

PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA A ESCALA LOCAL Y REGIONAL

GUÍA METODOLÓGICA

Contraparte Técnica:

Jaime Rovira - Ministerio del Medio Ambiente
Marianne Katunarić - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Magdalena Bennett - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Petra Wallem - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Solange Daroch - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Berta Holgado - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Sofía Flores - GEF Corredores Biológicos de Montaña
Daniel Álvarez - Ministerio del Medio Ambiente
Karin Molt - Ministerio del Medio Ambiente
Carolina Barra - Ministerio del Medio Ambiente
Daniel Sánchez - SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago
Cecilia Núñez - SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago
Claudia Cortés - SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago
Jorge Ibáñez - Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

Equipo consultor y ejecutor Universidad de Chile:

Alexis Vásquez (Director)
Emanuel Giannotti
Álvaro Gutiérrez
Ezio Costa
Elizabeth Galdámez
Ignacio Núñez
Camila Muñoz
Macarena Martinic
Héctor Yáñez

Diseño y diagramación:

Aaron Hebel / aaronandreshebel@gmail.com

Agradecimientos:

A todas las personas representantes de municipalidades, servicios públicos, entidades privadas, organizaciones comunitarias, organizaciones no gubernamentales e investigadores académicos que aportaron con información y su percepción mediante las instancias participativas y consultas de evaluación en el desarrollo de la planificación ecológica.

Financiado por:

Proyecto GEFSEC ID 5135 "Protegiendo la Biodiversidad y Múltiples Servicios Ecosistémicos en Corredores Biológicos de Montaña, en el Ecosistema Mediterráneo de Chile. Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente (2016-2022).

¿Cómo citar?

MMA - ONU Medio Ambiente, 2020. Planificación ecológica a escala local y regional: guía metodológica. Encargado a: Dr. Alexis Vásquez, Dr. Emanuel Giannotti, Dr. Álvaro G. Gutiérrez, Dr. Ezio Costa, Elizabeth Galdámez, Ms. Ignacio Núñez, Camila Muñoz, Aaron Hebel, Macarena Martinic y Héctor Yáñez. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 85pp.

Licencia Creative Common. Atribución No Comercial Sin Derivadas.

Esta licencia permite descargar la obra y compartirla, dando los créditos correspondientes.

Prohibido su uso comercial.

PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA A ESCALA LOCAL Y REGIONAL

GUÍA METODOLÓGICA

Proyecto GEF Montaña

ÍNDICE

Lista de acrónimos	I		
Índice de figuras	II		
Índice de mapas	VI		
<hr/>			
A PRESENTACIÓN	1	1 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA PLANIFICACIÓN	18
B PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA	6	1.1 Área de planificación	20
C PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA EN CHILE	10	1.2 Alianza con actores clave	22
D MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO	14	1.3 Definición de objetivos y metas	32
		1.4 Paisaje normativo	35
		2 INVENTARIO TERRITORIAL	38
		2.1 Base de datos	40
		2.2 Protocolo de estandarización de la información cartográfica	44
		3 EVALUACIÓN ECOLÓGICA	48
		3.1 Consideraciones metodológicas	50
		3.2 Relevancia Ecológica	52
		3.3 Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN)	67
		3.4 Riesgo Ecológico	70
		4 PROPUESTAS	72
		4.1 Objetivos Ambientales Zonificados	74
		4.2 Infraestructura Ecológica	86
		4.3 Medidas Ambientales a los usos del territorio	91
		4.4 Integración de la planificación ecológica	96
		R RECURSOS	102
		Bibliografía	142

Lista de acrónimos

- A** **ADEMA** : Agrupación Defensa y Conservación Maule - Mataquito
- B** **B** : Biodiversidad
- C** **CA** : Comité Ampliado
CBN : Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile
CHELSEA climate : Climatologías en alta resolución para la superficie terrestre
CIREN : Centro de Información de Recursos Naturales
CNE : Comisión Nacional de Energía
CONAF : Corporación Nacional Forestal
CR : Especies Nativas Amenazadas de Extinción en Peligro Crítico
CRU : Unidad de Investigación Climática
CR2met : Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia
CT : Comité Técnico
CTE : Comité Técnico Extendido
- D** **DGA** : Dirección General de Aguas
- E** **EEP** : Estructura Ecológica Principal
EN : Especies Nativas Amenazadas de Extinción en Peligro
ERD : Estrategia Regional de Desarrollo
ESA : Agencia Espacial Europea
- F** **FAO** : Organización de Agricultura y Alimentos
- G** **GBIF** : Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad
GEF : Fondo Mundial de Medio Ambiente ONU
- I** **IDE** : Infraestructura de Datos Geoespaciales
IDW : Interpolación de Distancia Inversa
I.E. : Infraestructura Ecológica
IGM : Instituto Geográfico Militar
INE : Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR : Instituto Forestal de Chile
IPEN : Intensidad Potencial de los Efectos Negativos
IPT : Instrumentos de Planificación Territorial
- M** **MA** : Medidas Ambientales
MMA : Ministerio del Medio Ambiente
MINAGRI : Ministerio de Agricultura
MINVU : Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MOP : Ministerio de Obras Públicas
- N** **NASA** : Administración Espacial Aeronáutica de Estados Unidos
- O** **OAZ** : Objetivos Ambientales Zonificados
ONG : Organización No Gubernamental
OSM : Open Street Map
OTAS : Proyecto Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable para la Región Metropolitana de Santiago
- P** **P.E.** : Planificación Ecológica
PNDU : Política Nacional de Desarrollo Urbano
PRODESAL : Programa de Desarrollo Local
PRDU : Plan Regional de Desarrollo Urbano
PRM : Plan Regulador Metropolitano
PROT : Plan Regional de Ordenamiento Territorial
PV : Pisos Vegetacionales de Luebert y Pliscoff
- S** **SAG** : Servicio Agrícola y Ganadero
SBAP : Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas
SEA : Servicio de Evaluación Ambiental
SECPLA : Secretaría de Planificación
SEREMI : Secretaría Regional Ministerial
SERNAGEOMIN : Servicio Nacional de Geología y Minería
SIG : Sistema de Información Geográfica
SIRGAS : Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
SNASPE : Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
SINIA : Sistema Nacional de Información Ambiental
SNIT : Sistema Nacional de Coordinación de Información
SRTM : Misión topográfica Radar Shuttle
SSEE : Servicios Ecosistémicos
SUBDERE : Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
- U** **UICN** : Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMC : Unidad Mínima Cartografiable
UTM : Universal Transversal de Mercator
- V** **VU** : Especies Nativas Amenazadas de Extinción Vulnerables

Índice de figuras

Figura 01	09	Figura 16	46
Etapas metodológicas de diferentes planificaciones o instrumentos de planificación territorial con base ecológica.		Equivalencia entre escalas cartográficas y tamaño de píxel.	
Figura 02	17	Figura 17	48
Diagrama del marco teórico-metodológico.		Diagrama metodológico de la Etapa 3.	
Figura 03	18	Figura 18	50
Diagrama metodológico Etapa 1.		Ejemplos de coberturas silvestres, rurales y urbanas.	
Figura 04	24	Figura 19	53
Clasificación de actores clave.		Diagrama metodológico Relevancia Ecológica por biodiversidad.	
Figura 05	26	Figura 20	55
Escalera de participación de actores clave.		Integración de los indicadores para la Relevancia Ecológica técnico-científica.	
Figura 06	28	Figura 21	61
Identificación y clasificación de actores clave. Planificación ecológica de la región de la Araucanía.		Cartografía participativa para la Evaluación de la Relevancia Ecológica con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 07	29	Figura 22	63
Caracterización de un actor clave. Planificación ecológica de la región de La Araucanía.		Mapas parlantes (escenario pasado). Planificación ecológica de la región de La Araucanía.	
Figura 08	31	Figura 23	65
Definición de roles e instancias de trabajo de actores. Planificación ecológica de la región del Maule.		Extracto de la matriz de niveles de capacidad potencial de provisión de servicios ecosistémicos.	
Figura 09	34	Figura 24	68
Ejemplo matriz de objetivos por actores clave.		Extracto de cuestionario utilizado para la consulta de valores IPEN. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 10	34	Figura 25	70
Ejemplo priorización objetivos por grupos.		Matriz para estimación de Riesgo Ecológico.	
Figura 11	36	Figura 26	72
Ejemplos de instrumentos en el paisaje normativo.		Diagrama metodológico Etapa 4.	
Figura 12	37	Figura 27	75
Ejemplos de instrumentos normativos sectoriales, planificación y ordenamiento territorial.		Diagrama de triángulos opuestos que explica la lógica de los Objetivos Ambientales Zonificados.	
Figura 13	38	Figura 28	77
Diagrama metodológico Etapa 2.		Matriz de doble entrada utilizada para el cálculo de los Objetivos Ambientales Zonificados.	
Figura 14	41	Figura 29	79
Base de información territorial social.		Productos cartográficos de los Objetivos Ambientales Zonificados.	
Figura 15	42	Figura 30	83
Base de información biofísica del territorio.		Cartografía participativa para los Objetivos Ambientales Zonificados con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
		Figura 31	85
		Localización de las áreas de restauración propuesta por los expertos locales. Planificación ecológica de la región del Biobío.	

Figura 32	89
Clasificación de costo según valor de IPEN	
Figura 33	91
Relación entre el nivel de actividades humanas y los Objetivos Ambientales Zonificados.	
Figura 34	92
Simbología según nivel de pertinencia a cada OAZ y nivel de aporte a cada dimensión de evaluación.	
Figura 35	94
Medidas Ambientales. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 36	97
Categorías iniciales para el análisis de la integración de la planificación ecológica.	
Figura 37	101
Ejemplo de Ficha. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 38	107
Matriz de interés-influencia para clasificar actores clave.	
Figura 39	107
Matriz de interés-influencia de los actores del Plan Verde Coronel.	
Figura 40	109
Análisis del paisaje normativo con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 41	110
Cuestionario para identificar instrumentos. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 42	111
Ejemplos de instrumentos recopilados para el análisis del paisaje normativo. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 43	112
Diagrama de procesos para realizar el ajuste espacial.	
Figura 44	114
Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.	
Figura 45	118
Tipologías de uso de suelo a escala local y regional.	
Figura 46	124
Detalle de 19 variables bioclimáticas utilizadas en la modelación de Riqueza.	

Figura 47	125
Ejemplo de indicadores para evaluar Relevancia Ecológica por biodiversidad.	
Figura 48	126
Ejemplo de mapa artesanal. Cartografía participativa junto a habitantes de Isla Puluqui.	
Figura 49	127
Ejemplo de mapa modelo tridimensional. Maqueta con simbología para negociación de límites de la cordillera en Filipinas.	
Figura 50	129
Criterios de apoyo para la identificación de Relevancia Ecológica por biodiversidad. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Figura 51	135
Métodos alternativos para estimar seis servicios ecosistémicos.	
Figura 52	140
Tipologías homologadas de usos de suelo para la carta de uso planeado. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	

Índice de mapas

Mapa 01	13	Mapa 13	137
Planificaciones ecológicas en Chile		Infraestructura Ecológica con base en juicio experto	
Mapa 02	21	Planificación ecológica de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.	
Escalas de trabajo planificación ecológica regional y local		Mapa 14	141
Mapa 03	47	Usos planeados	
Usos y coberturas de suelo actuales		Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.	
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 04	51		
Relevancia Ecológica por tipo de cobertura para dos dimensiones de evaluación			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 05	57		
Ejemplo de Remanencia de ecosistemas			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 06	66		
Relevancia Ecológica por regulación de agua			
Mapa 07	69		
IPEN para biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 08	71		
Riesgo Ecológico para biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 09	80		
Objetivos Ambientales Zonificados para el almacenamiento de carbono			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 10	81		
Objetivo Ambiental Zonificado Preservación de Primera Prioridad			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 11	87		
Infraestructura Ecológica			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			
Mapa 12	131		
Mapa de Kernel y su clasificación en cinco niveles			
Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.			



PRESENTACIÓN

La planificación ecológica es un instrumento de gestión ambiental, de carácter indicativo, que expresa espacialmente las políticas, estrategias y programas del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante MMA) relativos a preservar, recuperar y usar de manera sustentable la biodiversidad a nivel de ecosistemas, comunidades de especies y sus genes, así como también los beneficios derivados. La planificación ecológica puede realizarse a diferentes escalas, las que deben ser coherentes entre sí, tal que la planificación ecológica a escala local define en mayor detalle los contenidos de la planificación ecológica regional. Es decir, la planificación ecológica a escala local mejora la resolución espacial y temática en estricta coherencia con las definiciones regionales. Esto se asegura con el acompañamiento y aprobación final de la planificación ecológica por parte del MMA.

La planificación ecológica, en su formulación actual, surge del artículo 70, letra i, de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que otorga la facultad al MMA de “proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad” (Ley 19.300, 1994, sección Naturaleza y Funciones). Está incluida como instrumento de gestión para la protección de la biodiversidad, en el proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), que recientemente fue aprobado por el Senado y se encuentra en discusión en la Cámara de Diputados.

Este instrumento constituye un insumo de la autoridad ambiental al ordenamiento territorial, que debe ser considerado en la elaboración de instrumentos de planificación territorial y gestión ambiental. Los contenidos y sugerencias de la planificación ecológica respecto al uso del territorio pueden ser incorporados en instrumentos normativos como planes reguladores y ordenanzas municipales, así como servir de insumo para los planes regionales de ordenamiento territorial, y la dictación de instrumentos de gestión como los planes de prevención y descontaminación, las normas de calidad y la Evaluación Ambiental Estratégica, entre otros.

A fines de la década de 1990 se inició la elaboración del “Proyecto Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable para la región Metropolitana de Santiago” (OTAS) donde se definió la planificación ecológica como un instrumento orientado a proteger, reparar y desarrollar las funciones ecológicas del territorio, tomando como referencia el instrumento alemán “Planificación del Paisaje” (*Landschaft Planung*, GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002).

Más tarde, entre los años 2016 y 2020 el MMA ha impulsado la elaboración de seis planificaciones ecológicas en las regiones BioBío, Maule, Metropolitana de Santiago, Araucanía, Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins, y un ejercicio de planificación ecológica a escala local en el área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña, que incorpora parte de la región Metropolitana y parte de la región de Valparaíso.

Por la complejidad de estos procesos y la diversidad conceptual de criterios y productos, el MMA ha desarrollado esta guía metodológica para facilitar y contribuir a estandarizar los procesos de planificación ecológica en todo el país, a escala regional y escala local.

La guía metodológica que aquí se presenta está estructurada en dos partes. La primera parte desarrolla aspectos centrales del marco teórico-metodológico de la planificación ecológica y la segunda explica herramientas y métodos a emplear en los pasos metodológicos, ejemplificando con indicadores, modelamientos, instrumentos y resultados. Además, la guía metodológica orienta sobre cuáles son los productos que se esperan obtener en cada una de las etapas.

Esta guía metodológica ha sido diseñada con un orden específico para su lectura completa. Sin embargo, su estructura permite que cada capítulo pueda ser comprendido por sí mismo para facilitar su aplicabilidad.

Objetivos de la guía

La guía metodológica es una herramienta desarrollada con el objetivo de orientar y contribuir a homogeneizar el desarrollo de ejercicios de planificación ecológica a lo largo del país. Esta guía metodológica entrega elementos conceptuales que facilitan la comprensión del proceso, y una descripción detallada de la metodología, los procedimientos y las herramientas necesarias para llevar adelante un ejercicio de planificación ecológica a escala local y/o regional. Se espera que la aplicación de esta guía metodológica mejore los procesos de planificación ecológica pues contribuye a uniformar criterios y establecer un estándar en los procedimientos y productos del proceso.

Pese a lo anterior, es importante reconocer que existe la necesidad de adecuarse a los recursos y capacidades institucionales para el desarrollo del proceso, así como a los diferentes contextos territoriales. De esta forma, este documento expone una serie de alternativas metodológicas sobre el levantamiento de datos, la identificación de actores relevantes, la definición de objetivos, la evaluación ecológica de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y las propuestas al territorio.

Usuarios de la guía

La guía metodológica tiene un carácter técnico y, si bien el lenguaje y forma de la presentación de los contenidos es sencilla y accesible a la mayoría de las personas interesadas, es un documento diseñado para ser utilizado principalmente por profesionales, funcionarios y funcionarias afines a la materia. Entre ellos, se cuentan a aquellos del Ministerio del Medio Ambiente responsables de promover, desarrollar o supervisar la formulación de planificaciones ecológicas. Asimismo, está dirigida a equipos ejecutores y supervisores encargados de la elaboración de la planificación ecológica, tales como consultores o equipos municipales.

Alcances de la guía

La guía metodológica ha sido diseñada para ser aplicada en cualquier iniciativa de planificación ecológica, por lo que incluye algunas alternativas metodológicas que le permiten adaptarse a diferentes contextos territoriales y escalas, sin alterar el estándar de los resultados que la guía propone. Por su carácter orientador, la guía metodológica debe ser objeto de revisión y actualización periódica por parte del MMA.

Con la aplicación de la guía metodológica se espera desarrollar procesos estandarizados para:

- La definición del área a planificar y la escala de trabajo
- La participación de actores clave en el proceso
- El establecimiento de objetivos de planificación
- La identificación de los sitios relevantes para la biodiversidad y servicios ecosistémicos
- La estimación de la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos de los usos actuales del territorio
- La definición de los Objetivos Ambientales Zonificados de Preservación, Restauración y Uso Sustentable
- La identificación de la Infraestructura Ecológica
- La determinación de las Medidas Ambientales a los usos del territorio



Capacidades para realizar la planificación ecológica

Antes de iniciar un proceso de planificación ecológica se deben tener en cuenta una serie de recursos y capacidades necesarias, para garantizar que las condiciones para impulsar la planificación ecológica sean adecuadas. En caso de identificar lo contrario, se sugiere subsanar las deficiencias antes de iniciar el proceso para aumentar las posibilidades de éxito. En ocasiones a esta etapa se le denomina etapa de preparación. Las capacidades requeridas son:

Conformación de un equipo de trabajo:

Los resultados positivos en los procesos de planificación ecológica no dependen solo de la metodología empleada para llevarlas a cabo, sino también de las capacidades y el funcionamiento del equipo de trabajo. Es deseable que la planificación ecológica sea desarrollada por un equipo interdisciplinario que aporte una diversidad de miradas y conocimientos al proceso. Es importante que, si el equipo de trabajo es externo al MMA, trabaje estrechamente con las y los profesionales de la institución para orientar y supervisar que los contenidos de la planificación ecológica sean apropiados a las políticas, estrategias, planes y programas del MMA.

Se sugiere que el equipo de trabajo tenga experiencia en los siguientes ámbitos:

Coordinación:

Garantizar un adecuado funcionamiento del equipo y el cumplimiento de los plazos y metas de trabajo es importante para el éxito del proceso. El equipo debe estar integrado por un o una profesional senior con experiencia y aptitudes para coordinación y liderazgo.

Uso de Sistemas de Información Geográfica:

El manejo de recursos SIG es clave para la realización de los procedimientos y análisis espaciales que son la base de la planificación ecológica. Idealmente en el equipo deben haber dos profesionales con conocimientos técnicos avanzados en el uso de Sistemas de Información Geográfica.

Ecología o biología:

Se requiere un o una profesional con conocimientos en el funcionamiento de los ecosistemas y atributos de la biodiversidad, y que participe activamente en el desarrollo de la fase de Evaluación Ecológica del territorio.

Planificación territorial:

Es fundamental que el equipo cuente con un o una profesional con conocimientos en análisis, gestión y planificación del territorio, que oriente el proceso hacia la formulación de propuestas.

Procesos participativos:

Es deseable que en la conformación del equipo, se considere la inclusión de al menos un o una profesional con experiencia en trabajo con personas o grupos de personas y metodologías de participación. Este profesional debe ser responsable del seguimiento de los acuerdos, actas de las reuniones, minutas y otras actividades vinculadas a la relación con las personas o grupos que participen del proceso.

Equipamiento:

Para la aplicación de la guía metodológica y llevar adelante un ejercicio de planificación ecológica, se debe contar con al menos:

Computadores de escritorio

Que cuenten con las características técnicas que se requieren para el procesamiento de grandes cantidades de datos y los programas computacionales adecuados para tal efecto. Dependiendo del área de estudio se recomienda contar con un cluster de computadores o una super computadora.

Acceso a impresoras o plotters de gran formato.

Acceso estable a internet.

Paquetería básica de Office o programas similares.

Programa de Sistemas de Información Geográfica, como ArcGIS o QGIS.

Programas de análisis estadísticos, como R.

A B C D

PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA

El deterioro y pérdida de los ecosistemas producto de los impactos de las actividades humanas impulsaron el desarrollo de enfoques que integran conceptos ecológicos en la planificación del territorio. En la Figura 01 se observan las etapas metodológicas de diferentes planificaciones o instrumentos de planificación del territorio que se han desarrollado bajo estos enfoques.

En países como Estados Unidos, se utiliza el concepto planificación ecológica. Esta se define como un proceso que utiliza información científica y técnica para la toma de decisiones (Steiner y Brooks 1981; Steiner, Young y Zube, 1988; Ndubisi, 2014), a fin de determinar los usos más aptos para prevenir y minimizar los impactos negativos en los ecosistemas y así proteger el medio ambiente (McHarg, 1969; Forman, 1995; Ndubisi, 2002; Korkut et al, 2020). Steiner y Brooks (1981) identificaron seis etapas principales para la planificación ecológica:

- 1 - Establecimiento de objetivos
- 2 - Inventario
- 3 - Diagnóstico y análisis
- 4 - Formulación y selección de alternativas
- 5 - Implementación
- 6 - Monitoreo

Por otro lado, en países europeos como Alemania, Suiza, los Países Bajos y Francia, es más frecuente el concepto de planificación del paisaje (Leitao y Ahern, 2002). Esta tiene el objetivo de dar un uso más sostenible al territorio, siendo clave que actores de diversa naturaleza negocien los diferentes usos del territorio (Wende et al., 2020).

En el caso alemán, los planes contienen información acerca del estado actual y deseado de la naturaleza y el paisaje, los objetivos concretos de conservación, la evaluación del estado de la naturaleza y el paisaje, los requisitos y medidas para implementar los objetivos. Estos se elaboran a partir de siete pasos (Müssner y Plachter, 2002):

- 1 - Definición de alcance y elaboración de directrices
- 2 - Análisis y muestreo de datos
- 3 - Evaluación de la conservación de la naturaleza
- 4 - Evaluación de conflictos y sinergias
- 5 - Desarrollo de modelos rectores
- 6 - Definición de visiones para paisajes y objetivos de calidad ambiental
- 7 - Establecimiento de medidas de implementación

En el caso de América Latina, a principios de la década de 1990 la FAO introdujo los conceptos zonificación agro-ecológica y zonificación ecológica-económica. La zonificación agro-ecológica define los usos más aptos para diferentes tipos de cultivos, lo que se determina agrupando áreas similares en términos de sus características físicas y climáticas. Esta definición se realiza mediante la integración de diferentes capas de información geoespacial. Por otro lado, la zonificación ecológica-económica es reconocida por la FAO como un avance de la zonificación agro-ecológica debido a que incorporan criterios sociales en el análisis. En el caso de Perú y Brasil, la zonificación ecológica-económica incorpora el diálogo con diferentes actores involucrados en el uso de la tierra, sosteniendo que esto permite tomar mejores decisiones en el proceso. El año 2016, el Consejo Nacional del Medio Ambiente de Perú, elaboró la guía metodológica de zonificación ecológica económica para los gobiernos locales, donde se establecen 7 pasos. Entre estos, destacan la etapa inicial, dedicada a la identificación de las problemáticas que se buscan resolver con la zonificación ecológica económica y el establecimiento de alianzas estratégicas para llevar a cabo el proceso; y la etapa final de monitoreo y evaluación, que permite la actualización del instrumento frente a situaciones que lo requieran, como cambios en el uso de suelo por efectos naturales o antrópicos, identificación de nuevos recursos naturales, entre otros (CONAM, 2006).

En el caso de Brasil, la zonificación ecológica-económica tiene cuatro etapas metodológicas: planificación, diagnóstico, pronóstico e implementación. Al igual que en Perú, en la primera etapa se definen objetivos y lineamientos estratégicos y se establecen las articulaciones con otras instituciones públicas. Además, se movilizan recursos técnicos y financieros. En el diagnóstico, se recolecta la información para el proceso que se utilizará en la etapa de pronóstico para construir los escenarios y las propuestas de acción. Finalmente, en la etapa de implementación se elabora la estrategia de seguimiento y de evaluación del instrumento (Ministério do Meio Ambiente, 2006).

En México se desarrolla el ordenamiento territorial ecológico para identificar patrones de uso que minimicen el conflicto entre las diferentes actividades del territorio. De acuerdo con el manual de ordenamiento territorial ecológico, en términos metodológicos ha habido avances en el involucramiento de actores, para propiciar el consenso entre la preservación del ambiente y el desarrollo económico y social. En la actualidad, los programas de ordenamiento territorial ecológico incluyen los intereses y conflictos entre diferentes actores de la sociedad, como un insumo indispensable para definir qué hacer y dónde en el territorio (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006).

En Colombia se utiliza el concepto de Estructura Ecológica Principal (EEP), impulsado por Germán Andrade y el holandés Thomas van der Hammen usando la idea de red ecológica, que hace énfasis en la conectividad. La EEP es la estructura que da sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, y según el Decreto 3600 que reglamenta disposiciones relativas al ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo, su finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables (Decreto 3600 de 2007, sección Artículo 1).

En la Figura 01 se observa que en la mayoría de las propuestas de planificación revisadas se ha establecido una etapa inicial en la cual se definen las orientaciones generales del proceso (objetivos, actores involucrados), y una o dos etapas finales de implementación y monitoreo del instrumento, con el objetivo de evaluar el impacto de su aplicación y reorientar las medidas establecidas.

Autores	Planificación Ecológica Steiner y Brooks (1981)	Planificación del Paisaje Müssner y Plachter (2002)	Zonificación Ecológica Económica Ministerio do Meio Ambiente Brasil (2006)	Zonificación Ecológica Económica Consejo Nacional del Medio Ambiente Perú (2006)
Etapas	Establecimiento de objetivos	Alcance y elaboración de directrices importantes	Planificación	Etapa inicial
	Inventario y análisis de datos	Análisis y muestreo de datos		Etapa de formulación
	Análisis de idoneidad	Análisis y procesamiento de datos	Diagnóstico	
		Evaluación de la conservación de la naturaleza		
		Evaluación de conflictos y sinergias		
	Desarrollo de alternativas	Desarrollo de modelos rectores y visiones para paisajes y objetivos de calidad ambiental	Pronóstico	Etapa de aprobación
	Implementación y administración	Medidas de implementación	Implementación	Etapa de aplicación
	Evaluación			Etapa de monitoreo, evaluación y actualización

Figura 01. Etapas metodológicas de diferentes planificaciones o instrumentos de planificación territorial con base ecológica.

