar explícitamente expuesto en la RCA**. De este modo se integra al diseño de la medida la **adaptación** (o gestión adaptativa), herramienta tendiente a lograr, mediante un proceso estructurado, la incorporación de los aprendizajes para la toma de decisiones en contextos que implican incertidumbre. Para ello es clave anticipar y establecer de manera clara las amenazas que ponen en riesgo la consecución de los objetivos.

ANEXOS





ANEXO 1. GLOSARIO

Abundancia (de una especie de flora o fauna): consiste en el número de individuos de una especie en un área determinada o en una muestra.

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.

Adicionalidad: Principio de la compensación apropiada de biodiversidad que da cuenta que los resultados derivados de las acciones de la compensación apropiada (ganancias de biodiversidad) no habrían ocurrido si la compensación no se hubiera llevado a cabo. Estas medidas no deben responder a obligaciones preexistentes a que esté sujeto el titular, el propietario del predio y/o su administrador, o bien, a acciones que cuenten con financiamiento estatal para su desarrollo.

Área de influencia²⁸: 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 N°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 Biológica²⁹: 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.

²⁸ Ref. literal a) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

²⁹ Ref. Artículo 2º Ley 19.300.

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).

Composición (de flora o fauna): corresponde al conjunto o listado de especies presentes en un área determinada.

Declaración de Impacto Ambiental³⁰: 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.³¹

Ecosistema³²: 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.

Ecosistemas acuáticos continentales: se utiliza como símil de humedales.

Equivalencia: atributo requerido para la compensación apropiada de biodiversidad sustentado en el artículo 100 del Reglamento del SEIA, en relación con la finalidad de la compensación de generar un “efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado” que debe incluir la “sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de similares características, clase, naturaleza, calidad y función”. Constituye el sustento para el principio de pérdida neta cero de biodiversidad.

Estudio de Impacto Ambiental³³: 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.

Extracción, explotación, intervención y uso de recursos naturales: conjunto de acciones mediante las cuales se pretende aprovechar componentes de la naturaleza para la satisfacción de necesidades humanas.

Evaluación de Impacto Ambiental³⁴: el procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes.

³⁰ Ref. literal f) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

³¹ Ref. Artículo 2, Convención sobre la Diversidad Biológica.

³² Ref. literal i) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

³³ Ref. literal j) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

Factores generadores de impacto: 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.

Ganancia de biodiversidad: cambios positivos verificables en las condiciones de composición, estructura y funcionamiento de la biodiversidad del área de la compensación después de implementada la medida de compensación. En caso de que la ganancia resulte ser mayor que la pérdida de biodiversidad provocada por un proyecto constituiría una Ganancia Neta de Biodiversidad.

Humedal³⁴: las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Impactos ambientales³⁵: alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

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

Impacto residual: pérdida significativa y permanente de componentes de biodiversidad en términos de su composición, estructura o funcionamiento, luego de verificados los impactos e implementadas las medidas de mitigación y reparación en el área de influencia del proyecto.

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.

Medida de compensación³⁶: aquellas medidas que tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar.

Medida de mitigación³⁷: aquellas medidas que tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución.

Medida de reparación³⁸: aquellas medidas que 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 el caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

³⁴ Artículo 1.1 Convención Internacional sobre Humedales Ramsar.

³⁵ Ref. literal k) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

³⁶ Ref. artículo 100, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

³⁷ Ref. artículo 98, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

³⁸ Ref. artículo 99, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Medio ambiente³⁹: 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.

Objeto de protección: 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 objeto de protección del SEIA se desprenden del artículo 11 de la Ley N°19.300.

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

Paisaje: grupo de diferentes ecosistemas que comparten algunas condiciones ambientales e interactúan fuertemente, al que se puede caracterizar por su estructura, composición y funcionamiento. Para efectos prácticos de la aplicación de la metodología de compensación apropiada de biodiversidad el paisaje será caracterizado a nivel de subcuencas.

Parche: Fragmento de un paisaje o ecosistema con ciertas características homogéneas que lo hacen diferente a su entorno. La superficie de los fragmentos puede variar dependiendo de la escala de análisis.

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

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.

Riqueza de especies (de flora o fauna): consiste en el número total de especies presentes en un área determinada.

Servicios Ecosistémicos⁴⁰: contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano.

Temporalidad: relaciona el cuándo y por cuánto tiempo se realizan las acciones de un proyecto, así como a 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.

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

40 Ref. Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 - 2030 y TEEB, 2014. Glossary of terms. The economics of ecosystems and biodiversity.