A B C D

PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA EN CHILE

La planificación ecológica, como se concibe actualmente, se introdujo en Chile en el marco del proyecto “Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la región Metropolitana de Santiago” (OTAS). El proyecto contó con la estrecha colaboración de la agencia alemana GTZ, razón por la cual la planificación ecológica impulsada tuvo una fuerte influencia del instrumento alemán, Planificación del Paisaje.

El proyecto OTAS identificó áreas con diferentes niveles de riesgo ecológico para los componentes ambientales aire, suelo, vegetación, fauna y paisaje; además de áreas de riesgos naturales, áreas de protección, áreas a reparar y requerimientos ambientales a los usos del territorio. Todos estos resultados fueron espacialmente explícitos y consecuentemente cartografiados.

La planificación ecológica se desarrolló en cuatro etapas principales:

- 1 - Inventario
- 2 - Evaluación Ambiental del territorio
- 3 - Definición del Concepto Rector
- 4 - Requerimientos Ambientales al uso del territorio.

En la etapa de Inventario se recopiló y sistematizó la información necesaria para la Evaluación Ambiental sobre los componentes: aire/clima, aguas superficiales y subterráneas, suelos, vegetación y fauna y paisaje escénico. En la etapa de Evaluación Ambiental se analizaron los diferentes componentes ambientales de acuerdo con su Relevancia, Sensibilidad y Riesgo Ecológico. En la etapa de definición del Concepto Rector se definieron los Objetivos Ambientales Zonificados Protección, Reparación y Desarrollo, que corresponden a los lineamientos técnicos en torno al estado anhelado de la naturaleza. Finalmente, en la última etapa se elaboraron las propuestas de medidas a los diferentes usos del territorio (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002).

A partir de esta experiencia se elaboró la guía de planificación ecológica del territorio (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002), que asume como base la metodología del análisis de Riesgo Ecológico, una metodología de evaluación ambiental de carácter cualitativo. El Riesgo Ecológico es la integración de la Sensibilidad de los componentes ambientales y la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos de los usos de suelo, y se obtiene para cada componente. La integración se realiza a través de una matriz que representa los diferentes niveles de Sensibilidad y de la Intensidad Potencial de Efectos Negativos (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). La Sensibilidad a su vez, es la integración de la Importancia Ecológica de los componentes ambientales y de la Vulnerabilidad o Susceptibilidad frente a los efectos ambientales de usos, actividades u otro tipo de actividad humana (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). Finalmente, con los resultados del Riesgo Ecológico se definen los Objetivos Ambientales Zonificados y las Medidas y Requerimientos Ambientales a los usos del territorio.

A partir del año 2016, el MMA comenzó a desarrollar diferentes ejercicios de planificación. Desde esa fecha a la actualidad, se han desarrollado cinco ejercicios de planificación en las regiones Maule, Metropolitana de Santiago, Araucanía, Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins, y un ejercicio de planificación ecológica a escala local en el área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (ver Mapa 01). Estos ejercicios de planificación ecológica se desarrollaron utilizando como base la propuesta metodológica diseñada en el marco del proyecto OTAS, pero incorporando algunas innovaciones a la metodología original.

La primera innovación a la propuesta metodológica del proyecto OTAS, fue la realización de la Evaluación Ecológica utilizando un enfoque de ecosistemas y no de componentes ambientales. En los ejercicios a partir del 2016 la Evaluación Ecológica se realizó para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La segunda innovación corresponde a que varios de estos ejercicios incorporaron una fase de involucramiento de actores relevantes en el proceso, que si bien fue incluido en el proyecto OTAS, no quedó tan explícitamente en la guía metodológica de planificación ecológica. El involucramiento de actores se realizó para validar, complementar o levantar información importante sobre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, los usos de suelo y las propuestas elaboradas. Además, algunos de estos ejercicios incorporaron una definición inicial de objetivos y metas que permitieron orientar el proceso (ej. la planificación ecológica a escala local del área del proyecto

GEF Corredores Biológicos de Montaña). Una tercera innovación, fue la incorporación de la Infraestructura Ecológica, con el objetivo de identificar una red sistemática e integrada de espacios naturales y seminaturales que asegure la mantención de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

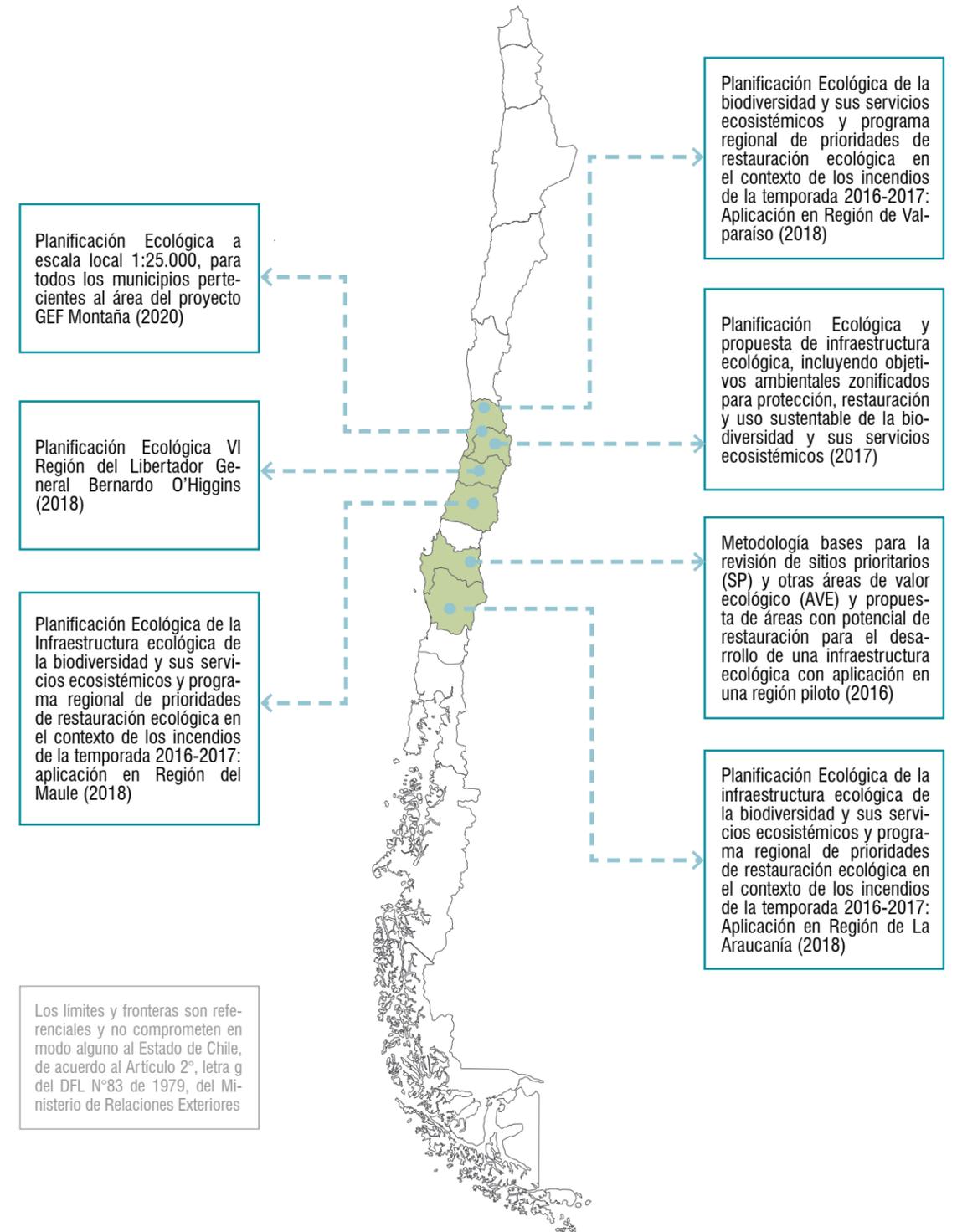
Además, en la elaboración de estos seis ejercicios emergieron diversas interpretaciones de cómo aplicar la metodología del proyecto OTAS. En ese sentido, una de las principales dificultades fue diferenciar conceptualmente la Sensibilidad y la Vulnerabilidad. Esta última, también se superpone metodológicamente con el análisis de la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos. Por esta razón, en la propuesta de esta guía metodológica se ha simplificado el proceso como se explica en el apartado marco teórico-metodológico.

Por último, los tres Objetivos Ambientales Zonificados utilizados en el proyecto OTAS han sido parcialmente modificados en sus definiciones por los seis ejercicios de planificación ecológicas posteriores. En lugar de Protección, Reparación y Desarrollo la presente guía establece como Objetivos Ambientales Zonificados la Preservación, la Restauración y el Uso Sustentable.

El término Preservación es coherente con el artículo 1° del Proyecto de Ley del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y con la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que lo definen como “el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país”. Por otro lado, la citada Ley 19.300 define Protección como “el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro”, definición amplia que puede incluir la conservación, pero también considerar acciones de mejora y control del deterioro, que se traslapan con los OAZ Recuperación y OAZ Uso Sustentable.

Respecto al término Reparación, si bien se encuentra definido en la Ley 19.300, es escasamente utilizado en políticas, programas u otros instrumentos del Ministerio del Medio Ambiente. Desde el año 2017 el MMA ha impulsado fuertemente la restauración ecológica, creando el Comité Nacional de Restauración Ecológica y posteriormente elaborando el Documento Marco de la Restauración Ecológica, que define la restauración como “el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido”. A fin de alinear los conceptos de la planificación ecológica con los conceptos programáticos del MMA, la presente guía ha optado por el término Restauración. Sin embargo, es importante destacar que la literatura internacional tiende a entender la Restauración como un proceso que requiere establecer (1) el estado del ecosistema antes de la perturbación, (2) identificar las causas de esa perturbación, (3) reconocer el funcionamiento del ecosistema, entre otras cosas, las cuales son muchas veces difíciles de definir en la práctica.

Por último, el concepto Uso Sustentable sustituyó el término Desarrollo, para hacerlo más coherente con la normativa vigente, y para evitar confusiones conceptuales que lo asocien con el desarrollo de actividades productivas, tales como el desarrollo inmobiliario y desarrollo industrial, entre otros.



Mapa 01. Planificaciones ecológicas en Chile

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

A B C D

MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

La metodología para la planificación ecológica tiene cinco etapas principales de trabajo. Estas se basan en la propuesta metodológica desarrollada por el proyecto OTAS (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002), que ha sido actualizada a la luz de los progresos conceptuales y prácticos de los últimos procesos de planificación ecológica desarrollada en Chile. El diagrama de la metodología se presenta en la Figura 02.

Etapa 1

Definición de objetivos y alcances de planificación

Esta etapa consiste en definir el área espacial de planificación, la escala, los objetivos de la planificación ecológica y el análisis del paisaje normativo. Además, se identifican los actores clave del proceso y las diferentes instancias de trabajo para su participación.

Etapa 2

Inventario Territorial

En esta etapa se levanta, recopila y sistematiza la información necesaria para la elaboración de la base de datos cartográfica requerida para el desarrollo de la etapa de Evaluación Ecológica. El Inventario está estrechamente ligado a las definiciones de la etapa anterior.

Etapa 3

Evaluación Ecológica

En esta etapa se evalúa el área de planificación respecto a la Relevancia Ecológica y a la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN) de los usos de suelo actuales. Con los resultados finales se calcula el Riesgo Ecológico. La Evaluación Ecológica sienta las bases para la elaboración de las Propuestas de la planificación ecológica.

Etapa 4

Propuestas

En esta etapa, a partir de los resultados de la Evaluación Ecológica, se definen los Objetivos Ambientales Zonificados, las Medidas Ambientales a los usos del territorio, la Infraestructura Ecológica y el análisis de la integración de la planificación ecológica en los instrumentos que norman u orientan las actividades del territorio.

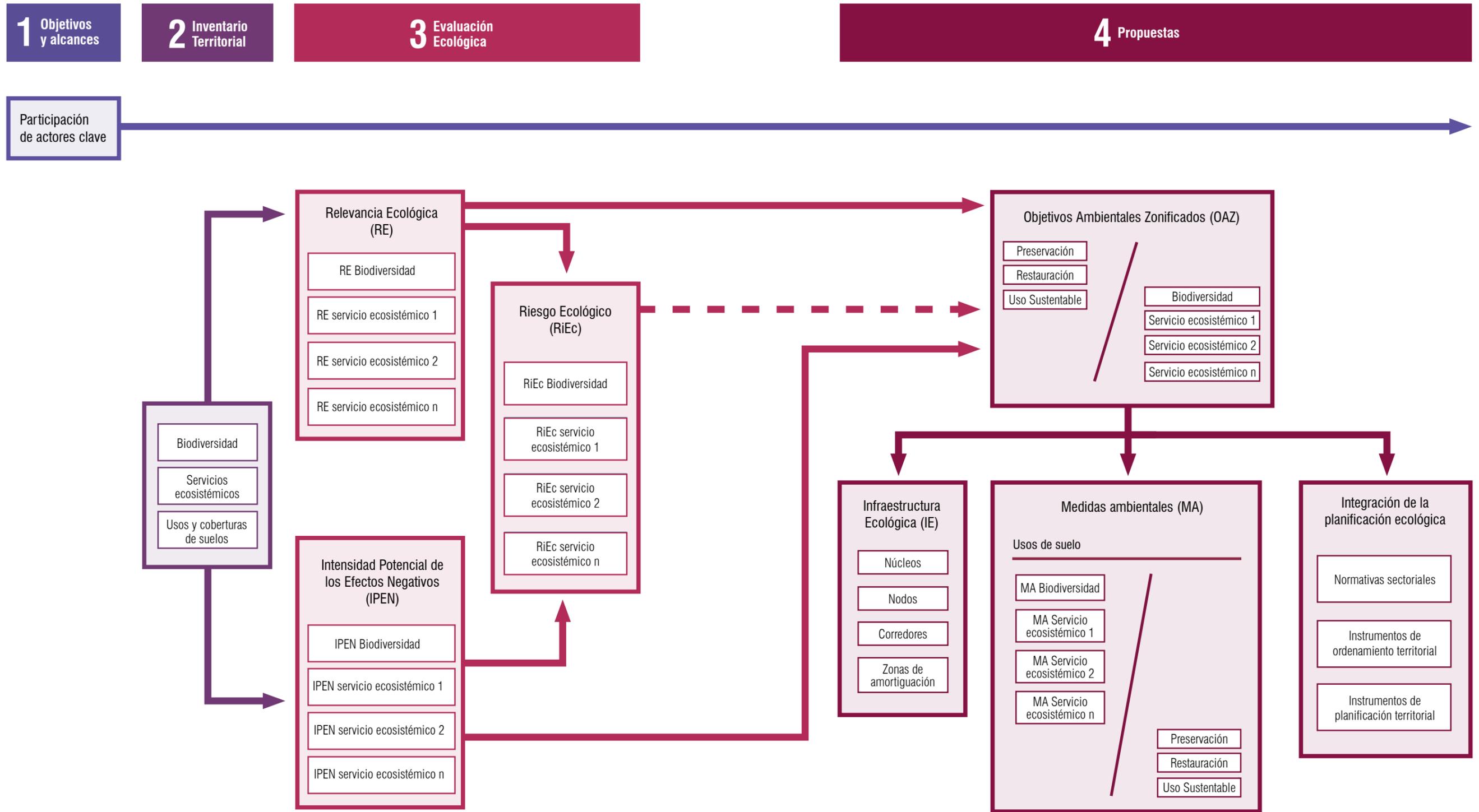


Figura 02. Diagrama del marco teórico-metodológico.



DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCES



En la Etapa 1 se definen los objetivos y los alcances de la planificación ecológica. Esto incluye la definición del área a planificar y de la escala de trabajo, la identificación de los actores clave, el establecimiento de los objetivos que orientarán el proceso y el análisis del paisaje normativo (ver Figura 03).

Es importante la participación de actores clave a lo largo de todo el proceso, propiciando instancias de diálogo que aporten a levantar y validar la información, y al diseño de las propuestas de planificación para el territorio. En cualquier caso y dependiendo de los recursos y tiempos disponibles para el proceso de planificación, es deseable incluir a las instituciones públicas, de la sociedad civil y del sector privado. Por otro lado, y debido a la naturaleza de este instrumento, los actores del MMA e instituciones ambientales locales se consideran relevantes para definir los objetivos de la planificación ecológica que orienten el proceso y, con ello, asegurar que estos reflejen los lineamientos y políticas del MMA en materia de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Figura 03. Diagrama metodológico Etapa 1

1.1

Área de planificación

Definir el área o zona donde se realizará la planificación ecológica es una de las primeras decisiones que se toman en el proceso de planificación. Es una decisión predominantemente política y que puede ser complementada con otros criterios de carácter técnico o ecológico.

La guía de planificación ecológica del proyecto OTAS recomienda utilizar los criterios político-administrativos pues, de esa manera, es más fácil su incorporación en otros instrumentos de planificación territorial vigentes y ayuda a aclarar las competencias normativas para su elaboración e implementación (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). En cualquier caso, se espera que las planificaciones ecológicas en Chile sigan adscribiéndose a los límites político-administrativos regionales y comunales, sin perjuicio que dependiendo de las voluntades políticas, arreglos administrativos y recursos disponibles se puedan realizar planificaciones para otras porciones relevantes del territorio.

De manera paralela a la definición del área de planificación, se debe establecer la escala a la cual se llevará a cabo la planificación ecológica. Esta determina el nivel de detalle requerido para los análisis de la Evaluación Ecológica y define el grado de especificidad de la etapa de Propuestas. La escala dependerá de la extensión espacial del área que se desea planificar, el nivel de detalle que se desea obtener en los resultados y la escala o resolución de la información disponible (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006). Considerando todo lo anterior, se sugiere que la planificación ecológica regional sea desarrollada a escala 1:100.000 y la planificación ecológica a escala local a 1:25.000 (ver Mapa 02).

En casos especiales, donde el área considerada sea excepcionalmente extensa o no exista información se puede considerar una escala diferente, lo cual debe ser consensuado con las y los profesionales del MMA que orientan y supervisan la formulación del ejercicio de planificación ecológica.



Escala regional
1:100.000



Escala local
1:25.000

Mapa 02. Escalas de trabajo planificación ecológica regional y local

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.
Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

1.2

Alianza con actores clave

Los procesos de planificación utilizan cada vez más enfoques participativos para diseñar políticas y levantar información de diferentes actores (Khoroshev, 2020). Según Reed (2008) la incorporación de enfoques participativos se debe a la complejidad y dinamismo de los problemas socio-ambientales que requieren de una toma de acciones flexible y transparente. Además, Tress y Tress (2003) plantean que el conocimiento de los actores es fundamental en contextos donde los datos disponibles no dan cuenta de la totalidad de los beneficios que proveen los ecosistemas a los actores del territorio.

El MMA (2015a, p.63) define a un actor clave “como aquel individuo, organización, agrupación o institución que tiene interés en la decisión y/o la capacidad para influir en los resultados de una decisión”. De acuerdo con esa definición, las alianzas estratégicas pueden establecerse con actores de diversa naturaleza, como por ejemplo servicios públicos municipales, regionales o nacionales, propietarios y propietarias de predios, grupos de conservación, entre otros (Firefock, 2015).

Se deben establecer alianzas que permitan la participación de actores clave en el proceso de planificación, y con ello mejorar la calidad de las decisiones, pues, al incluirlos, se considera una mayor cantidad de información y perspectivas; permite la integración del conocimiento local y científico, que proporciona una mejor comprensión de los sistemas y procesos socioecológicos; y contribuye a evaluar la idoneidad de las posibles soluciones a los problemas socio-ambientales (Reed, 2008).

Por otro lado, el carácter indicativo de la planificación ecológica refuerza la necesidad de la participación de actores clave, a fin de que estos se empoderen en la toma de decisiones y compartan los resultados del proceso, lo cual es fundamental para la implementación de este instrumento y aumentar la probabilidad de que sus orientaciones lleguen a plasmarse en el territorio.

Adaptando la metodología de Reed et al. (2009), el análisis de actores para establecer las alianzas debe incluir tres fases:

- 1 - Identificar los actores clave
- 2 - Clasificarlos
- 3 - Definir los roles e instancias de trabajo.

La identificación y clasificación son pasos fundamentales porque sientan las bases sobre las cuales se decidirá con quiénes se establecerán las alianzas estratégicas para la elaboración de la planificación ecológica. Es importante que una vez establecidos los roles y las instancias de trabajo, se promueva el diálogo abierto y transparente entre todos los actores involucrados en el proceso.

Identificación

1.2.1

El primer paso para el desarrollo de las alianzas estratégicas es la identificación de los actores clave, lo cual permite definir quiénes serán invitados a ser parte del proceso y los argumentos que sustentan dicha decisión (**ver Recurso 01. Métodos para identificar actores clave**). La identificación de los actores clave dependerá del área a planificar (si es región, provincia o comuna, y de la escala de trabajo local o regional), de los problemas a resolver y de los tipos de actividades que se deseen fomentar (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006). Al momento de identificar los actores clave, es importante que el resultado sea representativo de la diversidad de actores en el territorio. La identificación de los actores debe ser inclusiva y propiciar la participación de jóvenes, mujeres, comunidades indígenas y comunidades locales (Springer, 2016). Además, debe tenerse en cuenta la inclusión de actores de diversas escalas que pudieran incidir en el proceso.

Para orientar la identificación de los actores se utilizan las siguientes preguntas orientadoras¹:

¿Quiénes poseen información o experiencia relativa al estado y conservación de la biodiversidad?

¿Quiénes han estado interesados / interesadas en el desarrollo de actividades que favorecen o perjudican a los ecosistemas?

¿Quiénes han desarrollado, están desarrollando o desarrollarán instrumentos de planificación territorial, planes y programas que puedan servir de insumo a la planificación ecológica?

¿Quiénes han desarrollado, están desarrollando o desarrollarán instrumentos de planificación territorial, planes y programas que puedan incorporar los resultados de la planificación ecológica?

¿Quiénes pueden influir en la implementación de las propuestas de la planificación ecológica?

¿Quiénes podrían verse afectados por las propuestas de la planificación ecológica?

¿Quiénes podrían tener interés en la planificación ecológica?

¿Quiénes poseen información, experiencia o recursos para desarrollar e implementar la planificación ecológica?

¿Quiénes tienen derecho a estar involucrados o involucradas?

¿Quiénes, por sus competencias, tienen influencia en las actividades que se realizan en el territorio a planificar?

¹ Elaboración propia con base en Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014; MMA, 2015a.

1.2.2

Clasificación

El segundo paso corresponde a la clasificación de los actores identificados, lo que es útil para definir las instancias de trabajo y los roles en el proceso (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). El criterio de clasificación de actores es una decisión del equipo a cargo de la planificación ecológica, que deberá seleccionar aquella más pertinente a la realidad y el contexto del área a planificar. Sin embargo, al menos se deben clasificar por su interés e influencia en el proceso (**ver Recurso 02. Matriz de interés-influencia para clasificar a los actores clave**). En la Figura 04 se presentan alternativas de clasificación de actores según distintos criterios.

Por su naturaleza	En función de su escala territorial	Otros criterios
<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones públicas - Instituciones privadas - Organizaciones de la sociedad civil - Academia 	<ul style="list-style-type: none"> - Internacional - Nacional - Regional - Comunal - Local 	<ul style="list-style-type: none"> - Expectativas - Intereses de los actores - Nivel de influencia

Figura 04. Clasificación de actores clave.
Fuente: Elaboración propia con base en MMA, 2015a.

Definición de roles e instancias trabajo

1.2.3

Como la calidad de las decisiones que se adopten en el ejercicio de planificación depende también de la calidad del proceso definido para la participación de los actores clave (Reed et al., 2008), la participación debe ser institucionalizada y diseñada adecuadamente desde el inicio y durante todo el proceso, ser lo más temprana posible y con objetivos claros. Una vez que se inicia el proceso de participación de los actores clave, se debe mantener una comunicación fluida y permanente con ellos (MMA, 2015a).

El ejercicio de participación en la planificación ecológica requiere de la creación de un clima de confianza, fluidez en la comunicación y la incorporación efectiva de los aportes de los actores clave que participan en el proceso (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

Por esta razón, antes de iniciar el proceso de planificación se deben definir con claridad las instancias de participación, los actores clave invitados a cada instancia, los roles que cumplirán, la información que se producirá y su contribución al proceso. El tipo de instancia dependerá de los objetivos de la participación en el proceso. Para esto, la clasificación de actores será un aporte para identificar intereses u objetivos comunes de actores o grupos de actores. El nivel de participación de los actores clave en cada una de las instancias de trabajo es definido por el equipo a cargo de la planificación ecológica y también es una decisión mayoritariamente política.

A partir de los tipos y niveles de participación presentados en la Figura 05, se puede decidir si los actores clave estarán involucrados mediante:

- 1 - Consulta
- 2 - Presencia y representación
- 3 - Influencia de todos los actores

Estos tipos de participación son continuos, crecientes y permiten aumentar el empoderamiento de los actores (Fawaz y Vallejos, 2008).

Influencia

Nivel de participación	Características de la participación ciudadana en el contexto nacional
Control social	<ul style="list-style-type: none"> - Participantes toman posesión del programa. - Comunidad movilizada para identificar y buscar soluciones a sus propias necesidades. - Ciudadanos organizados para monitorear y evaluar los programas y proyectos.
Decisiones	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo con autoridades en el diseño, organización y administración de proyectos y programas. - Formación de equipos de trabajo y determinación de responsabilidades entre la comunidad y las instituciones locales. - Resolución de conflictos.

Es recomendable que estos tipos de participación sean implementados de acuerdo con los alcances y límites de cada planificación ecológica a realizar, por ejemplo, la escala de trabajo, la duración, el presupuesto y los objetivos de la planificación.

Finalmente, todas estas decisiones deben ser informadas a los actores clave para que su participación se realice con criterios de total transparencia. MMA (2015a) propone el siguiente cuadro para sistematizar cada una de estas decisiones:

Presencia y representación

Nivel de participación	Características de la participación ciudadana en el contexto nacional
Participación en proceso de toma de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> - Los acuerdos entre ciudadanos y autoridades locales adquieren compromisos y cumplimientos de ambas partes - Realización de talleres para discutir posiciones, roles y prioridades
Participación asociada a un beneficio	<ul style="list-style-type: none"> - Participación circunscrita a la formulación e implementación de proyectos y/o programas por un periodo determinado

Ejemplo de identificación y clasificación de actores en la planificación ecológica en la región de La Araucanía

En la planificación ecológica a escala regional de La Araucanía, realizado por Consultora Edáfica (2018), se identificaron múltiples actores que fueron clasificados según su naturaleza como organismos públicos, organizaciones sin fines de lucro, organizaciones con derecho privado sin fines de lucro y academia; y según su escala territorial, como provincial, regional y nacional (ver Figura 06).

Además, cada uno de los actores fue caracterizado por medio de criterios que funcionaron como base para diseñar las reuniones y talleres a lo largo de las etapas de la planificación ecológica. A modo de ejemplo, en la Figura 07 se presenta la caracterización de un actor.

Consulta

Nivel de participación	Características de la participación ciudadana en el contexto nacional
Opinión	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas, encuestas y reuniones de carácter consultivo (no vinculante).
Información	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo de información unidireccional. - No hay posibilidad de retroalimentación o negociación por parte de la comunidad local. - Información en seminarios y presentaciones.

Figura 05. Escalera de participación de actores clave. Fuente: Fawaz y Vallejos, 2008.

Escala	Actores
Nacional	Fundación Sendero de Chile Fauna Andina CODESSER Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático Corporación Nacional de Desarrollo Indígena Corporación Chilena de la Madera Servicio Nacional de Turismo Ministerio de Obras Públicas - UGAT Ministerio de Desarrollo Social Consejo de Monumentos Nacionales Servicio de Evaluación Ambiental Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
	Comisión para la Reactivación Económica de la Araucanía Andina Multigremial de la Araucanía Corparaucanía Consejo Regional de Turismo de la Araucanía Instituto de Desarrollo Agropecuario Servicio Agrícola y Ganadero Dirección General de Aguas Gobierno Regional de la Araucanía Corporación Nacional Forestal SEREMI de Bienes Nacionales SEREMI del Medio Ambiente SEREMI de Agricultura Consejo Regional de la Araucanía SEREMI de Vivienda y Urbanismo SEREMI de Salud SEREMI de Energía SEREMI de Educación
	Universidad Santo Tomás Universidad Católica de Temuco Pontificia Universidad Católica Campus Villarrica Universidad de la Frontera
	Asociación Municipales Araucanía Asociación de Municipalidades con alcalde Mapuche Instituto de Investigaciones Agropecuarias Carrillanca Gobernación Marítima y Capitanías de Puerto Carahue y Villarrica

Tipos de actores

Organizaciones sin fines de lucro
 Organizaciones con derecho privado sin fines de lucro
 Organismos públicos
 Academia

Figura 06. Identificación y clasificación de actores clave. Planificación ecológica de la región de La Araucanía. Fuente: Elaboración propia con base en Consultora Edáfica, 2018.

Criterios	Referencia	Actor
Actor	Nombre de la institución/organización	Gobierno Regional Araucanía
Descripción	Objetivos y temáticas de trabajos que realiza	Gobierno Regional Araucanía
Carácter	Opción de organismo público, organización sin fines de lucro, organización con derecho privado sin fines de lucro, academia, otros	Organismo público
Posición	Funciones o atribuciones generales	Servicio autónomo que tiene a su cargo la administración de la región
Argumento Explícito	Funciones o atribuciones dirigidas a la PE.	Se ejerce una autoridad descentralizada, administrativa y de confianza directa del presidente de la República
Influencia	Tipos de actores a quienes influye. Ejemplo: sector público, privado o académico	Órgano desconcentrado territorialmente que ejerce las órdenes e instrucciones del presidente de la República
Relación entre actores	Actores con quienes se relaciona	Intendente, CORE, servicios públicos, sociedad civil
Representantes	Nombre y cargo de representantes que participan en la PE.	Profesional Gobierno Regional

Figura 07. Caracterización de un actor clave. Planificación ecológica de la región de La Araucanía. Fuente: Elaboración propia con base en Consultora Edáfica, 2018.

Ejemplo de definición de roles e instancias de trabajo en la planificación ecológica del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña y de la región del Maule

La planificación ecológica del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña definió dos instancias para la participación de actores clave: un Comité Regional, y un Comité Provincial. Estas instancias aportaron de manera diferenciada al desarrollo de la planificación:

Comité Regional:

El rol de esta instancia fue principalmente de coordinación, estableciendo vínculos entre el quehacer de las diferentes instituciones convocadas y la planificación ecológica. En esta instancia participaron servicios públicos regionales (SEREMI de Medio Ambiente, Gobierno Regional, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal, DGA, entre otros y representantes de las gobernaciones).

Comité Provincial:

El rol de esta instancia fue revisar, complementar y validar los resultados de la planificación ecológica. Participaron representantes municipales (SECPLA, Medio Ambiente, Asesoría Urbana, PRODESAL), servicios públicos provinciales (CONAF y SAG), académicos y sociedad civil organizada competente. Se caracterizó como un espacio de trabajo para el levantamiento y puesta en valor del conocimiento técnico.

La planificación ecológica a escala regional del Maule (Universidad de Concepción, 2018), diseñó tres instancias de trabajo para la participación de los actores clave en el proceso. En este caso, los actores fueron clasificados según su naturaleza como actores de la administración pública, empresas privadas, instituciones científicas, organizaciones no gubernamentales y usuarios finales con alcance local.

Las instancias de trabajo establecidas fueron tres comités que se organizaron como se muestra en la Figura 08. El Comité Técnico (CT) fue constituido por representantes regionales y nacionales del Ministerio del Medio Ambiente y tuvo como objetivo discutir aspectos técnicos de la planificación ecológica, además de realizar talleres de capacitación para fortalecer los conocimientos y capacidades técnicas. Por otro lado, el Comité Técnico Extendido (CTE) fue conformado por representantes de la administración pública, además del Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de discutir y acordar aspectos técnicos de la planificación ecológica y de difusión para otros actores clave. En este CTE se realizaron talleres de capacitación y de validación de los resultados del proceso, los cuales contaron con la participación de, por ejemplo, Corporación Nacional Forestal, Gobierno Regional del Maule, Dirección General de Aguas, Instituto Forestal, Capitanía de Puerto de Constitución, Ministerio de Obras Públicas, entre otros.

Por último, el Comité Ampliado (CA) fue la instancia de trabajo local con la mayor cantidad de actores clave representantes de la administración pública, empresas privadas, institución científica, organizaciones no gubernamentales y usuarios finales. En estos CA se realizaron talleres participativos locales para levantar información y talleres de validación de los resultados de la planificación ecológica, los que contaron con la participación de, por ejemplo, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, empresas forestales (Masisa y Arauco), Agrupación Defensa y Conservación Maule-Mataquito (ADEMA), Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, Servicio de Evaluación Ambiental, Subsecretaría de Pesca, Consejo de Monumentos Nacionales, Universidad de Talca, Cámara de turismo de Vilches y juntas de vecinos de Achibueno, Los Queñes y otras comunas.

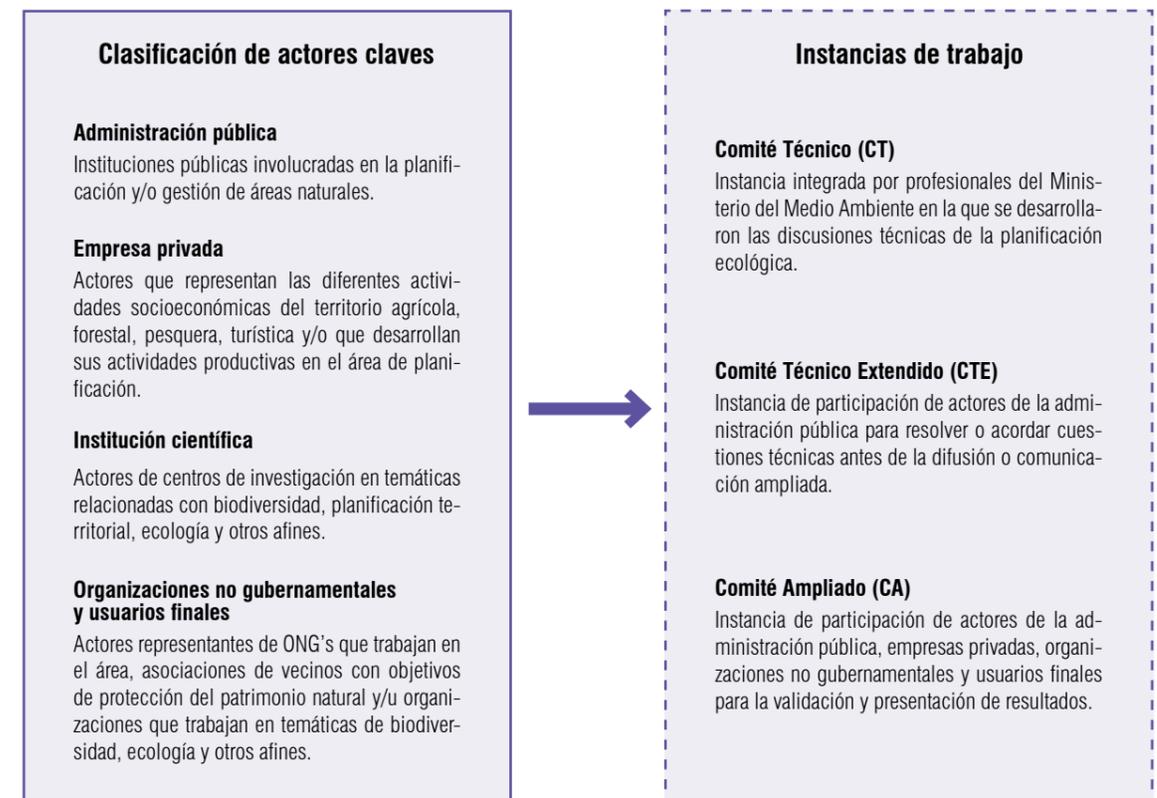


Figura 08. Definición de roles e instancias de trabajo de actores. Planificación ecológica de la región del Maule
Fuente: Universidad de Concepción, 2018.

1.3

Definición de objetivos y metas

La definición de objetivos y metas es un paso fundamental para cualquier planificación, pues permite orientar fuertemente el desarrollo de todo el proceso hacia un fin claramente establecido. Los objetivos y metas deben ser coherentes con las potencialidades y tensiones del territorio relativas a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. De acuerdo con la guía metodológica para elaborar programas municipales de ordenamiento territorial en México, “los objetivos son el primer acercamiento a las intenciones y acciones con las que se pretende administrar y gestionar el territorio e indican la orientación y carácter de las medidas que se establezcan” (Secretaría de Desarrollo Social, 2010, p.35). Por esto, es importante que los objetivos sean trazados de una manera consensuada con la mayor cantidad de actores posibles y se encuentren en coherencia con los planes, políticas y estrategias del MMA. Así mismo los objetivos deben contener de manera explícita una referencia a la biodiversidad, sus atributos y servicios ecosistémicos prioritarios según el contexto territorial específico, incluyendo sus potencialidades, tensiones y tendencias.

Las metas deben ser coherentes con los objetivos planteados y entregar un mayor detalle sobre lo que se busca alcanzar. Las metas deben establecer parámetros que permitan monitorear el avance de los objetivos planteados, y también del proceso de planificación (Secretaría de Desarrollo Social, 2010).

En términos metodológicos, la definición de objetivos y metas permite orientar los recursos disponibles y esfuerzos de las etapas de Inventario Territorial, Evaluación Ecológica y Propuestas. La definición de objetivos puede realizarse a través de diferentes metodologías (*ver Recurso 03. Alternativas metodológicas para la definición de objetivos*). No obstante, independiente del mecanismo seleccionado, se deben tener presentes algunas consideraciones mínimas:

Revisión de instrumentos de política pública:

La planificación ecológica debe reflejar las orientaciones plasmadas en los planes, políticas, estrategias del MMA y programas y resoluciones de convenios internacionales ratificados por Chile relativos a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En consecuencia, la definición de sus objetivos debe ser elaborada a partir de una revisión de estos instrumentos, con especial atención a los contenidos de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad. De manera complementaria se deben revisar otros instrumentos de política pública que establezcan orientaciones sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La revisión debe identificar orientaciones no solo de los instrumentos de planificación normativos, sino también de los instrumentos indicativos que “fijan lineamientos a seguir por la planificación territorial” (Precht et al., 2016, p.52), es decir, aquellos cuyas disposiciones no imponen obligaciones directas coercibles. Se debe poner atención a la visión, misión, objetivos o lineamientos y referencias explícitas a atributos de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Identificación de tendencias:

Inicialmente se debe realizar un breve análisis del territorio para identificar las grandes tendencias en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Las tendencias son entendidas como el comportamiento histórico que registran las variables territoriales y permiten proyectar su trayectoria en el futuro (MMA, 2015a). La identificación de tendencias tiene como fin detectar potencialidades y tensiones que se suscitan en el territorio y que deben ser abordadas por la planificación ecológica.

La identificación de tendencias debe ser un proceso selectivo que sustente la definición de los objetivos. No es un ejercicio exhaustivo y masivo de diagnóstico, sino más bien se focaliza en identificar sólo aquellas cuestiones trascendentales para la planificación del territorio desde el punto de vista ambiental. Por esta misma razón, las tendencias pueden ser identificadas a partir de otros estudios, informes o instrumentos de planificación.

Es importante que estas tendencias sean útiles para identificar aquellos procesos que el ejercicio de planificación desea fortalecer o modificar porque tienen implicancias directas sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Participación de actores clave:

Considerar la participación de actores clave y de la ciudadanía en general aumenta la posibilidad de diseñar objetivos y metas validadas, con mayor grado de factibilidad y sentido de pertenencia; y por lo tanto un mayor apoyo social y político. Pueden estar involucrados actores públicos, privados, de la sociedad civil y de la academia, lo que dependerá de cada equipo a cargo de desarrollar la planificación ecológica. No obstante, es altamente recomendable que se incorpore la mayor cantidad de miradas posibles al proceso, de modo de dotarlo de un espectro de conocimiento más amplio y de hacerlo inclusivo de los diversos actores existentes. Por otra parte, es indispensable que en el ejercicio de definición de los objetivos y metas estén involucrados, al menos, las y los profesionales del MMA, y es deseable que, en las planificaciones ecológicas a escala local, se sumen los equipos profesionales de las unidades de medio ambiente y secretarías de planificación de las municipalidades. La participación de actores diversos en la definición de los objetivos permite contrastar los diferentes diagnósticos sobre el territorio y detectar de manera más rápida los consensos y disensos (Paula et al., 2006; García, 2007; Vásquez, 2007).

Ponderación de objetivos:

Debido a que, normalmente, durante esta etapa se identifica un gran número de objetivos para la planificación ecológica, es que se debe implementar una metodología para priorizar los objetivos que tengan mayor importancia estratégica (Secretaría de Desarrollo Social, 2010). Algunas metodologías sugeridas son:

1.4

Paisaje normativo

Matriz de objetivos por actores:

Permite conocer cuál es la importancia que cada actor asigna a los objetivos planteados. Para ello, cada actor selecciona los objetivos que considera estratégicos para la planificación ecológica en una matriz. Luego, por cada objetivo se realiza la suma aritmética del número de actores que lo señaló como estratégico y el resultado se divide por el número total de actores que participaron. Por ejemplo, si participan seis actores (cada marca/selección representa la unidad) y el "Objetivo 2" suma tres selecciones, adquiere el puntaje final de 0,5, como se muestra en la Figura 09 (Secretaría de Desarrollo Social, 2010).

Objetivos identificados	Actores consultados						Suma	Factor de ponderación
	1	2	3	4	5	6		
Objetivo 1	●	●	●	●			4	0,6
Objetivo 2		●		●		●	3	0,5
Objetivo 3	●	●		●	●	●	5	0,8
Objetivo 4		●	●				2	0,3
Objetivo 5	●	●	●	●	●	●	7	1

Figura 09. Ejemplo matriz de objetivos por actores clave.

Priorización por grupos:

Esta metodología permite establecer prioridades de manera consensuada entre actores del territorio que no necesariamente comparten los mismos intereses y miradas. Se deben distribuir 1.000 puntos entre los objetivos seleccionados por medio de un proceso de argumentación, diálogo y negociación entre los diferentes actores (ver Figura 10). Esta metodología se puede emplear en uno o más grupos de trabajo. Los resultados deben servir de referencia para definir los objetivos más relevantes para la planificación ecológica.

Objeto identificado	Puntaje
Objetivo 1	100
Objetivo 2	150
Objetivo 3	300
Objetivo 4	450

Figura 10. Ejemplo priorización objetivos por grupos.

El análisis del paisaje normativo es un insumo importante para la planificación ecológica y consiste en la identificación de los instrumentos indicativos y, sobre todo, normativos que operan en el área a planificar, sus contenidos (qué dicen), los organismos competentes en su elaboración y ejecución, y su alcance (qué norman). El objetivo de esta etapa es visualizar de manera inicial y general los instrumentos que operan en un determinado territorio y cómo éstos pueden influir sobre el proceso de planificación ecológica y el potencial de sus resultados para integrarse en el paisaje normativo actual. De acuerdo con Prech et al. (2016, p.29), los instrumentos normativos son aquellos "cuyas disposiciones son vinculantes para toda persona que quiera realizar una obra, proyecto o actividad en el área regulada" y los instrumentos indicativos aquellos que "fijan lineamientos a seguir por la planificación" (Prech et al., 2016, p.52).

Como insumo, los instrumentos que se aplican en el territorio juegan un rol en la planificación, ya que normalmente indican cuales son las posibilidades de intervención pública o privada en una determinada zona, e incluso qué actividades y en qué condiciones se encuentran prohibidas o son deseables. Así, por ejemplo, un área en que la biodiversidad es muy relevante podría encontrarse destinada a zona industrial por un plan regulador o ser atravesada por una carretera contemplada en un plan de infraestructura vial.

Para el análisis del paisaje normativo, en primer lugar, se realiza una revisión de los instrumentos aplicables al área de la planificación. Para ese levantamiento de información se consideran instrumentos sectoriales, instrumentos de ordenamiento territorial e instrumentos de planificación territorial. Para la revisión se recomienda utilizar criterios preestablecidos que faciliten la búsqueda, por ejemplo, 1) los que definan usos y actividades, y sus restricciones, 2) los relacionados temáticamente con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y 3) aquellos que definan zonas con algún tipo de protección.

Para la identificación de los instrumentos sectoriales, la revisión se debe centrar en aquellos instrumentos que condicionan las acciones de los diferentes actores sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como también develar cómo actúan sobre cada una de ellas. En el caso de los instrumentos de ordenamiento y planificación territorial, la revisión debe focalizarse en los instrumentos elaborados o supervisados por el MINVU, Seremis de Vivienda y el GORE. De estos instrumentos, se seleccionan todos los que puedan incidir sobre el área a planificar. En la Figura 11 se señalan algunos de los instrumentos que pueden revisarse:

Ordenamiento territorial	<ul style="list-style-type: none"> - Plan Regional de Ordenamiento Territorial - Estrategia de Desarrollo Regional
Planificación territorial	<ul style="list-style-type: none"> - Planes Reguladores Comunales - Planes de Desarrollo Comunal - Planes Reguladores Comunales e Intercomunales
Normativas sectoriales	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de Prevención y Descontaminación - Normas de Calidad - Evaluación Ambiental Estratégica - Resolución de Calificación Ambiental - Sistema Nacional de Áreas Protegidas Silvestres del Estado - Bienes Nacionales Protegidos - Sitios Ramsar - Reservas Naturales Municipales - Santuarios de la Naturaleza - Paisajes de Conservación - Iniciativas de Conservación Privada - Parques Naturales Privados - Derechos Reales de Conservación - Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos - Espacios Costero Marino de los Pueblos Originarios - Ordenanzas locales

Figura 11. Ejemplos de instrumentos en el paisaje normativo.

Una vez identificados los instrumentos, se recomienda organizar la información describiendo los organismos competentes en su elaboración y ejecución, y los alcances/objetivos de los instrumentos relacionados con la planificación ecológica. Esta sistematización también es útil para identificar actores públicos que sean claves para la articulación e implementación de la planificación ecológica. En la Figura 12 se ejemplifican algunos de estos instrumentos:

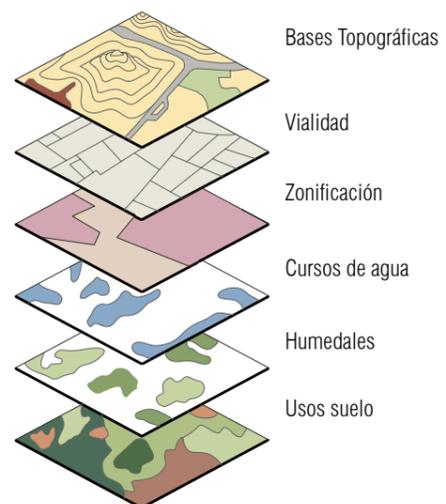
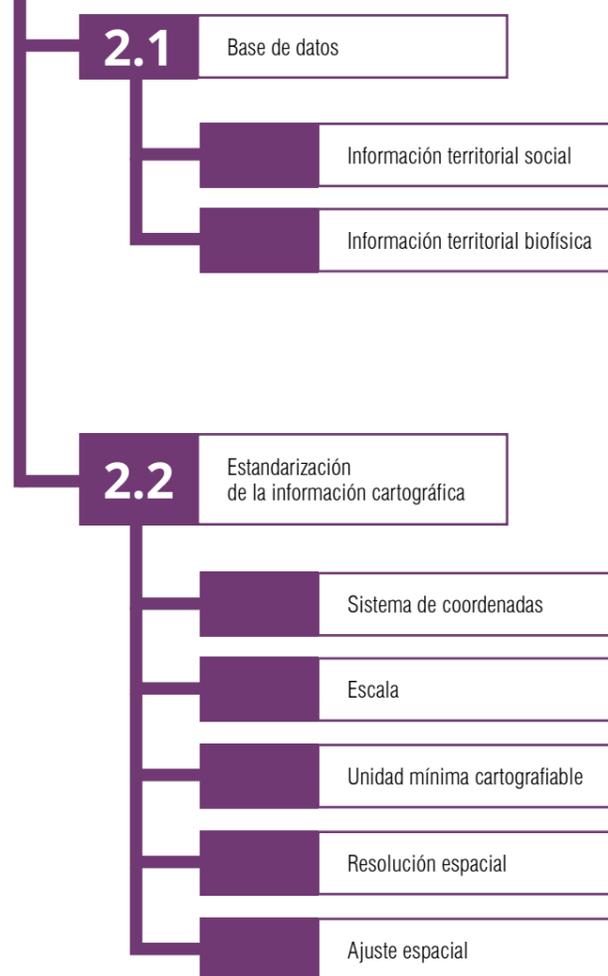
El análisis del paisaje normativo puede integrar el juicio experto de los actores clave que poseen atribuciones importantes en materia legislativa y de planificación y ordenamiento territorial. Para ello, se pueden incorporar talleres, reuniones y/o entrevistas dentro de las instancias de trabajo participativas con el objetivo de indagar la articulación de instrumentos existentes o en elaboración con la planificación ecológica (*ver Recurso 04. Alternativas metodológicas para el análisis del paisaje normativo*).

Tipos	Organismo Competente	Instrumentos	Alcances / Objetivos
Instrumentos de ordenamiento territorial	Gobierno Regional	- Plan Regional de Ordenamiento Territorial	El PROT realiza propuestas espaciales sobre áreas de protección o de localización de actividades productivas en la región. Esta propuesta puede incluir los resultados de la planificación ecológica.
		- Estrategia Regional de Desarrollo	La ERD define lineamientos estratégicos regionales que orientan y definen objetivos en torno a las necesidades socioeconómicas de la región. En esta definición, puede incorporarse la información que provee la planificación ecológica.
Instrumentos de planificación territorial	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)	- Política Nacional de Desarrollo Urbano - Plan Regional de Desarrollo Urbano	La PNDU y PRDU orientan la planificación urbana del país y pueden incorporar las orientaciones de la planificación ecológica dentro de sus objetivos.
		- Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano	El PRMS regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales que se integran en una unidad urbana. La planificación ecológica puede contribuir a determinar posibles usos del territorio y a la identificación de áreas de alta relevancia ecológica.
Normativas Sectoriales	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	- Ley N° 18.755, establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero	Elaboración de informes sobre cambios de uso de suelo en sectores rurales. La planificación ecológica puede ser tomada en consideración por el SAG para los fines que establece la Ley.
	Ministerio de Bienes Nacionales	- Bien Nacional Protegido	Destinar terrenos fiscales a organismos públicos o privados, cuya ocupación y trabajo en cualquier forma comprometan su equilibrio ecológico, para finalidades de conservación y protección del medio ambiente. La planificación ecológica puede orientar en la identificación de áreas que pudieran ser protegidas mediante esta figura.

Figura 12. Ejemplos de instrumentos normativos sectoriales, planificación y ordenamiento territorial

1 2 3 4 R

INVENTARIO TERRITORIAL



El Inventario Territorial es la recopilación y sistematización de la información cartográfica existente para la construcción de la base de datos necesaria en el desarrollo de las etapas posteriores de la planificación ecológica (ver Figura 13). En este sentido, el Inventario Territorial debe estar fuertemente orientado por los objetivos definidos en la Etapa 1 y, por lo tanto, es funcional para los análisis posteriores de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos definidos como prioritarios. Así, es recomendable recopilar sólo la información que tenga una relación directa con los objetivos de la planificación ecológica. De acuerdo con esto, el Inventario Territorial puede ser definido como la compilación selectiva de información útil para los fines específicos de un ejercicio de planificación ecológica particular (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002).

Figura 13. Diagrama metodológico Etapa 2.

2.1

Base de datos

La información del Inventario Territorial se debe organizar de manera sistemática para construir la base de datos de la planificación ecológica. Esta base de datos se debe organizar temáticamente. Por una parte, la base de información territorial social, en la que se sistematiza toda la información sobre cómo los seres humanos gestionan y utilizan el territorio (división política administrativa, equipamiento, infraestructura, instrumentos de planificación territorial, entre otros). Por otra parte, la base de información biofísica del territorio incluye la información sobre hidrología, topografía, ecosistemas y especies, entre otros.

Existen diferentes fuentes de información que pueden ser consultadas en sitios web y portales de descarga de datos espaciales y alfanuméricos. Estas fuentes de información están distribuidas entre instituciones públicas, artículos científicos y centros de investigación. Los formatos más comunes de los archivos espaciales son shapefile o kmz. En las figuras 14 y 15 se presentan posibles fuentes y tipos de información de utilidad para el desarrollo del Inventario Territorial, las que son referenciales para la escala regional y local, y pueden variar según la zona del país y el proceso de planificación particular.