ANEXO 2. ELEMENTOS DEL DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

El diseño de las medidas de compensación deberá contener a lo menos los siguientes elementos:

- **Antecedentes de la aplicación de la metodología:** para dar soporte al diseño de la medida de compensación se deben presentar todos los antecedentes que demuestren la aplicación de la metodología expuesta en esta Guía, explicitando los cálculos y las justificaciones correspondientes a la asignación de valores de cada parámetro, incluyendo los argumentos que por juicio experto se hayan usado.
- **Objetivo general** del proyecto de preservación y/o restauración.
- **Objetivos específicos** asociados a resultados esperados en la condición de componentes clave.
- **Componentes clave seleccionados:** los criterios de selección de los componentes claves de la matriz pueden estar dados por:
 - Constituir objetos de preservación, especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, incluyendo por principio precautorio la categoría Datos Insuficientes).
 - Especies (flora y fauna) de alto valor por ser endémicas o de escasa distribución.
 - Comunidades o hábitats o biotopos que contengan objetos de preservación.
 - Comunidades azonales o hábitats singulares, de alto valor o escasa distribución o Ecosistemas en categorías de amenaza.
 - Otros.

Se debe consignar la condición de los componentes clave antes de emprender las actividades de restauración y/o preservación, así como la evolución esperada para los períodos de monitoreo definidos, hasta conseguir la ganancia de biodiversidad que haya sido proyectada como objetivo.

- **Criterios de selección del o los sitios de compensación:** mencionando cómo cumplen con el principio de equivalencia, su capacidad de generar ganancias de biodiversidad y justificando la selección de los valores de los cuatro multiplicadores de la metodología, entre otros criterios de selección que haya considerado el titular.
- **Descripción del o los sitios de compensación:** señalando la superficie total y presentando una cartografía en sistema de coordenadas UTM, datum WGS84 e indicando el huso que corresponda.
- **Plan de actividades:** detallado por año, hasta el término de la compensación. Estas deben incluir, cuando corresponda, entre otras:
 - Diseño de plantación o de manejo restaurativo (según corresponda).
 - Superficie a plantar y manejar anualmente.
 - Densidad de plantación (cuando corresponda).
 - Años en que se inicia y se realizan las labores de plantación o acciones de manejo restaurativo.
 - Técnicas de manejo restaurativo.
 - Elaboración de zanjas de infiltración.
 - Establecimiento de cerco perimetral (material y superficie).
 - Establecimiento de sistema de riego si hubiera (goteo, aspersión, detalles del sistema).
 - Modalidad de abastecimiento de agua.
 - Sistemas de protección de vegetación (individual/grupal, malla alambre/raschel).
 - Casilla de plantación.
 - Establecimiento de enmiendas orgánicas/ fertilizante de lenta entrega.
 - Actividades de mantención (riego, plantación) y criterios de implementación.
 - Actividades de monitoreo y su periodicidad, indicando los parámetros a evaluar, el método a utilizar y las fechas de envío de la información de monitoreo a la autoridad competente.
- **Materiales y métodos:** detalle de los materiales, equipos y métodos involucrados en las actividades que se proponen. La localización de los puntos o zonas de intervención deben identificarse en un mapa del o los sitios de compensación, en sistema de coordenadas UTM, datum WGS84.

- **Indicadores de éxito:** se deberá proponer indicadores de éxito de los objetivos, detallando los materiales, equipos y métodos involucrados para su medición. Se deberá señalar la periodicidad de las mediciones y formato de reporte, además de la georreferenciación del punto o área de muestreo cuando corresponda. Los indicadores de éxito deben considerar explícitamente las mejoras en la biodiversidad esperadas que sirvieron para el cálculo de la condición final del sitio, luego de implementadas las actividades de preservación o de restauración. También deben considerar las mejoras en los componentes clave que guarden relación con aquellos identificados en el área de influencia y que hayan generado la necesidad de la compensación de la biodiversidad. Por ejemplo, las actividades de restauración o de preservación pueden estar concentradas en aspectos de estructura y composición de especies vegetales. Pero, si existiese una especie de fauna clave, de valor por endemismo o distribución restringida, debe considerarse también indicadores que permitan evaluar la mejora en su condición debido a las medidas de restauración o de preservación implementadas. Los indicadores deberán ser comparados con sitios de referencia a definir, en un territorio del mismo ecosistema del sitio de compensación, en la misma u otra región administrativa.

Deben contemplarse indicadores de éxito en distintas temporalidades de la compensación, siendo necesario que el titular revele la trayectoria esperada de los indicadores de éxito, de forma tal de verificar tempranamente eventuales desviaciones que permitan hacer ajustes oportunos. Los indicadores deben dar evidencia de la mejora o brecha en la condición de la biodiversidad esperada, y estar acordes con los parámetros requeridos en esta metodología.