Información territorial social	Fuentes posibles
Urbanización, equipamiento urbano y áreas verdes	- Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) - Instituto Nacional de Estadística (INE) - Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Infraestructura de energía y electricidad	- Portal Comisión Nacional de Energía (CNE), Ministerio de Energía - Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Actividad minera, pasivos ambientales y de extracción	- Catálogo Nacional de Información Geoespacial, Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) - Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Infraestructura industrial (lineal)	- Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Infraestructura sanitaria de gestión de residuos	- Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Infraestructuras de transporte y vialidad	- Openstreetmap (OSM)
Actividad de industria forestal	- Biblioteca Digital INFOR, Instituto Forestal
Agua Potable Rural	- Sistemas de Agua Potable Rural en Chile, Datos.gob, Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP)
Áreas Protegidas Privadas y Comunitarias	- Así Conserva Chile - Portal Registro Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Otras designaciones de áreas protegidas	- Ministerio de Relaciones Exteriores - Ministerio de Bienes Nacionales - Portal Registro Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Áreas Protegidas de Caza	- Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado	- Portal Registro Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Información territorial social	Fuentes posibles
División política administrativa a escala comunal, provincial, regional y nacional	- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), Ministerio de Bienes Nacionales - Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Actividades productivas y Usos del suelo	- Gobierno Regional respectivo - Cobertura y Uso de la Tierra, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) - Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra (en adelante Catastro de Bosque Nativo), Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Zonificación de Planes Reguladores Comunal e intercomunal	- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) - Instituto Nacional de Estadística (INE)

Continúa en página siguiente...

Figura 14. Base de información territorial social.

Información territorial biofísica	Fuentes posibles
Imágenes satelitales	- European Space Agency (ESA) - National Aeronautics and Space Administration (NASA)
Topografía	- Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM), Farr et al. (2007), NASA
Fisiografía	- Instituto Geográfico Militar (IGM)
Cerros isla e hitos geográficos	- Portal de Información Territorial de la SUBDERE
Cursos y cuerpos de agua	- Openstreetmap (OSM)
Red Hidrográfica, cuencas y glaciares	- Mapoteca digital Dirección General de Aguas (DGA)
Coberturas naturales, ecosistemas	- Catastro de Bosque Nativo, Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Áreas quemadas y focos de incendios	- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Pisos Vegetacionales	- Luebert y Pliscoff (2018), Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) Ministerio de Bienes Nacionales
Vegas y humedales	- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), SINIA, Ministerio del Medio Ambiente (MMA) - Inventario Nacional de Humedales, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Especies nativas	- Inventario Nacional de Especies de Chile (MMA) - Base de datos del MMA en el GBIF

Figura 15. Base de información biofísica del territorio.

Es fundamental que toda la información seleccionada para llevar a cabo la planificación ecológica sea la más adecuada respecto al año de elaboración y resolución, las cuales deben ser mayores a la escala seleccionada para realizar la planificación ecológica.

En aquellos casos que se considere necesario contar con información no disponible en estas u otras fuentes de información secundaria, debe tenerse en cuenta los siguientes criterios para evaluar las posibilidades de información (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006):

- Tiempo disponible para el levantamiento de la información.
- Extensión del área a cubrir por dicha información.
- Cálculo aproximado de los costos para generar la información faltante.
- Si existe otra fuente que de manera indirecta aporte información adecuada

2.2

Protocolo de estandarización de la información cartográfica

Para crear el Inventario Territorial, toda la información seleccionada debe ser estandarizada respecto al sistema de coordenadas, la escala, la unidad mínima cartografiable y la resolución espacial. Este procedimiento se debe hacer independiente de su formato, que puede ser de tipo vectorial (puntos, líneas, polígonos) o ráster. Los estándares cartográficos se describen a continuación:

Sistema de coordenadas:

Debido a la naturaleza del geode terrestre, es esperable que existan deformaciones que tienden a amplificarse conforme aumenta la distancia respecto al centro de representación. Esto se puede solucionar estandarizando la cartografía obtenida al sistema coordinado de Universal Transversal Mercator (en adelante, UTM), que proyecta la superficie curva de la Tierra en un plano con límites y distancias cuantificables respecto a un centroide y que divide a la Tierra en zonas o husos (Deakin et al, 2012). Se debe seleccionar el datum a trabajar, que corresponde a la representación numérica delimitada desde un sistema de coordenadas geográficas (NOAA, 2018). Se recomienda estandarizar utilizando el datum Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (en adelante, SIRGAS), definido como oficial para el país por el SNIT Chile (Sistema Nacional de Coordinación de Información SNIT, 2018). El datum en Chile continental se ubica entre el Huso 18 del hemisferio sur y el Huso 19 del hemisferio sur. Las regiones desde Arica y Parinacota hasta la región del Maule se encuentran en el Huso 19 sur, mientras que desde la región del Biobío hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena se emplazan en zonas donde están presentes ambos Husos. Para trabajar en estas últimas regiones el usuario debe definir un Huso en específico y debe asegurarse, antes de comenzar a trabajar, que todas las capas estén en dicho Huso o hayan sido transformadas al Huso seleccionado. En síntesis, se recomienda estandarizar todas las capas a utilizar en datum SIRGAS Huso 19 S o Huso 18 S, según corresponda.

Escala:

La escala indica una unidad de equivalencia entre una magnitud espacial (ej. distancia) representada en papel por una cartografía y la magnitud espacial real en el espacio geográfico. De esta forma, en el caso de la escala 1:25.000 un cm en papel corresponde a 25.000 cm o 250 m lineales en el terreno. En la escala 1:100.000 un cm en papel corresponde a 100.000 cm o un km lineal en terreno. Para la planificación ecológica la escala empleada puede ser 1:25.000 ó 1:100.000 según la escala definida al inicio del proceso.

Unidad mínima cartografiable:

La unidad mínima cartografiable (en adelante, UMC) corresponde al tamaño mínimo de representación de una entidad en un mapa (Buckley, 2008). Usualmente, la UMC se define a través de la escala de la información de entrada pero también puede definirse por expertos teniendo en cuenta el tamaño mínimo de una unidad de gestión territorial. Por ejemplo, el proyecto OTAS definió para la escala 1:25.000 una UMC de 5 ha, equivalente aproximadamente a 224 m. x 224 m. Este valor en la práctica equivale aproximadamente a siete píxeles contiguos de 30 m x 30 m ó 22 píxeles contiguos de 10 m. De manera similar, para la escala 1:100.000, el proyecto OTAS definió una UMC, de 50 ha, que es equivalente, aproximadamente, a 707 m x 707 m, es decir 24 píxeles unidos de 30 m o 71 píxeles de 10 m. Estas resoluciones espaciales son comunes en imágenes satelitales de resoluciones medias y altas, muchas veces disponibles de manera gratuita (figuras 14 y 15). Sin embargo, las UMC presentadas para escala local y regional pueden ser modificadas dependiendo la extensión del área que se planificará. Por otro lado, la cartografía regular del IGM y otras fuentes de información relevante como el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (en adelante Catastro de Bosque Nativo), están disponibles a escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:250.00 y 1:500.000.

El tamaño de la UMC debe ser la misma para todas las cartografías de la planificación ecológica, en otras palabras, en todas las capas deben existir polígonos o píxeles de tamaños superiores a lo indicado por la UMC.

Un procedimiento para lo anterior consiste en vectorizar todas las capas, luego disolver (*Dissolve*) por su atributo y posteriormente se debe explosionar (*Explode*) la capa. De esta manera, todos los polígonos con atributos diferentes quedan como entidades individuales y todos los polígonos adyacentes con el mismo atributo se unen conformando un solo polígono. Finalmente, se deben seleccionar todos los polígonos de superficie menor al descrito por la UMC y se debe realizar una eliminación selectiva (*Eliminate*), proceso en el que los polígonos de menor tamaño al impuesto por la UMC serán absorbidos por los polígonos adyacentes de mayor tamaño. Esto también ayuda a eliminar el efecto “sal y pimienta” propio de los resultados de los geoprocursos y que genera una heterogeneidad espacial que no tiene sentido en procesos de planificación.

Resolución espacial:

La resolución espacial o tamaño de píxel corresponde a las dimensiones que presenta un píxel, y define el nivel de detalle cartográfico de dichas capas. De esta forma, el tamaño de píxel resulta equivalente a la escala de la forma en que se presenta en la Figura 16 (Tobler, 1987). Para la planificación ecológica regional se sugiere la escala 1:100.000 y para la planificación ecológica local se sugiere la escala 1:25.000

Escala	Tamaño de píxel [m]
1:1.000	0,5
1:5.000	2,5
1:10.000	5
1:25.000	12,5
1:50.000	25
1:100.000	50
1:250.000	125
1:500.000	250
1:1.000.000	500

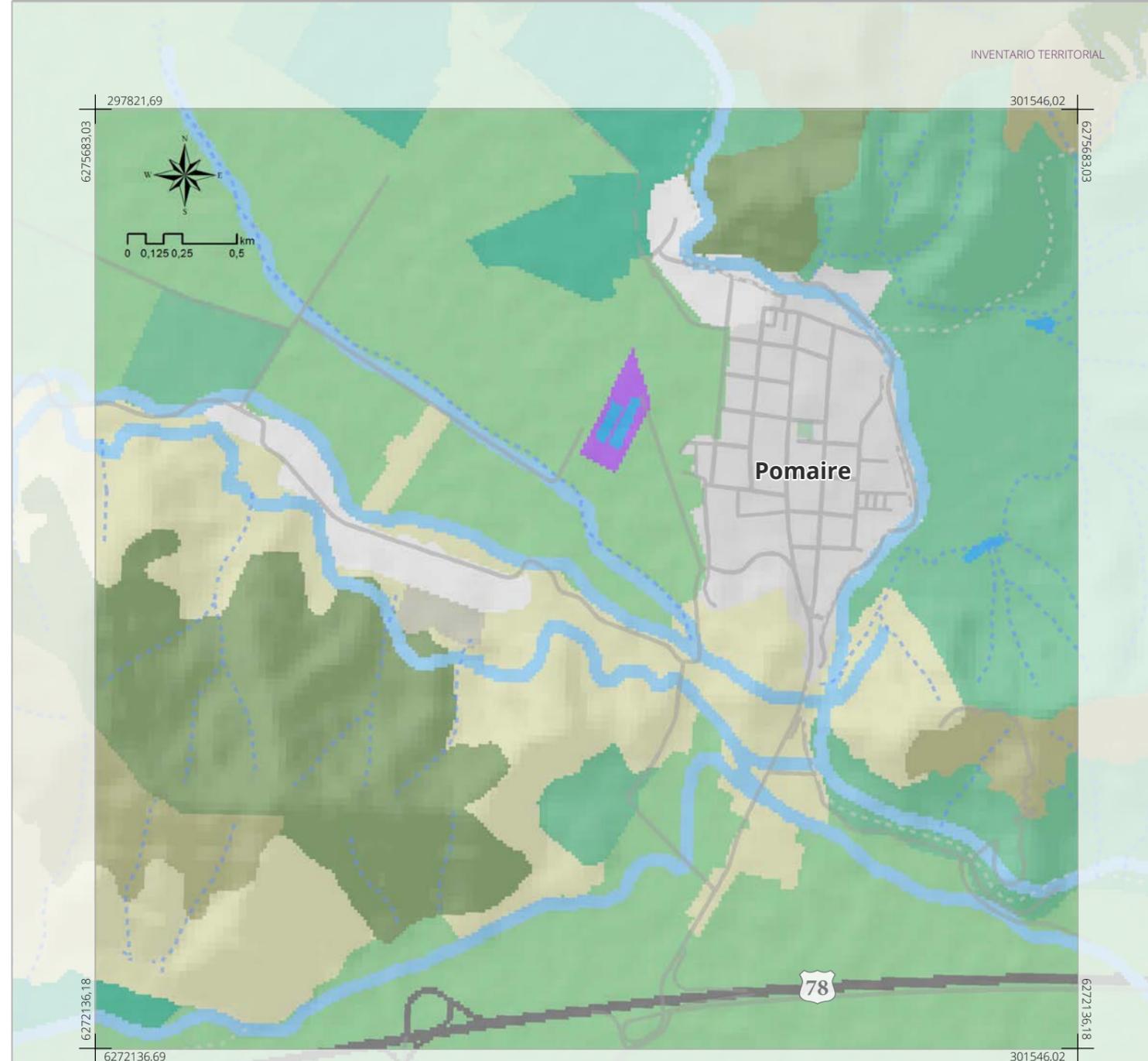
Figura 16. Equivalencia entre escalas cartográficas y tamaño de píxel.

Ajuste espacial:

La información recopilada para la base de datos generalmente proviene de diferentes fuentes, por lo que puede presentar variaciones respecto a su posición absoluta en el sistema de coordenadas y por lo tanto en sus tamaños y límites, entre otros (Environmental Systems Research, 2016). Esto se puede corregir realizando un ajuste espacial, de manera que los mismos elementos espaciales en diferentes capas coincidan en una coordenada específica. Para realizar el ajuste espacial se debe utilizar la capa con un mejor ajuste y calidad espacial como base (**Recurso 05: Método sugerido para el ajuste espacial**).

Así, para los ajustes espaciales tanto a escala 1:25.000 como a escala 1:100.000 se puede seleccionar una capa de división política administrativa de una fuente oficial que se encuentre a una escala igual a la que se realizará la planificación. En el caso que no exista dicha información para el área de estudio, se sugiere utilizar la capa de división política administrativa con la escala más cercana.

En el Mapa 03 se presentan los resultados de la carta de usos y coberturas de suelo actuales de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña, elaborada en la etapa de Inventario Territorial.



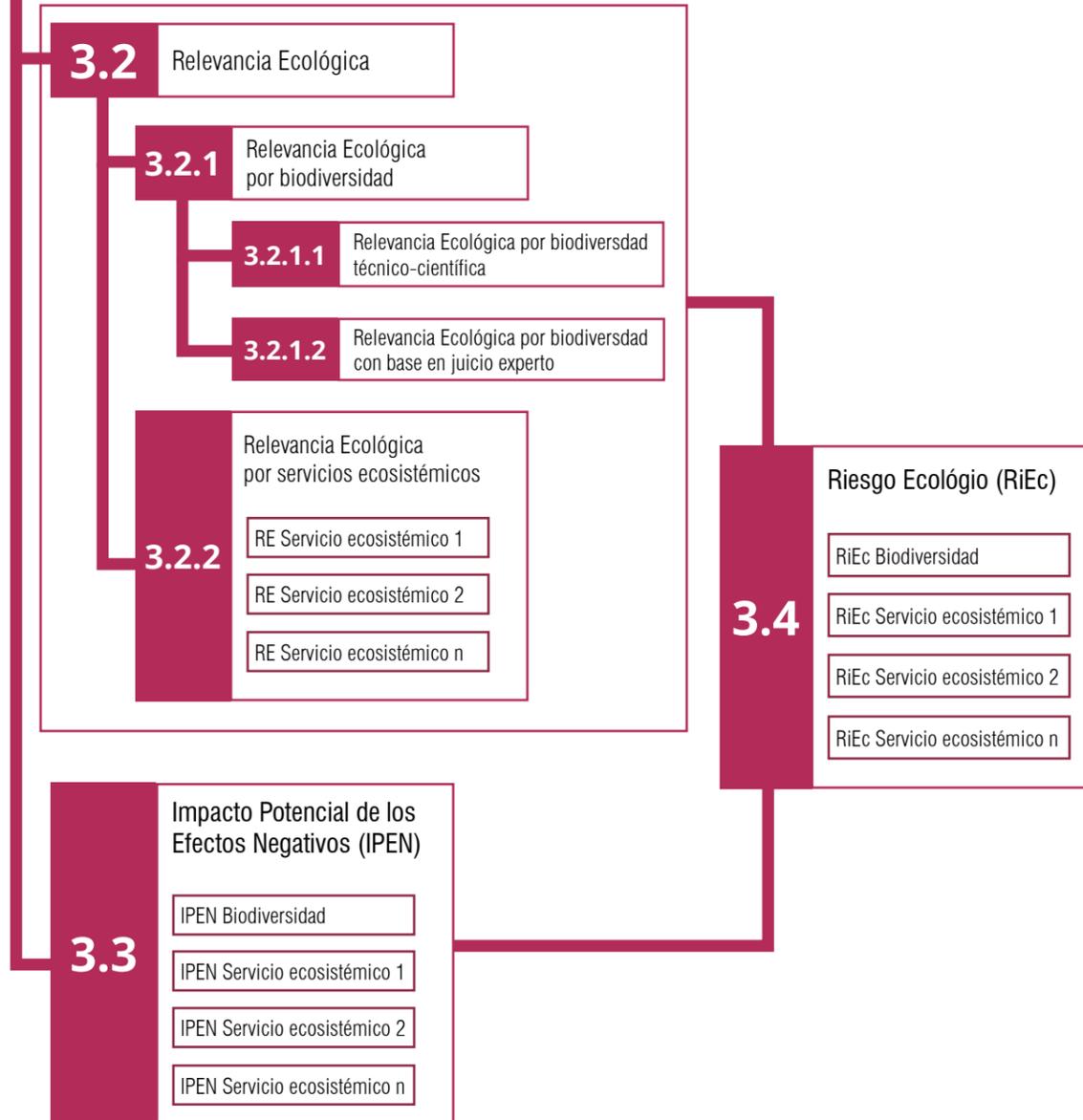
Mapa 03. Usos y coberturas de suelo actuales

- | | | | |
|--|--|--|--|
| Infraestructura de transporte
■ Autopista
— Calle pavimentada dos o más vías
— Calle pavimentada una vía
- - Calle sin pavimentar
..... Sendero o huella | Asentamientos humanos
■ Asentamiento menor
■ Residencial baja altura
■ Parcela de agrado
■ Parque | Matorrales
■ Matorral de espino
■ Matorral arborecente
■ Matorral
■ Matorral con suculentas | Terrenos agropecuarios
■ Cultivo anual
■ Frutal
■ Parronal |
| Cursos y cuerpos de agua
..... Quebrada
■ Río y estero
■ Embalse | Infraestructura sanitaria
■ Planta de tratamiento de aguas | Áreas boscosas
■ Bosque renoval nativo | |

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

1 2 3 4 R

EVALUACIÓN ECOLÓGICA



La Evaluación Ecológica es un ejercicio de carácter cualitativo, es decir, es un ejercicio que se sustenta en juicios de valor que se alcanzan mediante la plausibilidad de argumentos (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). Este tipo de evaluación es deseable ya que se realiza mediante el intercambio interdisciplinario y junto con consulta a especialistas en planificación ambiental (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). La Evaluación Ecológica tiene un fuerte componente técnico en su elaboración pero es importante que esos resultados sean examinados y cuestionados por el equipo a cargo de la planificación ecológica respecto a su capacidad de representar la realidad territorial.

La Evaluación Ecológica corresponde a la etapa 3 de la planificación. De acuerdo a la Figura 17, su objetivo principal es identificar los diferentes niveles de relevancia ecológica del área a planificar según su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen (sección 3.2 Relevancia Ecológica), los niveles de impactos negativos que producen o podrían producir las actividades humanas del área a planificar sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (3.3 Intensidad Potencial de los Impactos Negativos); y la posibilidad de que se genere alguna alteración en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (3.4 Riesgo Ecológico).

Figura 17. Diagrama metodológico de la Etapa 3.

3.1

Consideraciones metodológicas

Como se observa en la Figura 18, la Evaluación Ecológica se realiza de manera diferenciada para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que se consideraron relevantes para la planificación de acuerdo a los objetivos definidos en la Etapa 1. A esto se le denomina dimensiones de evaluación.

Por otro lado, los resultados de la Evaluación Ecológica sientan las bases sobre las cuales se construyen las Propuestas de la planificación ecológica y sus resultados deben ser espacialmente continuos, de lo contrario se generan vacíos de información que imposibilitan la generación de recomendaciones en esas zonas. En la misma línea, sus resultados deben permitir diferenciar el tipo de recomendaciones según las características del territorio para las zonas rurales, urbanas y silvestres ya que no es lo mismo sugerir una medida en un área urbanizada que en una zona agrícola o sobre matorral nativo (Ver Figura 18), **(Ver Recurso 06: Ejemplo diferenciación coberturas silvestres, rurales y urbanas)**. En términos metodológicos, esta diferenciación no implica emplear metodologías específicas de Evaluación Ecológica para cada una de las zonas antes mencionadas, sino más bien, diferenciar espacial y conceptualmente los resultados modelados de acuerdo a estas tres categorías (ver Mapa 04).

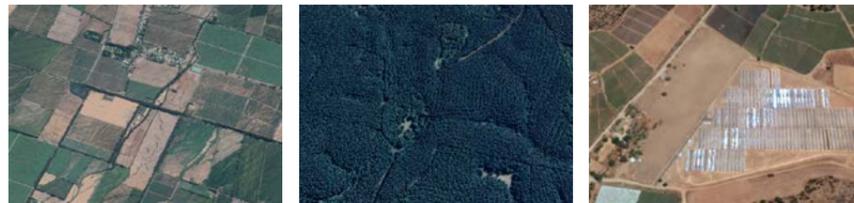
Urbana

Superficies artificiales, tales como asentamientos humanos, áreas industriales y otras infraestructuras.



Rural

Superficies agrícolas, pecuarias y plantaciones forestales.



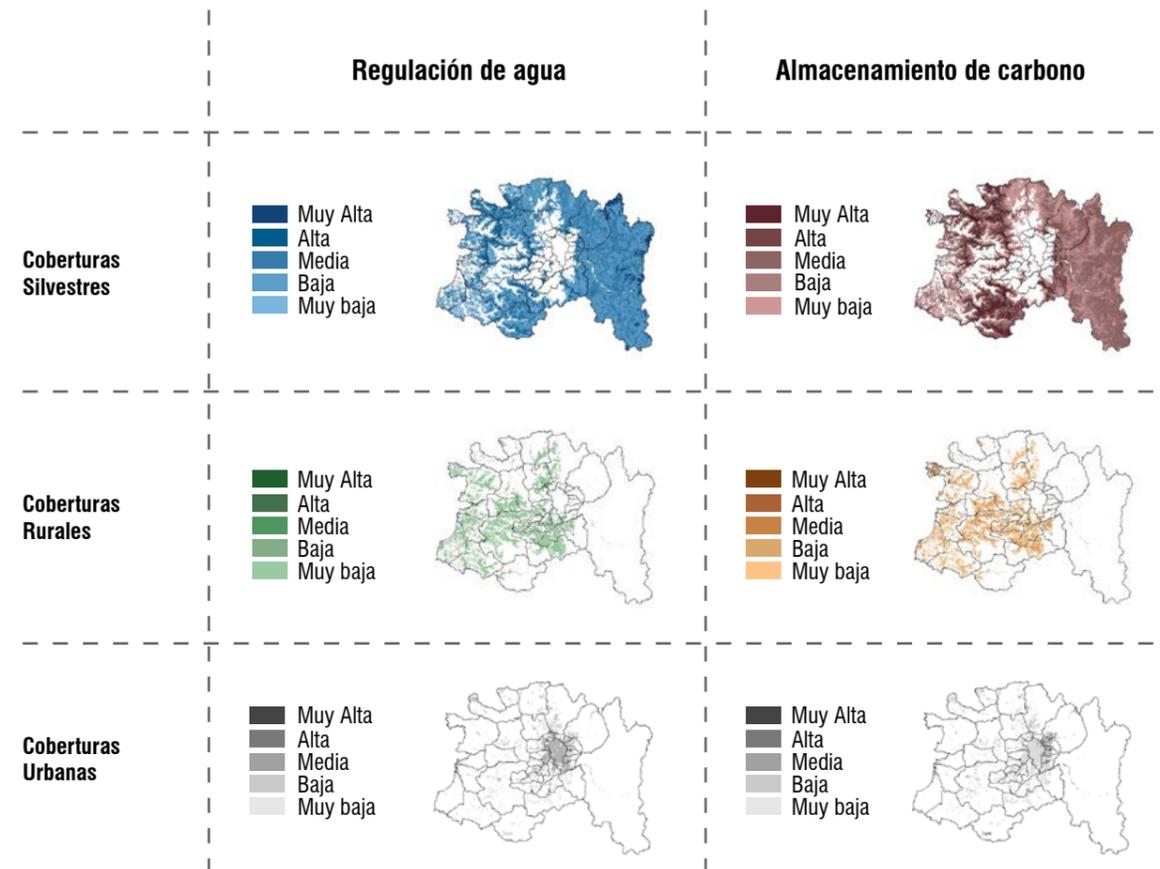
Silvestre

Superficies naturales, tales como matorral, cuerpos de agua, bosques, playas.



Figura 18. Ejemplos de coberturas silvestres, rurales y urbanas.

Por último, la Evaluación Ecológica es un ejercicio de carácter cualitativo porque se realiza utilizando una escala ordinal de cinco niveles: muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo. Esta escala ordinal debe ser utilizada en los resultados de la Relevancia Ecológica, la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos y el Riesgo Ecológico, para la escala local y la escala regional.



Mapa 04. Relevancia Ecológica por tipo de cobertura para dos dimensiones de evaluación

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

3.2

Relevancia Ecológica

La Relevancia Ecológica corresponde a los diferentes niveles de importancia del área a planificar, evaluada de manera diferenciada según su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen. A continuación, se recomiendan metodologías para la evaluación de la Relevancia Ecológica por biodiversidad (3.2.1) y la evaluación de la Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos (3.2.2).

Para obtener la capa de la Relevancia Ecológica de la biodiversidad, se realiza una suma aritmética de las capas síntesis de la Relevancia Ecológica técnico-científica y de la Relevancia Ecológica con base en juicio experto. Luego, el resultado obtenido se clasifica en cinco categorías, muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

3.2.1

Relevancia Ecológica por biodiversidad

El análisis de la Relevancia Ecológica por biodiversidad se puede realizar para toda el área de estudio, pero es prioritaria para las áreas silvestres, y se estima a partir de la integración de análisis técnico-científico y el juicio de expertos (ver Figura 19). El análisis técnico-científico representa la información que se puede levantar en terreno y/o obtener desde información disponible en bases de datos científicas u oficiales e imágenes satelitales. Esta información se puede analizar espacial y estadísticamente.

El análisis con base en juicio experto recoge el conocimiento técnico sobre la biodiversidad de diferentes actores clave y permite identificar con mayor precisión aquellas zonas ecológicamente relevantes pero subrepresentadas en los estudios científicos y técnicos, y por lo tanto permite que sean priorizadas en futuras proyecciones (Bryan et al., 2010). La información provista por los expertos normalmente no está contenida en las bases de datos antes señaladas y por lo tanto es un análisis complementario de alto valor. El conocimiento experto que se considere en el ejercicio de Evaluación Ecológica dependerá de los actores clave identificados y el rol que se les asignó en la etapa anterior. Incluir estos aportes permite reducir la incertidumbre derivada de los sesgos en la toma de datos y los vacíos de información existentes (Fagerholm et al., 2019). Además, el involucramiento temprano de actores clave aumenta la confianza en la evaluación y el apoyo al proceso de planificación (Cox et al., 2014). Este análisis ha demostrado tener buena precisión espacial para identificar zonas de relevancia ecológica en distintos ecosistemas, países o regiones (Cowling et al., 2003; Brown et al., 2012; Cox et al., 2014; Brown et al., 2015).

La Relevancia técnico-científica y la Relevancia con base en juicio experto se integran para estimar la Relevancia Ecológica por biodiversidad (ver Figura 19), de esta manera se fortalecen los resultados de la Evaluación Ecológica ya que reflejan igualmente los conocimientos y procedimientos técnicos así como el conocimiento de los expertos sobre el territorio.

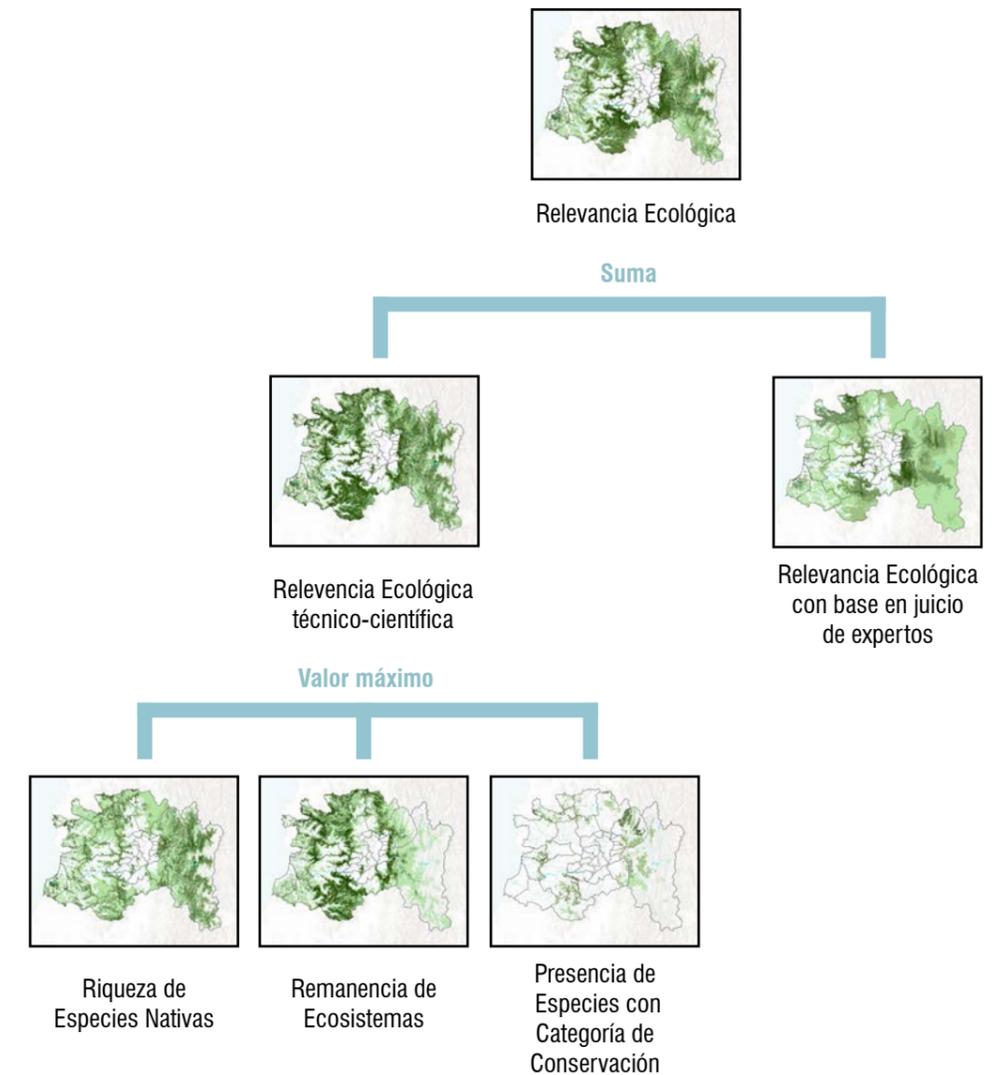


Figura 19. Diagrama metodológico Relevancia Ecológica por biodiversidad.

3.2.1.1

Relevancia Ecológica técnico-científica

La evaluación de la Relevancia Ecológica técnico-científica se calcula utilizando tres indicadores:

- Remanencia de Ecosistemas
- Riqueza de especies nativas
- Presencia de especies amenazadas de extinción (en Peligro, en Peligro Crítico y Vulnerable)

Todos estos indicadores utilizan fuentes de información que están accesibles para todo el país a la escala regional y local.

Para integrar los resultados de estos indicadores se utiliza una regla de decisión tal que, se selecciona para cada píxel el valor máximo entre estos tres indicadores (ver Figura 20). Todos los indicadores utilizados deben estar clasificados en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Este procedimiento permite mantener en el resultado final las zonas identificadas como valiosas usando cada uno de los indicadores, lo cual permite operacionalizar el principio precautorio y hacer explícito que los indicadores no se compensan entre sí. Por ejemplo, una zona con una alta riqueza de especies nativas no será menos relevante porque las especies no están amenazadas de extinción, sino que mantiene su relevancia debido a su alto valor de riqueza en especies.

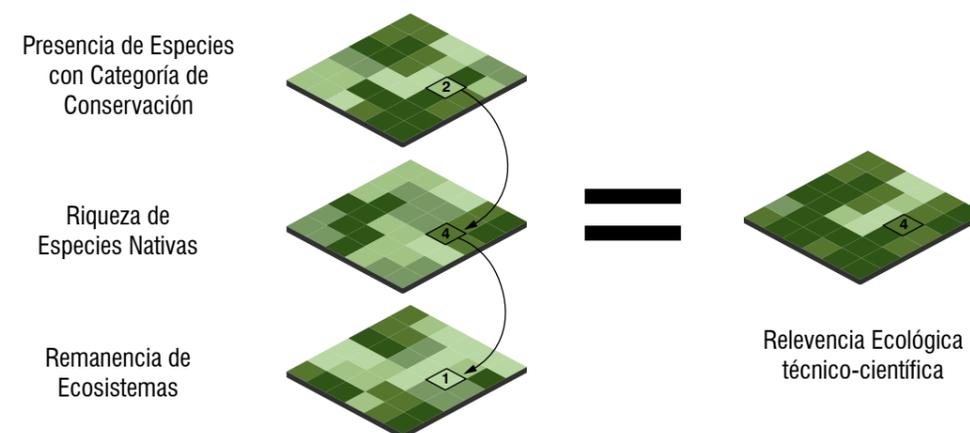


Figura 20. Integración de los indicadores para la Relevancia Ecológica técnico-científica.

A continuación, se detalla la metodología de los indicadores para el cálculo de la Relevancia Ecológica técnico-científica:

Remanencia de ecosistemas:

La Remanencia de ecosistemas es la proporción de la superficie de ecosistemas remanentes respecto a su extensión histórica potencial. A mayor concentración de áreas remanentes, mayor es el nivel de Relevancia Ecológica según este indicador.

La Remanencia de ecosistemas se obtiene a partir del cociente entre la extensión de las áreas con vegetación nativa y la extensión geográfica potencial de los Pisos Vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2018), ambas en el área planificada (Ecuación 1).

$$R = VN/PV$$

Ecuación 1

Donde, *R* es la Remanencia de ecosistemas, *VN* corresponde a la superficie de áreas con vegetación nativa en el área a planificar y *PV* se refiere a la extensión de los Pisos Vegetacionales en el área a planificar.

La extensión de las áreas con vegetación nativa puede estimarse a través de diferentes métodos como el levantamiento de información en terreno, o utilizando fuentes de datos ya existentes. En el último caso, se recomienda el Catastro de Bosque Nativo, una fotointerpretación de la cobertura vegetal existente, que cuenta con validación en terreno y es por ende la mejor cobertura vegetal disponible actualmente. El Catastro de Bosque Nativo fue realizado por la Corporación

Nacional Forestal para todo el país y está disponible al menos para dos periodos de tiempo, y a diferentes escalas (**Recurso 07. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile**). Los Pisos Vegetacionales se utilizan como cobertura histórica, pues representan la vegetación potencial en un área geográfica de acuerdo con el clima predominante.

Dado que el Catastro de Bosque Nativo contiene diferentes tipologías de coberturas de suelo, se sugiere filtrar con la categoría "Subtipo Forestal" incorporando la categoría de matorrales y pradera que se seleccionan de la categoría "Usos". Lo importante de este procedimiento es seleccionar desde el Catastro de Bosque Nativo, las áreas con vegetación nativa.

La información del Catastro de Bosque Nativo no siempre se encuentra disponible a la escala adecuada de planificación para los ejercicios de planificación ecológica. En esos casos, se sugiere realizar un ejercicio de actualización de la información (**Recurso 08: Carta de usos y coberturas actuales**).

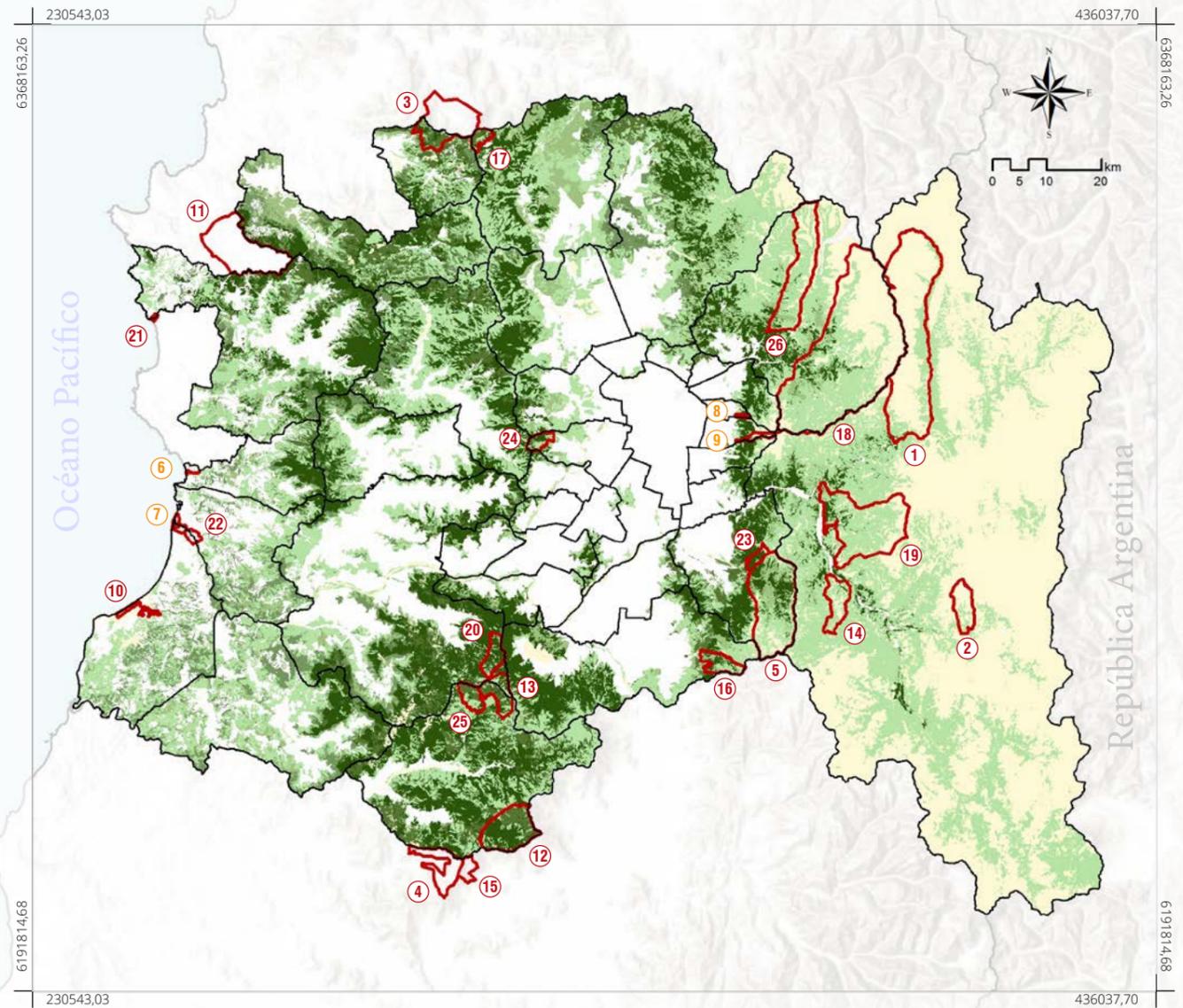
Antes de calcular la relación entre la cobertura vegetal existente y los Pisos Vegetacionales, se aplica un filtro de persistencia donde se conservan sólo aquellos polígonos en los que sus especies son parte de la composición florística del piso vegetal que contiene espacialmente al polígono analizado. Los resultados se clasifican en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

En el Mapa 05 se presentan los resultados de la Remanencia de Ecosistemas de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.

Riqueza de especies nativas:

La Riqueza de especies nativas es el número de especies nativas de animales y plantas que real o potencialmente habitan un área. En simple, corresponde al conteo de especies nativas que se encuentran localizadas dentro una superficie previamente definida (por ejemplo, los polígonos del Catastro de Bosque Nativo). Este indicador es relevante pues en ecosistemas áridos, semi-áridos y secos-húmedos, una zona que concentra una mayor riqueza de especies nativas es más relevante porque está asociada a la multifuncionalidad de los ecosistemas (Maestre et al., 2012).

Para estimar la riqueza potencial de especies nativas se pueden utilizar diferentes métodos dependiendo de la superficie comprometida, tiempo disponible y las capacidades económicas y técnicas del equipo de trabajo. Se pueden, por ejemplo, aplicar métodos para levantar información en terreno sobre la riqueza de especies o realizar una modelación espacialmente explícita. Estas últimas modelaciones emplean algoritmos, siendo Random Forest el más recomendado (Castillo-Riffart et al. 2017). Para mayor detalle, **ver Recurso 09: Metodología para modelar Riqueza de especies nativas y Recurso 10: Variables sugeridas para calcular Riqueza de especies nativas**.



Mapa 05. Ejemplo de Remanencia de Ecosistemas

Remanencia de Ecosistemas

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja
- Áreas sin información

Áreas protegidas e iniciativas de protección

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① B.N.P. Río Olivares ② M.N. El Morado ③ P.N. La Campana ④ P.N. Las Palmas de Colcalán ⑤ P.N. Río Clarillo ⑥ RENAMU Humedal de Cartagena ⑦ RENAMU Humedal de Santo Domingo ⑧ RENAMU Parque Mahuida ⑨ RENAMU Parque Quebrada de Macul | <ul style="list-style-type: none"> ⑩ R.N. El Yali ⑪ R.N. Lago Pañuelas ⑫ R.N. Roblería del Cobre de Loncha ⑬ S.N. Altos de Cantillana ⑭ S.N. Cascada de las Ánimas ⑮ S.N. Cerro Poqui ⑯ S.N. El Ajjal ⑰ S.N. Cerro El Roble ⑱ S.N. Yerba Loca | <ul style="list-style-type: none"> ⑲ S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal ⑳ S.N. Horcón de Piedra ㉑ S.N. Humedal de Tunquén ㉒ S.N. Humedal Río Maipo ㉓ S.N. Torcazas de Pirque ㉔ S.N. Quebrada de la Plata ㉕ S.N. San Juan de Piche ㉖ S.N. Predio Los Nogales |
|--|--|---|

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

Presencia de especies nativas amenazadas de extinción (en Peligro, en Peligro Crítico y Vulnerable):

Las Presencia de especies amenazadas de extinción (en Peligro, en Peligro Crítico y Vulnerable) corresponden a las especies nativas en alguna de dichas categorías que habitan una superficie determinada. Una zona con una mayor concentración de especies en estas categorías de conservación posee un mayor nivel de Relevancia Ecológica.

Este indicador corresponde al conteo de especies nativas con categoría de conservación crítica, en peligro o vulnerable que se encuentran localizadas dentro de los polígonos del Catastro de Bosque Nativo (u otra unidad espacial definida) considerados en el indicador de riqueza.

Se sugiere utilizar la clasificación de especies nativas amenazadas de extinción en Peligro, en Peligro Crítico o Vulnerable presentes en el proceso de clasificación de especies del MMA más actualizado a la fecha. Además, se sugiere complementar dicha información con la clasificación de la UICN más reciente. En los casos en que existan diferencias entre la clasificación de una especie en la clasificación del MMA y UICN, se sugiere utilizar la clasificación que tenga el enfoque más proteccionista. Los resultados se clasifican en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Como fuentes de datos de ocurrencia de especies se consideran las mismas entradas que las utilizadas para estimar la Riqueza de especies nativas:

- Los registros no deben superar los 30 años de antigüedad de colecta.
- Se considera únicamente un registro por especie para cada polígono del Catastro de Bosque Nativo o la unidad espacial definida.
- Se consideran registros de todas las especies nativas.

Para conocer y descargar el registro de las especies amenazadas a nivel nacional, se sugiere consultar el Inventario Nacional de Especies de Chile del Ministerio del Medio Ambiente disponible en <http://especies.mma.gob.cl>

Alternativa de indicadores para estimar la Relevancia Ecológica técnico-científica:

Si por las características del territorio, o la información disponible no es posible llevar a cabo la Evaluación Ecológica bajo estos tres indicadores, se sugiere utilizar otro tipo de indicadores (**Recurso 11: Indicadores para evaluar Relevancia Ecológica por biodiversidad. Ejercicios de planificación ecológica a escala regional**).

Se debe considerar que los indicadores de biodiversidad se pueden diferenciar en indicadores de filtro grueso y filtro fino (FOS, 2009). El filtro grueso se refiere a indicadores que miden ensambles de especies, comunidades y/o procesos ecológicos de ecosistemas a escala de paisaje. El filtro fino se refiere a indicadores al nivel de especies y diversidad genética. Dentro de estos, es frecuente utilizar indicadores de especies claves, especies estructuradoras de comunidades, especies endémicas, especies amenazadas, especies de explotación comercial o especies invasoras (Higgins y Esselman, 2006; Granizo et al., 2006). El filtro grueso es recomendable para planificaciones ecológicas regionales, mientras que el filtro fino se recomienda en planificaciones ecológicas locales. Es deseable que los indicadores estén acompañados por atributos que ayudan a describir el estado actual y/o deseado del indicador.

Estos atributos deben ser estimables basados en cuatro principios descritos por la FOS (2009):

Medible:

Puede ser registrado y analizado en términos cuantitativos y/o cualitativos.

Preciso:

Es definido de la misma manera por todas las personas.

Consistente:

No cambia su valor si es medido por distintas personas.

Sensible:

Cambia proporcionalmente en respuesta a los cambios en la condición ambiental.

3.2.1.2

Relevancia por biodiversidad con base en juicio experto

La Evaluación de la Relevancia Ecológica por biodiversidad con base en juicio experto se realiza mediante la metodología de cartografías participativas, en la que se levanta información espacializada sobre el conocimiento, la percepción y el uso que los actores tienen y practican en el territorio.

De acuerdo con Corbett et al. (2009), el uso de esta metodología puede generar ventajas para la alianza de los actores clave en cuanto a:

- Articular y comunicar el conocimiento espacial.
- Facilitar el registro de los conocimientos de los actores.
- Resolver conflictos del territorio.

Se sugiere tener previamente establecido las características de los participantes y las posibles relaciones antagónicas para el diseño de los grupos de trabajo, teniendo en consideración el nivel de manejo de información espacial, el rango etario o las posiciones de poder, por ejemplo.

El método consiste en plasmar la información de los participantes sobre cartografías o imágenes satelitales a escalas congruentes con la escala de planificación. Los autores Corbett et al. (2009) distinguieron formas para la aplicación de la cartografía participativa según los materiales o plataformas de trabajo (**ver Recurso 12: Alternativas para la aplicación de la cartografía participativa**).

En la cartografía participativa con mapas a escala e imágenes satelitales, los participantes plasman sus conocimientos dibujando sobre un mapa impreso con imagen de satélite obtenida por teledetección. Se sugiere el tamaño A1 o A0. Estos mapas se pueden utilizar para levantar información que debe ser georreferenciada, y posteriormente analizada en programas de Sistemas de Información Geográfica.

En la Figura 21, se muestran fotografías del ejercicio de Evaluación Ecológica de la biodiversidad con base en juicio experto de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. En este caso, el mapa corresponde a las comunas de la zona centro-sur del área del proyecto. Para mayor detalle de este procedimiento **ver Recurso 13: Metodología de cartografía participativa para la Relevancia Ecológica**.

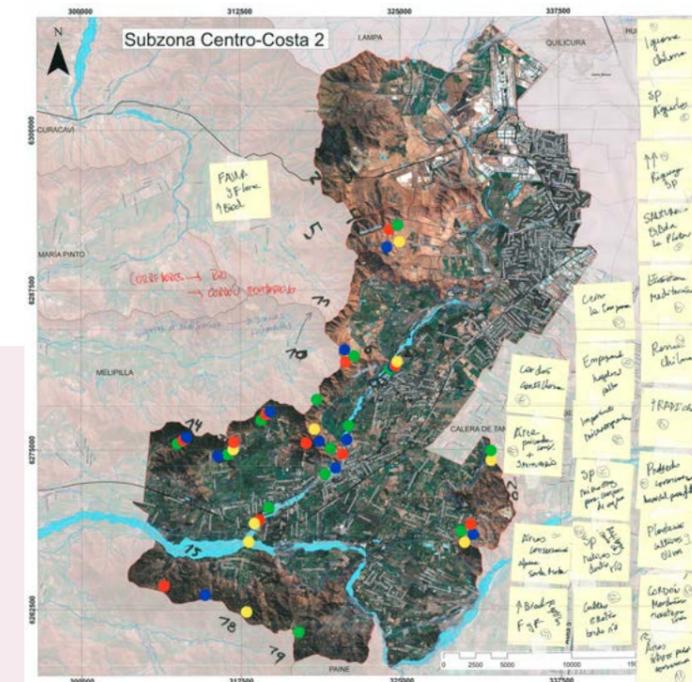


Figura 21. Cartografía participativa para la Evaluación de la Relevancia Ecológica con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

También es posible que la Evaluación con base en juicio experto se realice con otras metodologías cualitativas, tales como focus group, entrevistas grupales o entrevistas individuales. No obstante, en todas estas metodologías se debe incorporar el componente espacial para facilitar la sistematización e integración de esos resultados con los resultados de la Evaluación técnico-científica.

Ejemplo de cartografía participativa de la planificación ecológica a escala regional La Araucanía:

La planificación ecológica a escala regional de La Araucanía (Consultora Edáfica, 2018) utilizó la metodología de cartografía participativa basada en los denominados “mapas parlantes”. Este procedimiento participativo consiste en tres mapas impresos, en este caso mapas a escala e imágenes satelitales, que representan tres diferentes escenarios de tiempo: pasado, presente y futuro, para fomentar el intercambio de percepciones y opiniones respecto a los cambios del territorio a planificar.

En este ejercicio se aplicaron los tres mapas parlantes con el objetivo de espacializar los sectores de interés a considerar en la planificación ecológica, en especial para la etapa de Evaluación Ecológica. La información recopilada en los mapas fue vectorizada y georreferenciada para su análisis por medio de Sistemas de Información Geográfica (Figura 22).

Algunos de los resultados obtenidos por los mapas parlantes para integrar en la Evaluación Ecológica fueron:

- 1 - La localización de formaciones vegetacionales importantes
- 2 - La necesidad de incluir la pérdida de hábitat de la especie *Araucaria araucana* principalmente en la cordillera de Nahuelbuta
- 3 - Considerar los cursos de agua por su importancia para la actividad agrícola
- 4 - Incorporar como indicador los conocimientos medicinales y culturales del pueblo mapuche.

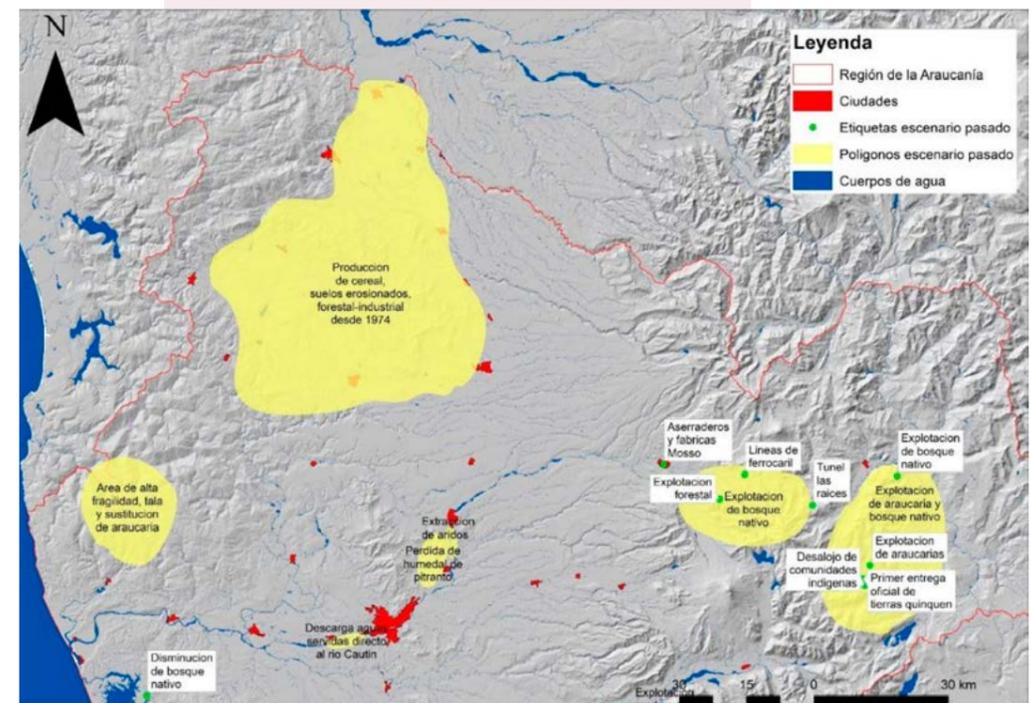


Figura 22. Mapas parlantes (escenario pasado). Planificación ecológica de la región de La Araucanía. Fuente: Consultora Edáfica, 2018.

3.2.2

Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos

El análisis de la Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos, al igual que en el caso de la Relevancia Ecológica por biodiversidad, se puede realizar para toda el área de la planificación pero es prioritaria para las áreas silvestres. Se realiza de manera independiente para todos los servicios ecosistémicos considerados en la planificación ecológica y en coherencia con los objetivos definidos en la Etapa 1. Se estima a partir de un análisis técnico-científico utilizando la metodología propuesta por Burkhard et al., (2014), y adaptada para Chile por el Ministerio del Medio Ambiente en el documento "Identificación de ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos que estos proveen" (MMA, 2018). Sin perjuicio de lo anterior, se pueden utilizar de manera complementaria otras modelaciones que permitan obtener estimaciones más completas y robustas, tal como las que se presentan en el **Recurso 14: Métodos alternativos para estimar Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos (SSEE)**.