Es necesario que una medida de compensación de biodiversidad integre el principio de manejo adaptativo en su diseño⁴¹, donde la información de seguimiento levantada y el análisis de esta se constituyan como información de primera fuente que permita orientar o ajustar las actividades de compensación de acuerdo a lo observado, incluyendo las medidas correctivas que sean necesarias, planteándolas anticipadamente de manera clara.

La trayectoria de la condición de biodiversidad debe preverse en consideración de las amenazas detectadas, definiendo cursos de acción acordes con los posibles escenarios, ejecutándolos de manera temprana y oportuna, hasta alcanzar la pérdida neta cero o ganancia neta de biodiversidad según el objetivo planteado.

Asimismo, es necesario, en el plan de seguimiento, realizar un monitoreo de la condición final de la biodiversidad del área de influencia del proyecto, con el objeto de asegurar, que no hubo una pérdida de biodiversidad mayor a la estimada en el proceso de evaluación ambiental. En ese caso, se deberá ajustar el cálculo del impacto residual y recalcular la superficie a compensar en el sitio de impacto.

⁴¹ Groom et al. 2006.

Se debe recordar que las acciones pueden adaptarse, siempre que, estén en la misma línea de lo ya diseñado y expresado en la medida (tipos de acciones, localizaciones, plazos), sin embargo, si la medida debe ser modificada sustantivamente, y dichas modificaciones no fueron consideradas expresamente en la RCA, es posible que el proyecto deba ingresar nuevamente al SEIA, acorde con lo que señala el artículo 2º, letra g.4) del Reglamento del SEIA. Para evitar que se configure esta situación el titular debe analizar previamente los distintos escenarios posibles de evolución de la biodiversidad y establecer acciones concretas para hacerse cargo, estableciendo explícitamente valores umbrales para los parámetros y cursos de acción acordes, todo lo cual debe ser parte del diseño de la medida y estar explícitamente expuesto en la RCA.

- **Cronograma** (carta Gantt): con la descripción de las actividades planificadas del proyecto de preservación y/o restauración, indicando la fecha de inicio y término de las acciones. Este cronograma también debe considerar las actividades necesarias para la obtención de los indicadores de éxito propuestos.
- **Responsables:** se deberán identificar las instituciones y/o equipo de trabajo responsables de las tareas consideradas en el plan de actividades.
- **Referencias:** se deberá indicar la literatura considerada en el diseño de las medidas de compensación.

ANEXO 3. CARTA DE CONFORMIDAD DEL PROPIETARIO

A continuación, se presenta un formato de carta a ser presentada por el titular del proyecto para acreditar la conformidad de el o los propietarios para la realización de la medida de compensación en su terreno.

Fecha: ____/____/____

CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO/A (S) PARA EFECTO DE COMPENSACIONES POR IMPACTO (S) RESIDUAL (ES) A LA BIODIVERSIDAD EN EL SEIA

Yo, _____ RUT N° _____, propietario del predio nombre _____, Rol(es) N° _____ de la Comuna _____, manifiesto mi plena conformidad con relación al Plan de Actividades diseñado como medida de compensación, los objetivos definidos y las acciones de Preservación y/o Restauración de biodiversidad propuestas por el (la) titular_____.

Lo anterior, para ser presentado por el titular, en el marco de sus obligaciones de compensación por impacto (s) residual (es) a la biodiversidad en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Nombre y Firma de Propietario

ANEXO 4. BIBLIOGRAFÍA

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2012. Biodiversity Offset Design Handbook- Updated. BBOP, Washington, D.C.

Groom MA, Meffe GK, and Carroll CR (2006) Principles of conservation biology. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.

Ministerio del Medio Ambiente. 2020. [Clasificación y priorización de Humedales de Chile. Licitación pública ID: 608897-43-LE19.](#) Volumen II: Priorización. Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente a la consultora Geoadaptive.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. 2018. "Propuesta metodológica para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA". Santiago, Chile. Proyecto BIOFIN-PNUD, Finanzas para la Biodiversidad.

Servicio de Evaluación Ambiental. 2022. Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA.

Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA.

Bibliografía recomendada

Evaluación de los ecosistemas del milenio. Disponible en: <https://www.millenniumassessment.org/es/About.htm>

Forman, R. T. T. y M. Godron. 1986. Landscape ecology. John Wiley & Sons, New York. 619 pp.

GBIF, MMA. Base de datos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) - Chile. Disponible en: <https://gbifchile.mma.gob.cl/>

Inventario Nacional de Humedales de Chile (MMA, 2020). Disponible en: <https://humedaleschile.mma.gob.cl>

Luebert y Pliscoff. 2017. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Segunda edición.

Pascual-Hortal & Saura, 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* (2006) 21:959-967.

Pliscoff. 2017. Categoría de riesgo Lista Roja Ecosistemas UICN para Chile.

Saura & Pascual-Hortal. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83 (2007) 91-103.