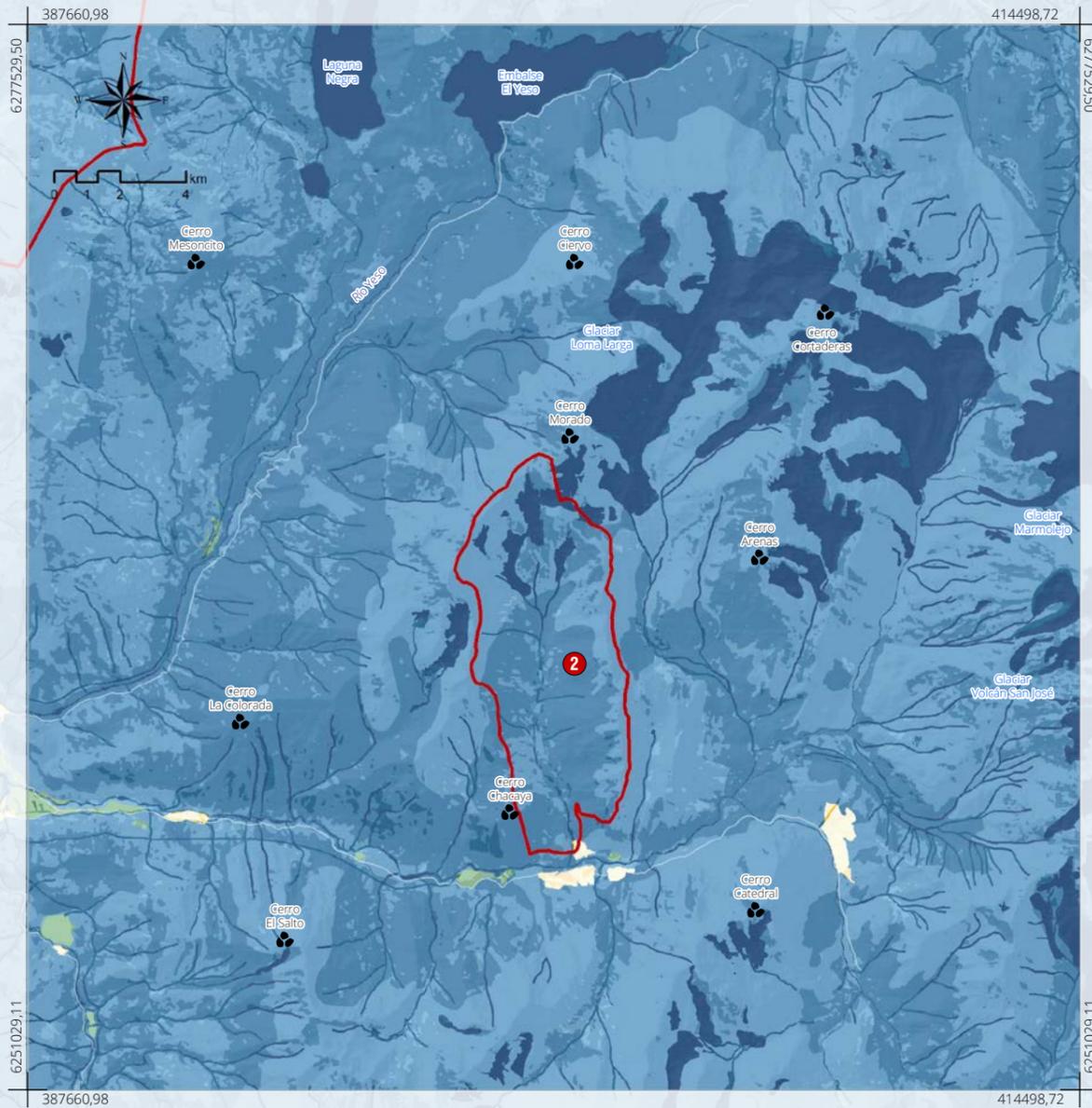
La metodología propuesta por Burkhard et al. (2014) y adaptada para Chile por el MMA (2018) consiste en evaluar la capacidad de los usos y coberturas de suelos para proveer servicios ecosistémicos. La matriz asigna diferentes niveles de capacidad potencial para proveer servicios ecosistémicos mediante una escala que oscila entre 0 y 5, donde 5 indica un potencial muy alto y 0 que no hay potencial (ver Figura 23).

Para implementar la matriz (Figura 23), en primer lugar se deben homologar (en caso que sean diferentes) las coberturas de la matriz, con los usos y coberturas de suelo disponibles en el Catastro de Bosque Nativo u otras bases de datos, o incluso generadas *ad-hoc* para el ejercicio de planificación (**ver Recurso 08: Carta de usos y coberturas actuales**). Posteriormente, según el servicio ecosistémico que se desea evaluar, se deben asignar los valores de la matriz al mapa de usos y coberturas de suelo actuales. Mediante este procedimiento se puede evaluar una amplia gama de servicios ecosistémicos, tales como regulación del clima regional y local, polinización y dispersión de semillas, ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua, control de plagas, educación, entre otros. En el Mapa 06 se muestra la estimación del servicio ecosistémico regulación de agua utilizando la matriz.

Coberturas de suelo	Servicios Ecosistémicos				
	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua	Polinización y dispersión de semillas	Control de plagas	Regulación del clima regional y local	Educativa
Áreas de cultivo	1	3	2	2	2
Bosque nativo altiplano	5	5	3	4	5
Bosque nativo andes centro-sur	5	5	3	4	5
Bosque nativo andes patagónicos	5	5	3	4	5
Bosque nativo pre cordillera andina	5	5	3	4	5
Bosque nativo planicies marinas y llanos de sedimentación	4	5	2	4	5
Bosque nativo farellón costero	3	3	3	4	3
Bosque nativo cordillera de la Costa	5	5	3	4	5
Bosque nativo cordillera insular	5	5	2	4	5
Bosque nativo pampa nortina	5	5	2	3	5
Bosque nativo desierto de atacama	5	5	3	3	5
Bosque nativo cordones transversales	5	5	3	4	5
Bosque nativo valle centro sur	5	5	3	4	5
Bosque nativo pampa magallánica	4	4	2	4	3
Plantación forestal	2	1	0	3	2
Praderas altiplano	2	4	1	3	3
Praderas andes centro-sur	2	4	1	3	3
Praderas andes patagónicos	2	4	1	3	3
Praderas cordillera andina	2	4	1	3	3
Praderas planicies marinas y llanos de sedimentación	1	4	1	3	3
Praderas farellón costero	1	2	1	3	2
Praderas cordillera de la Costa	1	4	1	3	3
Praderas cordillera insular	1	4	1	3	3
Praderas pampa nortina	2	4	1	3	3
Praderas desierto de atacama	2	4	1	3	3
Praderas cordones transversales	2	4	1	3	3
Praderas valle centro-sur	2	4	1	3	3
Praderas pampa magallánica	1	4	1	3	3
Matorrales altiplano	3	4	2	3	3
Matorrales andes centro-sur	2	4	2	3	3
Matorrales andes patagónicos	2	4	2	3	3

Coberturas de suelo	Servicios Ecosistémicos				
	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua	Polinización y dispersión de semillas	Control de plagas	Regulación del clima regional y local	Educativa
Matorrales pre cordillera andina	2	3	2	2	2
Matorrales planicies marinas y llanos de sedimentación	2	4	2	3	2
Matorrales farellón costero	2	2	2	3	2
Matorrales cordillera de la Costa	2	4	2	3	2
Matorrales cordillera insular	2	4	2	3	2
Matorrales pampa nortina	2	4	1	3	3
Matorrales desierto de atacama	2	4	2	3	3
Matorrales cordones transversales	2	4	2	3	2
Matorrales valle centro-sur	2	4	2	3	2
Matorrales pampa magallánica	2	4	1	3	3
Suculentas	1	4	2	3	4
Marismas	4	3	2	4	4
Humedales	4	2	3	4	3
Lagos y lagunas	5	1	0	4	2
Embalses	4	1	0	3	2
Ríos y esteros	5	4	1	4	3
Áreas urbanas e infraestructura	1	0	1	2	1
Salares	2	1	2	1	3
Suelos arenosos andinos	0	1	2	1	1
Suelos arenosos costeros	0	0	0	0	2
Suelos arenosos del interior	0	1	1	2	1
Suelos arenosos desierto de atacama	0	1	1	1	2
Suelos rocosos andinos	0	1	2	1	1
Suelos rocosos costeros	0	1	1	2	2
Suelos rocosos del interior	0	1	2	1	1
Suelos rocosos desierto de atacama	2	0	2	2	2
Nieve y nubes	3	0	0	2	1
Hielo y glaciares	4	1	0	3	3
Canales	4	2	0	2	1
Esteros	4	2	1	3	2
Estuarios	4	3	1	3	4

Figura 23. Extracto de la matriz de niveles de capacidad potencial de provisión de servicios ecosistémicos. Fuente: MMA, 2018.



Mapa 06. Relevancia Ecológica por regulación de agua

Relevancia Ecológica

Áreas silvestres	Áreas rurales	Áreas urbanas
Muy alta	Muy alta	Muy alta
Alta	Alta	Alta
Media	Media	Media
Baja	Baja	Baja
Muy baja	Muy baja	Muy baja

Simbología

- 2 Áreas protegidas e iniciativas de protección
- Límite comunal
- Vías principales

Áreas Protegidas

- 2 M.N. El Morado

Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN)

3.3

La Intensidad Potencial de los Efectos Negativos se refiere al nivel de impacto negativo que producen o potencialmente pueden producir los usos, actividades o intervenciones antrópicas sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (o dimensiones de evaluación). Para calcular la IPEN se deben utilizar los usos y coberturas de suelo actuales, a los cuales se le asigna un valor de IPEN sobre la biodiversidad y sobre cada uno de los servicios ecosistémicos seleccionados para la planificación ecológica. El objetivo de la evaluación es obtener una superficie continua para toda el área a planificar que muestre cómo se distribuye espacialmente la IPEN a la que se encuentra sometida una zona producto de las diferentes actividades humanas.

Para obtener dicha superficie se deben:

- ✦ Identificar los usos y coberturas de suelo del área a planificar
- ✦ Asignar un valor de IPEN mediante consulta a expertos a cada categoría de los usos y coberturas de suelo
- ✦ Realizar una interpolación espacial de dichos valores de manera que se pueda estimar la IPEN más allá de los límites físicos del polígono de uso o cobertura

Una vez identificados los usos y coberturas de suelo (**ver Recurso 08: Carta usos y coberturas actuales**), se asignan los valores de IPEN a cada categoría mediante consulta a expertos y expertas diferenciando efectos para cada dimensión de evaluación. Dichos valores de IPEN deben oscilar entre 1 (muy bajo) a 5 (muy alto). La determinación de los niveles de IPEN se puede realizar mediante la consulta a expertos y expertas, por ejemplo, a través de talleres donde colectivamente puedan intercambiar opiniones hasta llegar a un acuerdo o cuestionarios aplicados de manera individual ya sea de manera presencial u online. En el último caso, cuando no exista acuerdo en la asignación de valores se debe buscar algún método aritmético para definir un valor único, por ejemplo, la utilización de la moda. La consulta debe considerar diferentes expertos y expertas en materia de biodiversidad, los servicios ecosistémicos, y también de los diferentes usos de suelo (urbano, silvoagropecuarios, industriales, entre otros). La consulta puede ser focalizada en las áreas de expertiz de los actores consultados.

Un ejemplo de consulta a expertos y expertas para estimar los valores de IPEN, es la técnica de cuestionario implementada en el ejercicio de Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020). En la consulta se les solicitó a las y los expertos asignar valores de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto). Se les consultó de forma individual a actores claves de la región Metropolitana de Santiago y de Valparaíso, específica-

mente a funcionarios y funcionarias de la SEREMI de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, SEREMI de Agricultura, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Gobierno Regional, Servicio Agrícola y Ganadero, y Corporación Nacional Forestal, y académicos e investigadores de la Universidad de Chile, Universidad Mayor y Universidad de Playa Ancha.

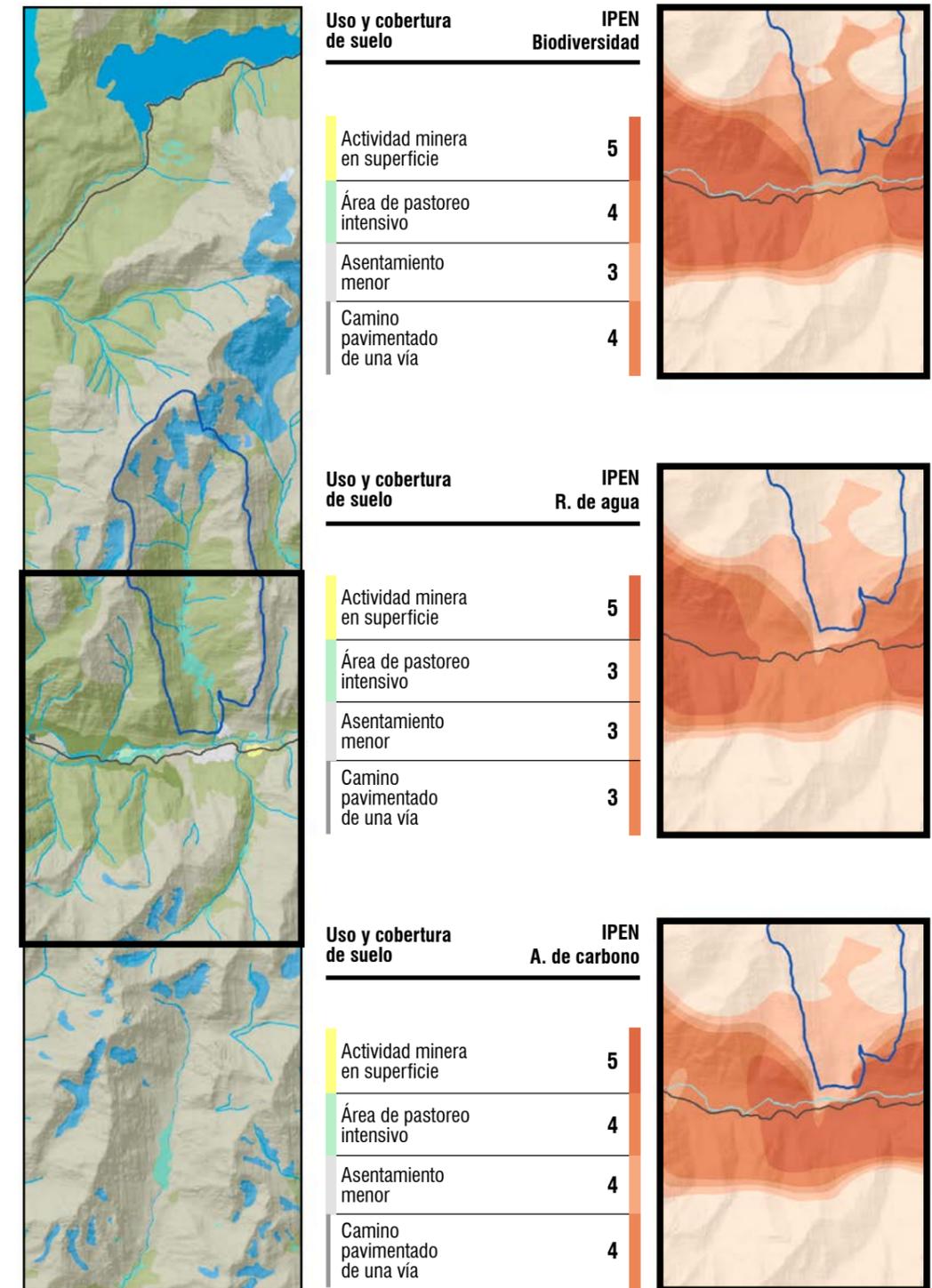
El cuestionario consistió en una planilla en blanco con los distintos usos de suelo actual y las dimensiones de evaluación biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono, tal como se muestran en la Figura 24. La aplicación de los cuestionarios a los expertos y expertas se realizó mediante visitas presenciales a los lugares de trabajo y llamadas telefónicas. Los valores IPEN finales para cada dimensión de evaluación se calcularon utilizando la moda de los valores asignados, y en los casos en que la moda no permitía definir un valor, y con base en el principio precautorio, se seleccionó el valor más alto de los dos valores más frecuentes.

Finalmente, para estimar los valores de IPEN se debe emplear un método de interpolación (IDW o más sofisticado) que permite estimar los efectos de un uso de suelo más allá del espacio físico ocupado. Para evitar que el IPEN de los polígonos grandes de usos y coberturas de suelo sea subrepresentada, se traza una cuadrícula regular donde cada pixel debe tener una superficie definida por la unidad mínima cartografiada y la capacidad de cómputo disponible. Luego a los centroides de cada cuadrícula se les asigna los valores de IPEN derivados de la cartografía de usos y coberturas de suelo. El resultado de este procedimiento es una base de datos de puntos con los valores IPEN que luego se integra con los puntos que contienen los valores de IPEN de los usos e infraestructura de tipo lineal y puntual. Con el total de puntos obtenidos de esta manera se realiza una interpolación espacial.

En el Mapa 07 se observan los resultados de la IPEN para las dimensiones de evaluación biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono, utilizando el método de interpolación.

Usos del suelo actual	Biodiversidad	Regulación de agua	Almacenamiento de carbono
Actividad minera en superficie			
Área de pastoreo intenso			
Asentamiento menor			
Camino pavimentado de una vía			

Figura 24. Extracto de cuestionario utilizado para la consulta de valores IPEN. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020



Mapa 07. IPEN para biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono.

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

3.4

Riesgo Ecológico

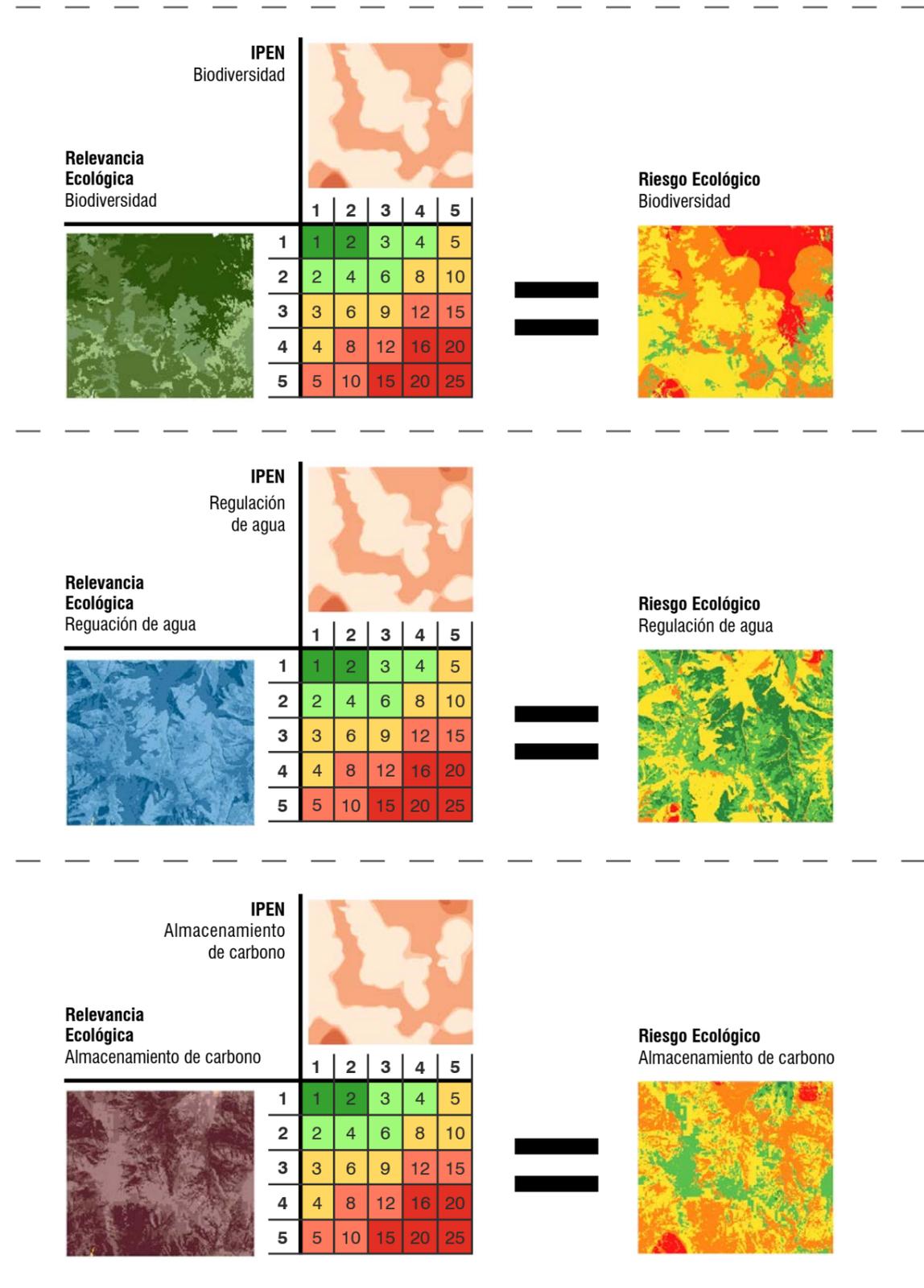
El Riesgo Ecológico es la posibilidad de que se genere alguna alteración sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. El Riesgo Ecológico se estima para cada una de las dimensiones de evaluación integrando la Relevancia Ecológica e IPEN. La integración de la Relevancia Ecológica e IPEN se realiza mediante una matriz de doble entrada (Figura 25). En las filas se ubican los cinco niveles de Relevancia Ecológica y en las columnas los cinco niveles de IPEN. De esta forma, a mayor Relevancia Ecológica e IPEN, mayor es el Riesgo Ecológico y viceversa. La matriz es cualitativa y enfatiza el carácter verbal argumentativo de la metodología y es referencial para todos los ejercicios de planificación ecológica en el país tanto a escala local como regional (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002).

La matriz de Riesgo Ecológico puede representar diferentes tipos de escenarios. Esta guía recomienda la presentada en la Figura 25, porque se origina a partir de una postura favorable para la conservación de los ecosistemas, ampliando las combinaciones de las categorías de muy alto y alto Riesgo Ecológico.

En el Mapa 08 se presentan los resultados de Riesgo Ecológica para la biodiversidad, la regulación de agua y el almacenamiento de carbono de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.

Relevancia Ecológica	IPEN					Riesgo Ecológico
	1	2	3	4	5	
1	1	2	3	4	5	Muy bajo
2	2	4	6	8	10	Bajo
3	3	6	9	12	15	Medio
4	4	8	12	16	20	Alto
5	5	10	15	20	25	Muy alto

Figura 25. Matriz para estimación de Riesgo Ecológico.

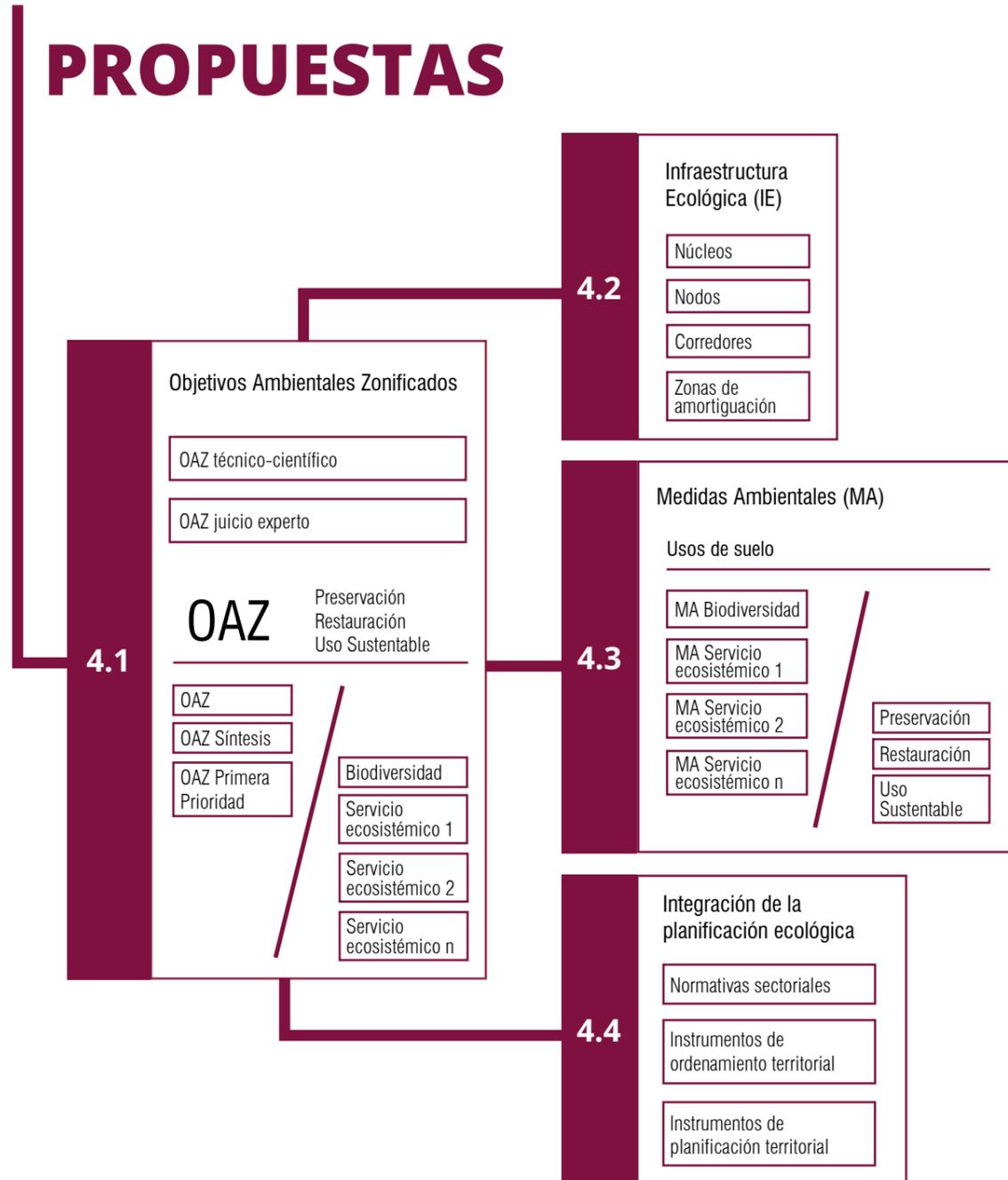


Mapa 08. Riesgo Ecológico para biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono.

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA-ONU Medio Ambiente, 2020.

1 2 3 4 R

PROPUESTAS



En esta etapa se desarrollan las Propuestas de la planificación ecológica a partir de los resultados de las etapas anteriores. Tomando dicha información como base, se diseñan y definen los Objetivos Ambientales Zonificados, la Infraestructura Ecológica, las Medidas Ambientales a los usos del territorio y el análisis de la integración de la planificación ecológica (ver Figura 26). Las Propuestas son orientaciones, en su mayoría espaciales, sobre qué hacer en el área a planificar en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Figura 26. Diagrama metodológico Etapa 4.

4.1

Objetivos Ambientales Zonificados

Los Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ) corresponden a los lineamientos técnicos en torno al estado anhelado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (GORE RMS y Universidad de Chile, 2002).

En concreto, los OAZ corresponden a la asignación espacial de los objetivos de Preservación, Restauración y Uso Sustentable de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, cada uno de manera independiente.

Preservación (P)

Buscan resguardar la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos restringiendo la intervención humana a un nivel mínimo para prevenir y controlar su deterioro.

Restauración (R)

Buscan reparar o restablecer la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño o deterioro causado.

Uso Sustentable (US)

Buscan minimizar los impactos ambientales de las actividades productivas sobre el medio ambiente y en lo posible contribuir a incrementar la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos.

Los OAZ son propuestas de carácter orientador que establecen indicaciones generales sobre qué debería ocurrir en el territorio (Preservación, Restauración o Uso Sustentable) y sus prioridades. Estos se construyen con base en cinco principios orientadores:

- Los OAZ no son excluyentes entre sí, por lo que en una misma área se recomienda más de un OAZ. Es decir, en una zona que se recomienda la Preservación, también puede sugerirse la Restauración.

- Los territorios presentan vocaciones diferentes para cada OAZ, y por lo tanto estos tienen prioridades distintas (ver en la Figura 28 los niveles de prioridad)

- Los OAZ son jerárquicos en orden decreciente: Preservación, Restauración y Uso Sustentable. Esto quiere decir que si en un área se recomienda OAZ Preservación y a la vez OAZ Uso Sustentable, las medidas asociadas a este último no pueden comprometer o amenazar el objetivo de Preservación.

- Los OAZ deben ser diferenciados para las coberturas rural, urbano y silvestre, al igual que todos los resultados de la Evaluación Ecológica, pues Preservar, Restaurar o hacer Uso Sustentable de un territorio no significa lo mismo en términos de las propuestas si se trata de un área urbana, silvestre o rural.

- Los OAZ orientan respecto al tipo de actividad a realizarse en una zona, y también al nivel de restricciones de cada una de estas.

En términos metodológicos, los Objetivos Ambientales Zonificados son la integración de los resultados de la Relevancia Ecológica e IPEN. Como se muestra en la Figura 27, a mayor nivel de Relevancia Ecológica, y menor IPEN, más prioritaria se vuelve la Preservación, debido a que estas zonas presentan una muy alta importancia para la biodiversidad o los servicios ecosistémicos, y un bajo nivel de IPEN supone que desde el punto de vista de la gestión, puede ser más factible establecer medidas orientadas a restringir las actividades humanas a un nivel mínimo en la zona. En cambio, a menor Relevancia Ecológica y mayor IPEN, la prioridad es de Uso Sustentable, pues el alto nivel de IPEN y la baja Relevancia Ecológica supone que estas zonas se encuentran altamente intervenidas por los efectos de la acción humana, y es necesario priorizar acciones que minimicen los impactos de esas actividades, y propicien el aumento de la biodiversidad y de la provisión de servicios ecosistémicos. En los valores medios, comienza a predominar la Restauración, que disminuye hacia los extremos.

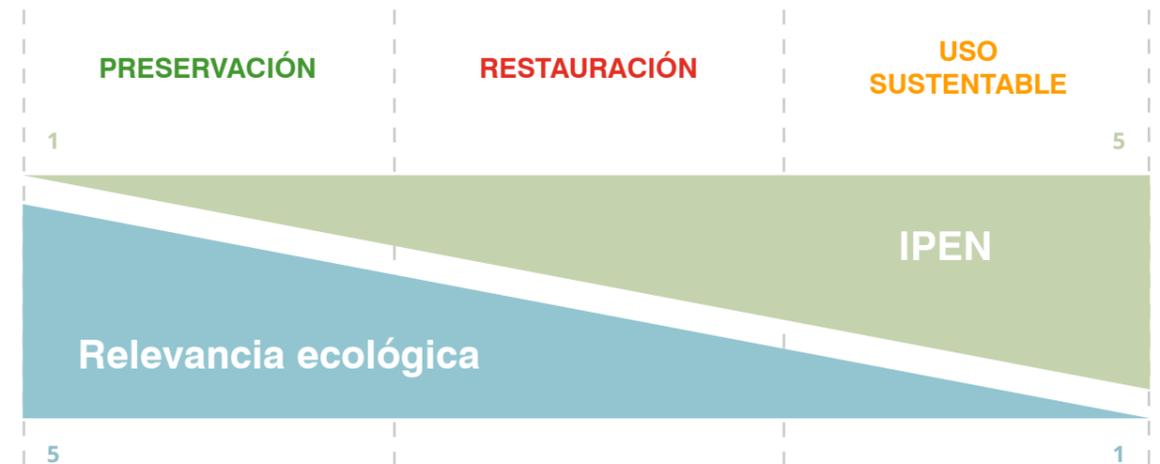


Figura 27. Diagrama de triángulos opuestos que explica la lógica de los Objetivos Ambientales Zonificados.

Los principios y criterios expresados en la Figura 27, se traducen en la matriz de doble entrada para la definición de los OAZ (Figura 28). En las filas se ubican los cinco niveles de Relevancia Ecológica y en las columnas los cinco niveles de IPEN. Las 25 combinaciones que se originan en la matriz de OAZ se completan asignando los diferentes niveles de prioridad a cada una de las combinaciones de Relevancia Ecológica e IPEN, siguiendo los principios y criterios del diagrama de triángulos opuesto. En la matriz de doble entrada, el OAZ Preservación alcanza sus niveles de prioridad más altos en la combinación Relevancia Ecológica 5 e IPEN 5, y disminuye gradualmente hasta la combinación Relevancia Ecológica 1 e IPEN 5. Un patrón opuesto muestra el OAZ Uso Sustentable, mientras que la Restauración alcanza sus niveles más altos de prioridad en los valores medios de Relevancia Ecológica e IPEN, y disminuye hacia los extremos.

Las áreas donde no aplica el OAZ Uso Sustentable deberían quedar excluidas de cualquier intervención antrópica con excepción de actividades científicas, culturales, educativas, recreacionales y turísticas de bajo impacto. Las áreas donde no aplica el OAZ Preservación, implican que el OAZ Preservación no es prioritario, pero que si el propietario o quien administra dicha zona lo encuentra pertinente, puede ser implementado.

Si bien esta matriz puede ser adaptada de acuerdo con las condiciones y particularidades de cada territorio, respetando los principios y los criterios señalados en el diagrama de los triángulos opuestos (Figura 27), se recomienda usar la que se presenta en la Figura 28 pues tiene un enfoque que favorece la conservación de los ecosistemas, coherente con la mirada plasmada en la definición del Riesgo Ecológico. Lo anterior se ve reflejado en que por un lado, los niveles de primera prioridad para el OAZ Preservación se mantienen para todas las combinaciones de IPEN con Relevancia Ecológica 5, y en el alto número de combinaciones donde el Uso Sustentable no aplica o tiene un nivel de prioridad menor que el resto de los OAZ.

En la matriz se observa que para cada una de las combinaciones de Relevancia Ecológica e IPEN existen diferentes niveles de prioridades para cada uno de los OAZ. Estos distintos niveles de prioridad dan cuenta de la vocación de cada territorio para uno o más OAZ. Por ejemplo, en el caso de la combinación Relevancia Ecológica 1 e IPEN 1, los OAZ de mayor prioridad corresponden a la Restauración (●●) y Uso Sustentable (●●), por lo que las zonas que presentan esos valores de Relevancia Ecológica e IPEN, poseen el mismo nivel de vocación para la Restauración y el Uso Sustentable. Mientras que en la combinación Relevancia Ecológica 5 e IPEN 5 el OAZ de mayor prioridad es la Preservación (●●●), por lo que ese territorio tiene mayor vocación para la Preservación. Estos diferentes niveles de prioridad permiten distinguir qué tipo de acciones es preferente implementar en un territorio en particular.

Por otro lado, los niveles de prioridad también permiten identificar y priorizar diferentes zonas del territorio dónde es más urgente realizar acciones de Preservación, Restauración y Uso Sustentable.

Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ)

- P** : Preservación
- R** : Restauración
- us** : Uso Sustentable

Prioridades de OAZ

- Primera prioridad ●●●
- Segunda prioridad ●●
- Tercera prioridad ●

		IPEN				
		1	2	3	4	5
RELEVANCIA ECOLÓGICA	1	P ● R ●● us ●●	P ● R ●● us ●●	P ● R ●● us ●●	P N/A R ● us ●●●	P N/A R ● us ●●●
	2	P ● R ●● us ●	P ● R ●●● us ●	P ● R ●● us ●●	P ● R ●● us ●●	P N/A R ●● us ●●●
	3	P ●● R ●● us N/A	P ●● R ●● us N/A	P ●● R ●●● us ●	P ● R ●●● us ●	P ● R ●●● us ●●
	4	P ●●● R ● us N/A	P ●●● R ● us N/A	P ●●● R ●● us N/A	P ●● R ●● us ●	P ●● R ●● us ●●
	5	P ●●● R ● us N/A	P ●●● R ● us N/A	P ●●● R ● us N/A	P ●●● R ●● us N/A	P ●●● R ●● us N/A

Figura 28. Matriz de doble entrada utilizada para el cálculo de los Objetivos Ambientales Zonificados.

4.1.1

Principales productos cartográficos de los OAZ

A partir de la matriz de OAZ se construyen tres productos para cada dimensión de evaluación:

Mapas de los OAZ

En el centro de la Figura 29 se muestran las cartas de los OAZ, un set de cartografías que representan la asignación espacial de los OAZ Preservación, Restauración y Uso Sustentable con sus tres niveles de prioridad, para cada una de las dimensiones de evaluación (biodiversidad y servicios ecosistémicos).

En el Mapa 09 se observan los resultados de los Objetivos Ambientales Zonificados para el almacenamiento de carbono de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña

Mapas síntesis de los OAZ

A la derecha del esquema, se muestran las cartas síntesis de los OAZ, un set de cartografías que expresan el o los OAZ con mayor nivel de prioridad para cada dimensión de evaluación de manera independiente, es decir, muestra la vocación de cada territorio para los OAZ.

Mapas de los OAZ de Primera Prioridad

En la parte inferior del esquema, se muestran las cartas de los OAZ de Primera Prioridad, un set de tres cartografías que representan los OAZ Primera Prioridad (●●●) para las tres dimensiones de evaluación. Esta es la primera cartografía que integra las diferentes dimensiones de evaluación y permite observar donde se localiza la Primera Prioridad de cada OAZ, y al mismo tiempo conocer si esa Primera Prioridad está definida por la biodiversidad, los servicios ecosistémicos o una combinación de estos.

En el Mapa 10 se presentan los resultados del Objetivo Ambiental Zonificado Preservación de Primera Prioridad de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.

Objetivos Ambientales Zonificados

- P** : Preservación
- R** : Restauración
- US** : Uso Sustentable

Dimensiones de evaluación

- B** : Biodiversidad
- S1** : Servicio Ecosistémico 1
- S2** : Servicio Ecosistémico 2
- Sn** : Servicio Ecosistémico n

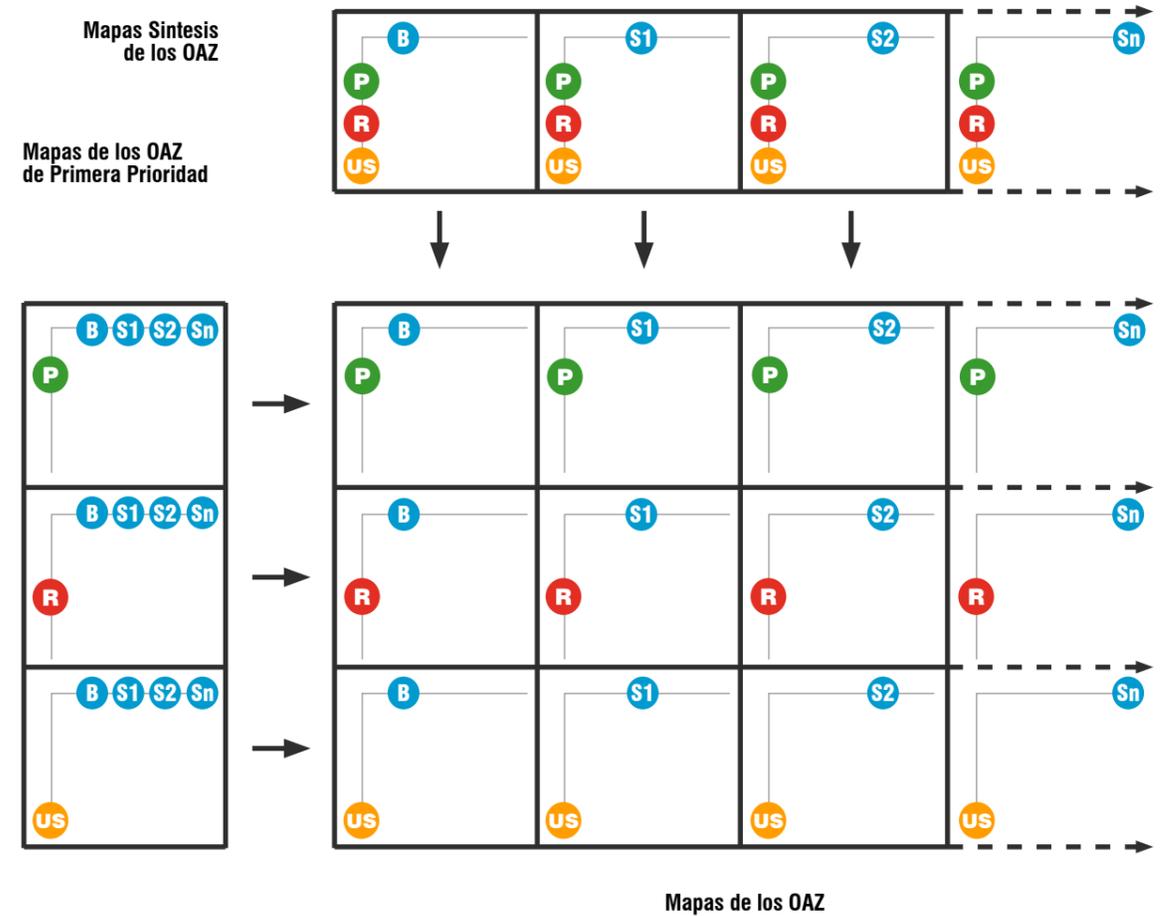
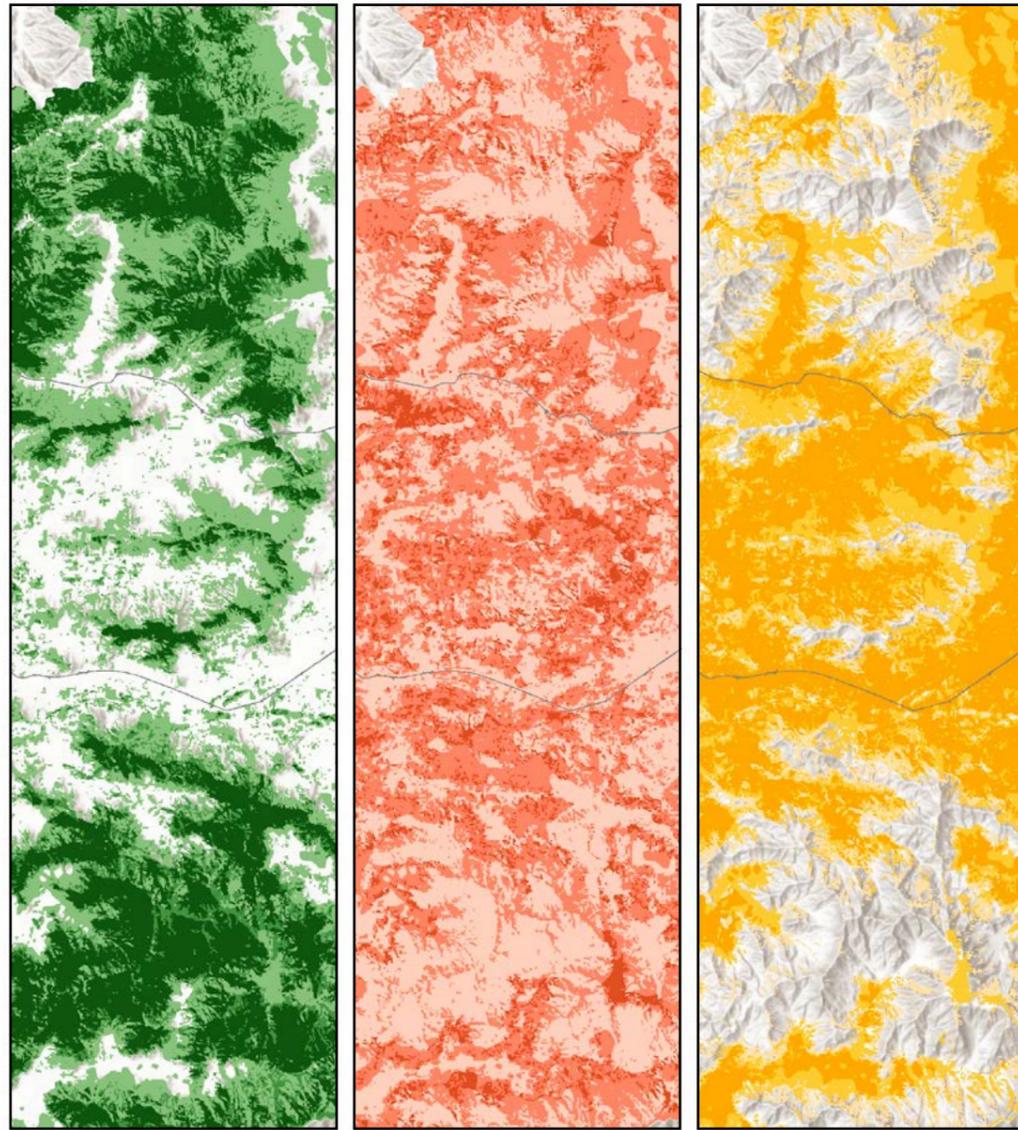


Figura 29. Productos cartográficos de los Objetivos Ambientales Zonificados.



Mapa 09. Objetivos Ambientales Zonificados para el almacenamiento de carbono

Preservación

- Primera prioridad
- Segunda prioridad
- Tercera prioridad

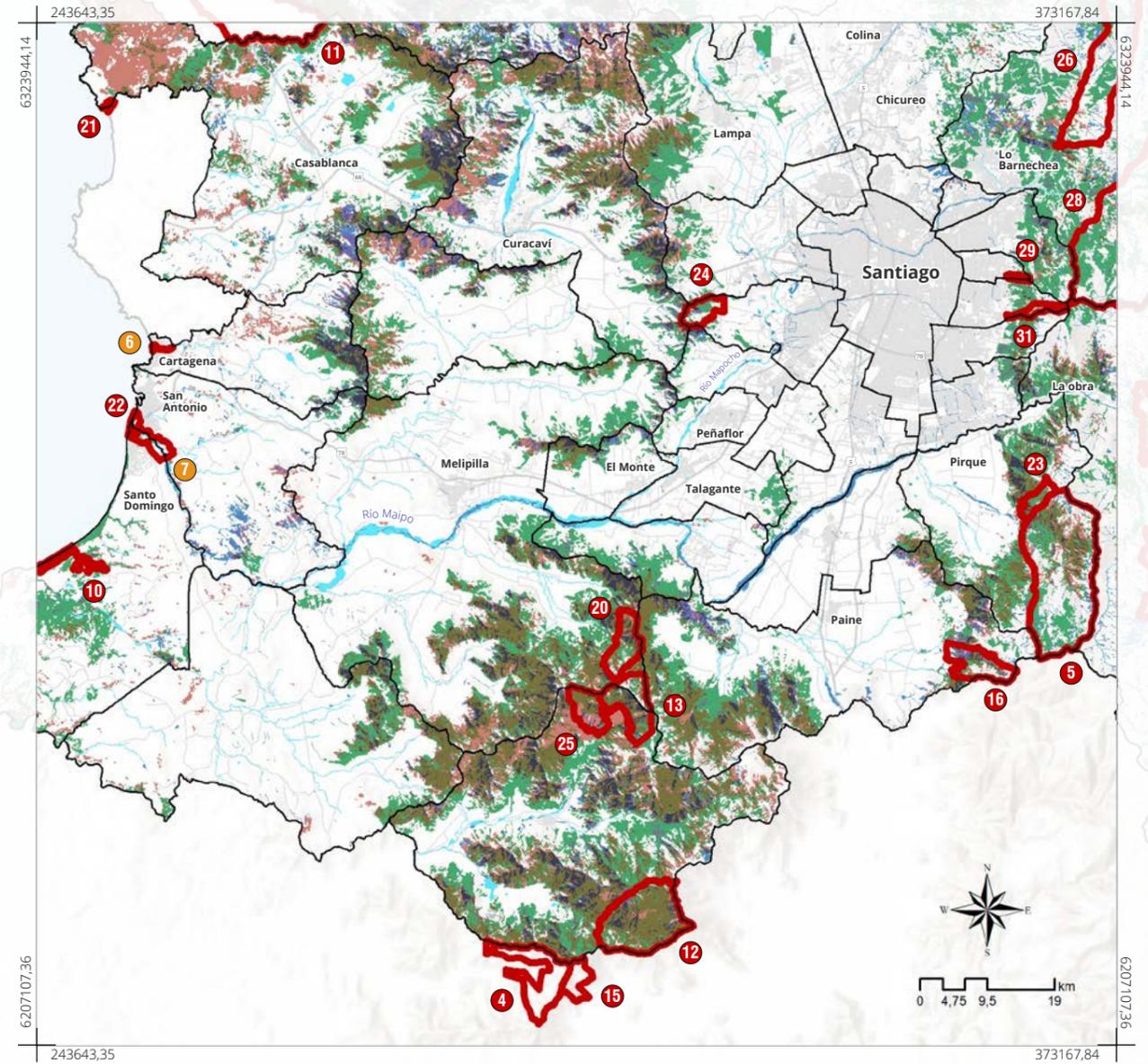
Restauración

- Primera prioridad
- Segunda prioridad
- Tercera prioridad

Uso Sustentable

- Primera prioridad
- Segunda prioridad
- Tercera prioridad

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.
Fuente: MMA-ONU Medio Ambiente, 2020.



Mapa 10. Objetivo Ambiental Zonificado Preservación de Primera Prioridad

Dimensión de evaluación

- R. de Agua
- Biodiversidad
- A. de Carbono
- R. de Agua y Biodiversidad
- R. de Agua y A. de Carbono
- R. de Agua, Biodiversidad y A. de Carbono
- Biodiversidad y A. de Carbono

Simbología

- Áreas protegidas e Iniciativas
- Cursos y cuerpos de agua
- Limite comunal
- Vías principales

Áreas protegidas e iniciativas de protección

- | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 4 P.N. Las Palmas de Colcalán | 11 R.N. Lago Pañuelas | 20 S.N. Horcón de Piedra | 25 S.N. San Juan de Piche |
| 5 P.N. Río Clarillo | 12 R.N. Roblería del Cobre de Loncha | 21 S.N. Humedal de Tunquén | 26 S.N. Predio Los Nogales |
| 6 RENAMU Humedal de Cartagena | 13 S.N. Altos de Cantillana | 22 S.N. Humedal Río Maipo | 28 P.Nt. Aguas de Ramón |
| 7 RENAMU Humedal de Santo Domingo | 15 S.N. Cerro Poqui | 23 S.N. Torcazas de Pirque | 29 P.Nt. Cantalao |
| 10 R.N. El Yali | 16 S.N. El Ajiál | 24 S.N. Quebrada de la Plata | 31 P.Nt. Quebrada de Macul |

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.
Fuente: MMA-ONU Medio Ambiente, 2020.

4.1.2

Integración del juicio experto a la definición de OAZ

Los Objetivos Ambientales Zonificados constituyen la base para la construcción de las Propuestas, por lo tanto, es deseable que se integre el juicio experto para asegurar su pertinencia y aplicabilidad en el territorio a planificar, fomentar el diálogo y el intercambio de conocimientos y percepciones, así como la búsqueda de opciones para resolver conflictos asociados a la planificación del territorio (Corbett, et al., 2009). Para esto, se pueden utilizar diferentes alternativas metodológicas. Una opción es la cartografía participativa, utilizando un método similar al descrito en la Evaluación Ecológica (sección 3.2.1.2). Para la cartografía participativa se puede utilizar una imagen satelital, una fotografía aérea, o los resultados de los OAZ. Por otro lado, se pueden utilizar otras técnicas participativas, tales como el café mundial o focus group que están descritos en el **Recurso 03: Alternativas metodológicas para la definición de objetivos**. No obstante, independiente del mecanismo seleccionado para integrar el juicio experto a la definición de los OAZ es importante que se representen espacialmente los resultados.

Ejemplo de integración del juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF

La Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña aplicó la metodología de cartografía participativa para ajustar y revisar con los actores claves los OAZ. En este caso se usaron preguntas orientadoras que facilitaron el diálogo entre los participantes: ¿Estás de acuerdo con los Objetivos Ambientales Zonificados asignados? ¿Qué zonas modificaría? ¿Qué objetivo ambiental debería tener?. De esta manera, se pudo identificar las zonas que requieren modificaciones a los OAZ y los argumentos que las justifican. En la Figura 30 se puede observar un ejemplo de revisión de los OAZ para la biodiversidad, en donde la Preservación se representó en color verde, la Restauración en color rojo y el Uso Sustentable en color amarillo. Estas cartografías que recogían observaciones y propuestas de cambios fueron escaneadas y georreferenciadas para su análisis en Sistemas de Información Geográfica.

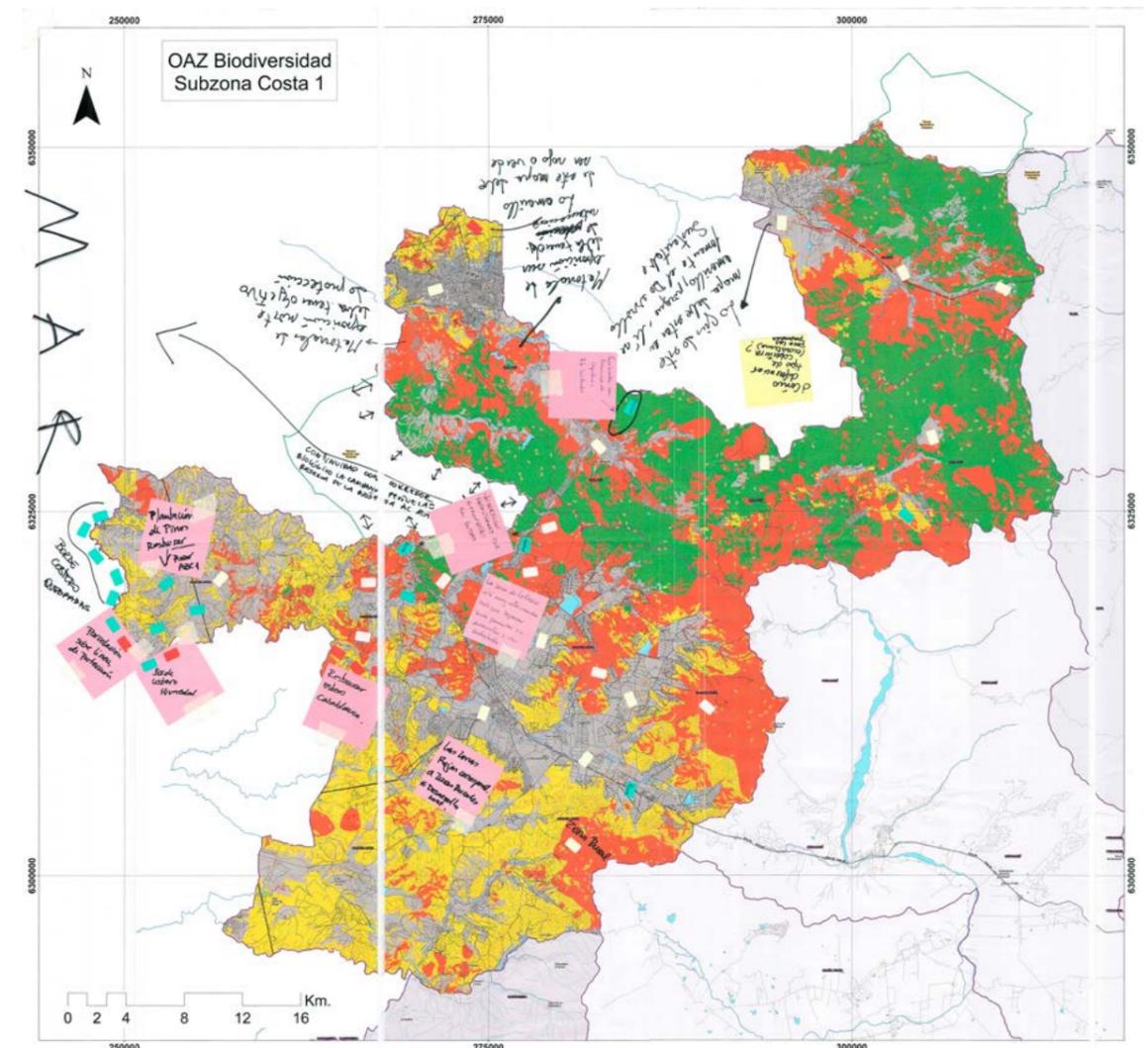


Figura 30. Cartografía participativa para los Objetivos Ambientales Zonificados con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA-ONU Medio Ambiente, 2020.

Ejemplo de integración del juicio experto. Planificación ecológica de la región del Biobío

El ejercicio de planificación ecológica a escala regional de la región de Biobío (Universidad de Concepción, 2016) incorporó una instancia participativa con expertos locales para identificar las zonas que son relevantes para el OAZ Restauración para la biodiversidad. Esta instancia utilizó el método de cartografía participativa de Corbett et al. (2009) por medio de un mapa base con imágenes satelitales del área del proyecto. Los expertos y expertas locales tuvieron que marcar puntos referenciales de los sitios considerados prioritarios para restaurar y mencionar indicadores ecológicos para seleccionar dichos sitios, los que se relacionaron principalmente al grado de perturbación de los ecosistemas y la presencia de hábitat degradados de la región del Biobío.

De esta forma, se lograron distinguir 35 sitios prioritarios de OAZ Restauración para la biodiversidad, lo que sirvió como insumo para comparar y ajustar las versiones preliminares de OAZ Restauración. Los mapas bases fueron escaneados y georreferenciados por Sistemas de Información Geográfica (Figura 31).

Como resultado de esta práctica, los sitios prioritarios de OAZ Restauración para la biodiversidad con base en juicio experto dieron cuenta de:

“La mayoría de estas áreas no poseen una figura de protección oficial (43%). Un 21% se encuentran dentro de un sitio prioritario, 11% están dentro de la Reserva de la Biosfera Nevados de Chillán (n=24), 9% se localizan dentro de una unidad del SNASPE y 9% se localizan dentro de un Área Protegida Privada. Las principales razones para seleccionar estas áreas es debido a que son “hábitat para diversas especies” y zonas de “provisión de agua.” (Universidad de Concepción, 2016, p. 30).

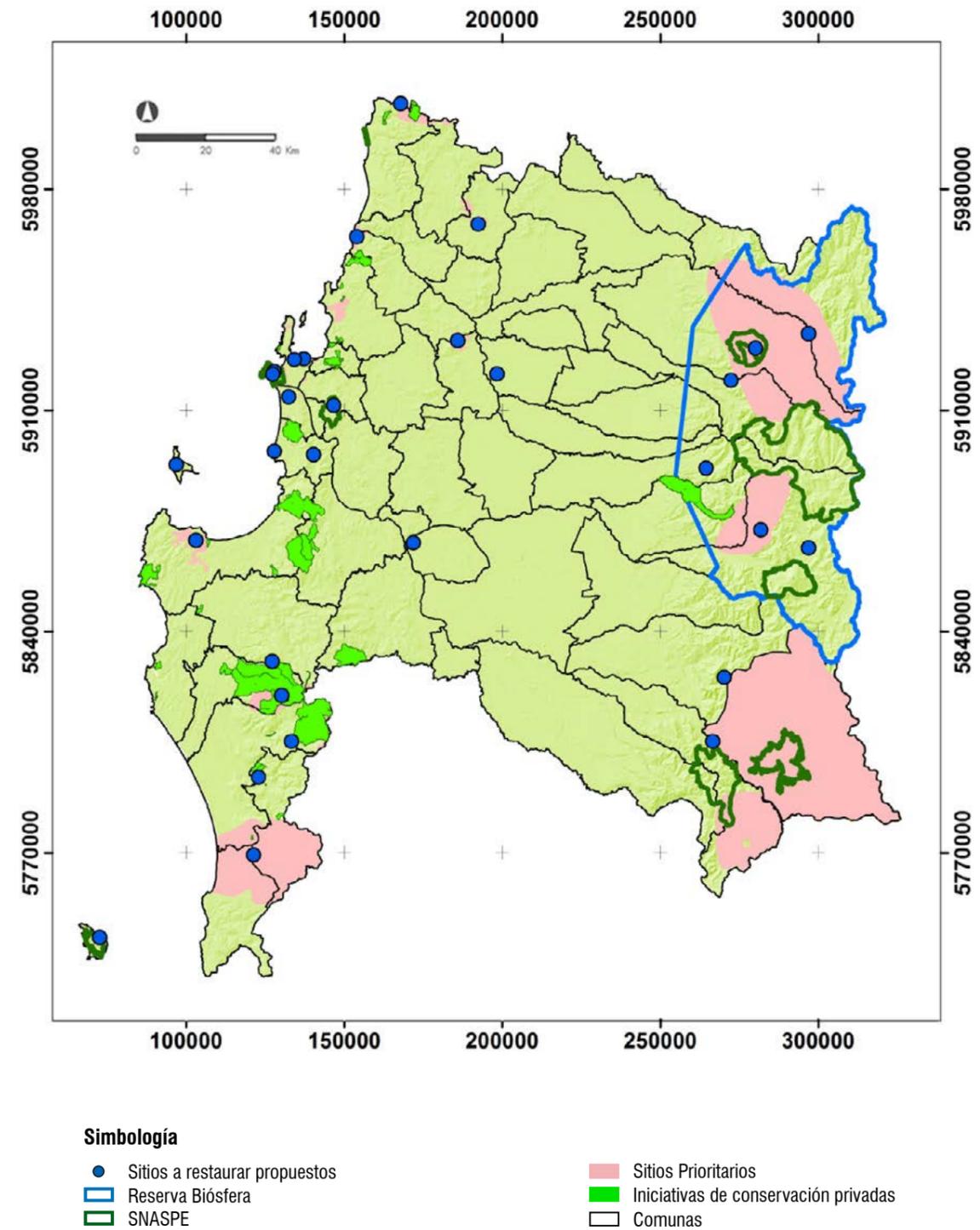


Figura 31. Localización de las áreas de restauración propuesta por los expertos locales. Planificación ecológica de la región del Biobío. Fuente: Universidad de Concepción, 2016.

4.2

Infraestructura Ecológica

La Infraestructura Ecológica (en adelante I.E.) es una figura de planificación y gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y corresponde a la red interconectada de espacios naturales y seminaturales con una alta Relevancia Ecológica, y que son claves como soporte estructural y funcional para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La Infraestructura Ecológica está compuesta por núcleos, que corresponden a unidades espaciales que concentran un mayor valor ecológico para la biodiversidad y para los servicios ecosistémicos; corredores, que corresponden a elementos lineales del paisaje que comunican los núcleos y permiten el flujo de materiales y energía; y nodos, que corresponden a parches de menor tamaño con valores medios de relevancia, que se localizan sobre los corredores, entre los núcleos y que son importantes para la conectividad global del sistema. Las áreas bajo alguna protección oficial y ecosistemas especiales como vegas o glaciares son también parte de la I.E. (ver Mapa 11)

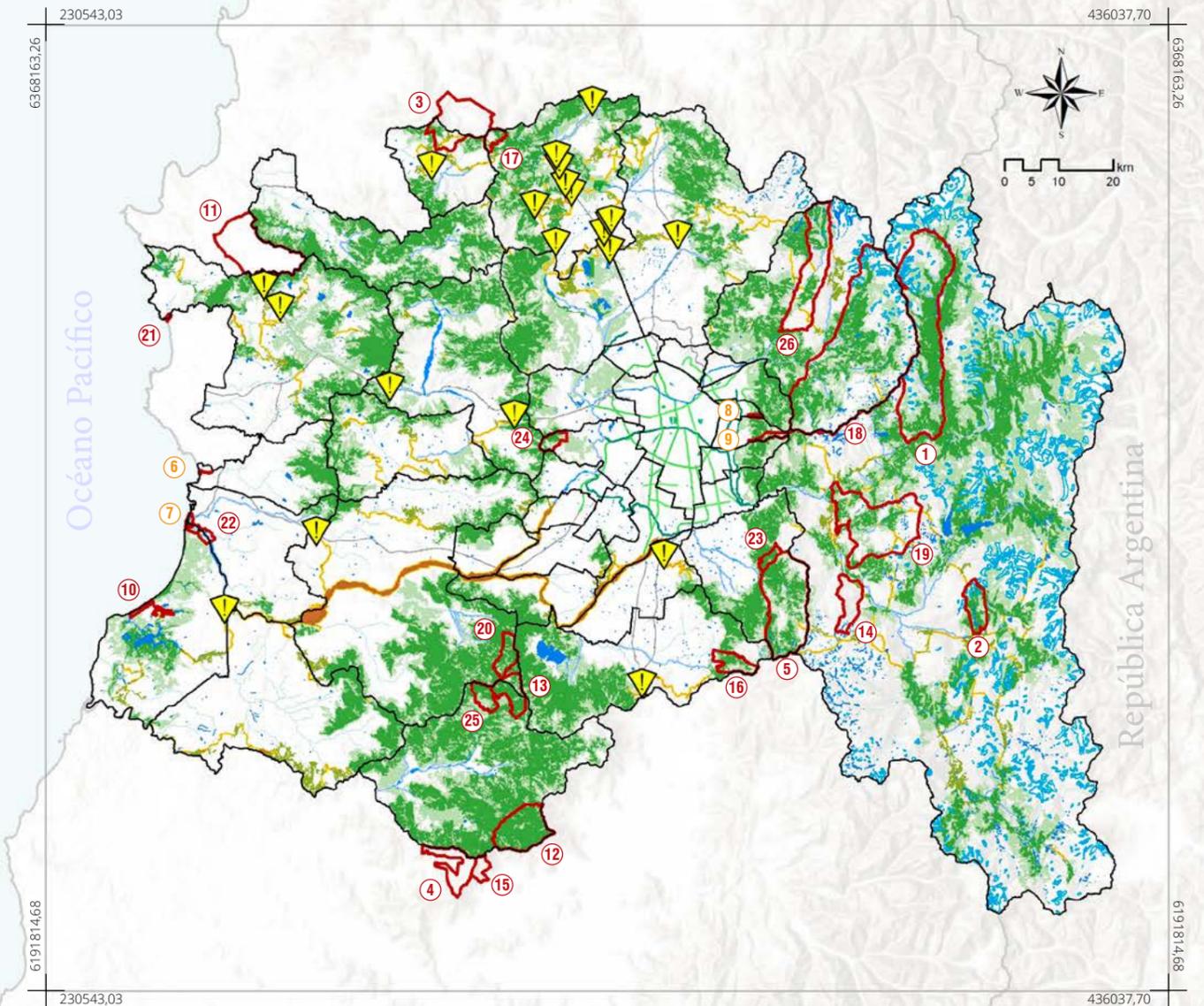
Conocer las posibles rutas de conectividad es fundamental para conservar los ecosistemas, ya que estas condicionan la interacción entre ecosistemas y por lo tanto su estado y funcionamiento (disponibilidad de agua, nutrientes en el suelo, humedad, diversidad genética, redes tróficas, etc.).

Por lo anterior, la Infraestructura Ecológica debe ser priorizada al más alto nivel posible para implementar medidas de preservación y restauración cuando sea necesario. Es deseable que los núcleos, nodos y corredores sean protegidos por medio de su declaración oficial como áreas protegidas y consecuentemente reconocidas en los instrumentos de planificación territorial de diversas escalas.

La I.E. debe mantener coherencia espacial entre las distintas escalas de la planificación ecológica. Por una parte, a escala regional los componentes de la I.E. deben contemplar sus áreas protegidas y grandes espacios naturales con alta Relevancia Ecológica. Mientras que a escala local los componentes de la I.E., además de lo anterior, deben considerar los espacios naturales y seminaturales de menor tamaño y zonas de alta Relevancia Ecológica que destaquen en un contexto territorial menor, por ejemplo quebradas, esteros, ríos, etc.

La I.E. se identifica principalmente a partir de los resultados de los OAZ con base en cuatro pasos metodológicos:

- 1 - Identificar núcleos
- 2 - Identificar corredores
- 3 - Identificar nodos
- 4 - Definir zonas de amortiguación.



Mapa 11. Infraestructura Ecológica (IE)

<p>Áreas a conectar</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Núcleos ■ Nodos <p>Corredores</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Corredores Principales ■ Corredores Secundarios <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite comunal ~ Vías principales 	<p>Zonas de amortiguación (ZA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ZA de los Núcleos ■ ZA 50m de Corredores Principales ■ ZA 200m de Corredores Principales ■ ZA 50m de Corredores Secundarios ■ ZA 200m de Corredores Secundarios <p>Zonas especiales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Cursos y cuerpos de agua ■ Glaciares 	<p>Planificación complementaria STGO+</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Anillo Verde ~ Corredores potenciales ■ Parques prioritarios ■ Área de influencia de cursos de agua <p>Otros componentes de la IE</p> <ul style="list-style-type: none"> Áreas protegidas e Iniciativas de protección ▼ Zonas de conflicto
--	--	---

Áreas protegidas e iniciativas de protección

<ul style="list-style-type: none"> ① B.N.P. Río Olivares ② M.N. El Morado ③ P.N. La Campana ④ P.N. Las Palmas de Colcalán ⑤ P.N. Río Clarillo ⑥ RENAMU Humedal de Cartagena ⑦ RENAMU Humedal de Santo Domingo ⑧ RENAMU Parque Mahuida ⑨ RENAMU Parque Quebrada de Macul 	<ul style="list-style-type: none"> ⑩ R.N. El Yali ⑪ R.N. Lago Pañuelas ⑫ R.N. Roblería del Cobre de Loncha ⑬ S.N. Altos de Cantillana ⑭ S.N. Cascada de las Ánimas ⑮ S.N. Cerro Poqui ⑯ S.N. El Ajjal ⑰ S.N. Cerro El Roble ⑱ S.N. Yerba Loca 	<ul style="list-style-type: none"> ⑲ S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal ⑳ S.N. Horcón de Piedra ㉑ S.N. Humedal de Tunquén ㉒ S.N. Humedal Río Maipo ㉓ S.N. Torcazas de Pirque ㉔ S.N. Quebrada de la Plata ㉕ S.N. San Juan de Piche ㉖ S.N. Predio Los Nogales
--	--	---

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

No obstante estos seis pasos metodológicos, la E.I. puede ser definida o complementada a través del juicio experto de las y los actores claves mediante la identificación de áreas importantes para conformar los núcleos o zonas de amortiguación, así también para definir los posibles corredores. Para más información, revisar el **Recurso 15: Infraestructura Ecológica con base en juicio experto.**

Núcleos

Para definir los núcleos de la I.E., en primer lugar, se deben identificar las zonas con OAZ de Primera Prioridad de Preservación para todas las dimensiones de evaluación (biodiversidad y servicios ecosistémicos). Estas zonas son a la vez las áreas de mayor Relevancia Ecológica. Posteriormente, se realiza una selección otorgándole la misma ponderación a las zonas Primera Prioridad de Preservación para la biodiversidad por un lado, y al conjunto de zonas Primera Prioridad de Preservación para los servicios ecosistémicos, por otro lado. Luego, se realiza una suma entre los mapas involucrados, seleccionando todos aquellos parches que tengan el nivel más alto de ponderación como núcleos potenciales. Posteriormente se puede aplicar un filtro para seleccionar los polígonos de mayor tamaño como núcleos definitivos (Marull y Mallarach, 2002).

Por ejemplo, si el ejercicio de planificación involucra la evaluación de tres servicios ecosistémicos, cada uno se pondera con valor 1, y a las zonas Primera Prioridad de Preservación por biodiversidad se las pondera con valor 3. Posteriormente se seleccionan los parches con valor igual o superior a 3, como núcleos potenciales.

Corredores

La I.E. se determina utilizando un análisis de conectividad de paisaje propuesto por Nikolakaki (2004) y Gurrutxaga et al. (2011). Aunque normalmente para la modelación de conectividad ecológica se utiliza una especie o ensamble focal, también se puede emplear una aproximación más amplia que permita considerar otros flujos potenciales (ej. agua y viento) y que ha demostrado ser útil para la planificación territorial, como, por ejemplo, en los casos de la Infraestructura Ecológica Principal de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019), del Plan del Verde y de la Biodiversidad de Barcelona 2020 (Ayuntamiento de Barcelona, 2013), Plan de Infraestructura Verde de Vitoria Gasteiz (Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz, 2014) o de la Estrategia Europea de Infraestructura Verde (Unión Europea, 2013). Cabe mencionar que, si bien este método modela los corredores de los flujos de materia y energía, se puede inferir que dichos corredores son también un aporte a la conectividad de un gran número de especies de hábito de movilidad terrestres, ya que se emplazan en zonas que presentan un alto valor ecológico. De cualquier forma, esta aproximación más amplia, siempre cuando sea posible, debería ser complementada con la estimación de la estructura y conectividad del paisaje para alguna especie o ensamble focal.

La conectividad del paisaje en este caso es el grado en que el paisaje facilita o dificulta el movimiento entre parches o núcleos de seres vivos y otros flujos ecológicos. Los corredores, se definen mediante una modelación que emplea la técnica de ruta de menor costo, es decir, una modelación que busca las rutas que menos dificultan el movimiento entre los núcleos. Para ello, se utiliza la extensión de Arc-Map Linkage Mapper 2.0.0. diseñada especialmente para el análisis de conectividad de paisaje, que permite mapear las conexiones potenciales entre núcleos usando la ruta de menor costo. Esta herramienta requiere de un archivo de núcleos en formato vectorial y una superficie de costo en formato ráster.

La superficie de costo representa el nivel de resistencia al movimiento que presenta el territorio. La superficie de costo se construye a partir de la carta de usos y coberturas de suelo actuales, donde a cada uso o cobertura se les asigna un valor de resistencia potencial al flujo de materiales y energía (tales como especies de fauna o agua). Dichos valores de costo oscilan entre 1 (muy bajo) a 1000 (muy alto).

Los valores de costo se pueden definir utilizando como referencia los valores de IPEN sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Como cada una de estas dimensiones posee su propio valor de IPEN, se selecciona el valor máximo asignado al uso o cobertura entre las dimensiones de evaluación. Así, se asignan los máximos valores de resistencia (o costo) a los usos y coberturas que producen los mayores niveles de IPEN, y viceversa (ver Figura 32). Este resultado puede someterse al juicio de expertos y expertas, o bien, toda la estimación de los valores de costo puede realizarse bajo la consulta a expertas y expertos.

Valor IPEN	Valor costo
Muy alto (5)	1.000
Alto (4)	500
Medio (3)	100
Bajo (2)	50
Muy bajo (1)	1 a 25

Figura 32. Clasificación de costo según valor de IPEN.

Medidas Ambientales a los usos del territorio

4.3

Crterios adicionales para la definición de corredores

Dada la importancia de los cursos de agua para el flujo de materia y energía en el paisaje, la red de corredores modelados se complementa con la red de cursos de agua (ríos o esteros existentes) de las capas de hidrografía del IGM (2016) y OSM (2018).

Zonas de conflicto

Las zonas de conflicto (ver Mapa 11) corresponden a sectores donde los corredores principales son cruzados por autopistas o carreteras. Dichas zonas indican los lugares donde se requiere la construcción de infraestructura que permita garantizar el correcto flujo de materia y energía a través del paisaje, ya sea por medio de pasos sobre y bajo nivel, pasarelas para fauna, agua y otros flujos relevantes.

Nodos

Los nodos corresponden a parches de menor tamaño localizados entre los núcleos y que intersectan a los corredores. Estos nodos actúan como escalones ecológicos que permiten la conectividad del paisaje. Para identificarlos se seleccionan los parches de OAZ Preservación y OAZ Restauración de Primera Prioridad para la biodiversidad que se localizan sobre los corredores identificados.

Adicionalmente, se pueden identificar otras zonas que podrían estar subestimadas o invisibilizadas en los análisis realizados y que deben ser reconocidas e incorporadas a la I.E. respetando su integridad espacial. **(ver Recurso 16. Zonas Especiales de la Infraestructura Ecológica).**

Zonas de Amortiguación

Las zonas amortiguación son las áreas donde se deben realizar actividades compatibles con la preservación y del menor impacto posible para mantener la integridad de los núcleos, nodos y corredores. Según sea el caso estas podrían ser identificadas sólo en los núcleos y corredores.

Las zonas de amortiguación adyacentes a los núcleos se pueden seleccionar identificando las zonas de OAZ Preservación de Primera Prioridad para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sus tres prioridades (1era, 2da y 3era prioridad) que comparten perímetro con los núcleos.

Las zonas de amortiguación de los corredores varía dependiendo de las coberturas de uso de suelo presentes a su alrededor. Con base en Riveros (2019) y su análisis de las propiedades de las zonas ribereñas y sus franjas oficiales de resguardo, se puede definir el ancho de las zonas de amortiguación en 50 m para zonas urbanas y 200 m para zonas rurales.

Uno de los principios de los OAZ es que orientan respecto al tipo de actividad a realizarse en una zona determinada y también sobre el nivel de restricciones sobre estas. Por esta razón, en la Figura 33 se entregan directrices generales de la relación entre los OAZ y las actividades humanas en el territorio para las áreas silvestres, rurales y urbanas.

		Objetivos Ambientales Zonificados			
			Preservación	Restauración	Uso Sustentable
Coberturas	Silvestre	Uso 1	Prohibidos		
		Uso n		Permitidos previa evaluación	
	Rural	Uso 1			Propiciados
		Uso n	Con limitaciones		
	Urbano	Uso 1			Permitidos
		Uso n			Permitidos
					+ Actividades - Restricciones

Figura 33. Relación entre el nivel de actividades humanas y los Objetivos Ambientales Zonificados.

En las zonas donde aplica el OAZ Preservación, se sugiere realizar un menor número de actividades y menos intensivas lo cual va cambiando al acercarse al OAZ Restauración y OAZ Uso Sustentable. Al mismo tiempo, se sugiere que el nivel de restricción impuestos a las actividades, es decir el número e intensidad de las buenas prácticas, varíe según el tipo de cobertura en el que se recomienda el OAZ. Por ejemplo, el OAZ Preservación será más restrictivo si se trata de una zona silvestre, en lugar de una rural o urbana. Para orientar sobre el nivel de actividades y de restricción a los diferentes usos se pueden utilizar diferentes categorizaciones. En la Figura 33 se utilizan las categorías para orientar los usos en el territorio propuestas por Gómez Órea (2002).

Los OAZ orientan sobre el tipo de actividades preferidas en una zona, pero también sobre las acciones o buenas prácticas que las actividades deberían implementar para actuar responsablemente con el medioambiente y evitar su deterioro. En la planificación ecológica estas últimas reciben el nombre de Medidas Ambientales, y son orientaciones que pueden ser incorporadas por las diferentes administraciones sectoriales en sus respectivas políticas programas, planes y/o proyectos (GORE RMS y GTZ, 2002), y privados que deseen realizar sus actividades de manera responsable con el medio ambiente.

Para definir las Medidas Ambientales a los usos del territorio se realiza una revisión bibliográfica de medidas, zonificaciones, manuales, iniciativas, requerimientos generales y ejercicios de planificación ecológica. También se puede recurrir a otras fuentes nacionales e internacionales y al conocimiento y experiencia de los actores claves.

Las Medidas Ambientales deben ser descritas de manera sencilla, breve y directa dejando claro a la actividad productiva en que se pueda aplicar. Estas deben estar dirigidas al menos a una dimensión de evaluación y declarando su pertinencia respecto a cada uno de los Objetivos Ambientales Zonificados. Se sugiere agrupar las Medidas Ambientales al menos con los usos de suelo: asentamientos humanos, zona industrial e infraestructura energética, infraestructura de transporte, infraestructura sanitaria, actividades mineras y extractivas, terrenos agropecuarios, terrenos silvícolas, y turismo. Los usos definidos deben estar en coherencia con la carta de usos de suelo actuales y la escala de la planificación. A cada medida se le asigna un código relacionado a su uso.

Con base en el juicio de expertos y expertas, se define la pertinencia de las Medidas Ambientales respecto a los OAZ y a la dimensión de evaluación. De esta manera, a cada Medida Ambiental se le asigna un nivel de pertinencia respecto a los OAZ Preservación (P), Restauración (R) y Uso Sustentable (US) y un nivel de aporte a las dimensiones de evaluación: biodiversidad y servicio ecosistémicos (ver Figura 34).

Nivel	Simbología pertinencia a OAZ	Simbología aporte a dimensiones de evaluación
Alto	***	●
Medio	**	◐
Bajo	*	○

Figura 34. Simbología según nivel de pertinencia a cada OAZ y nivel de aporte a cada dimensión de evaluación.

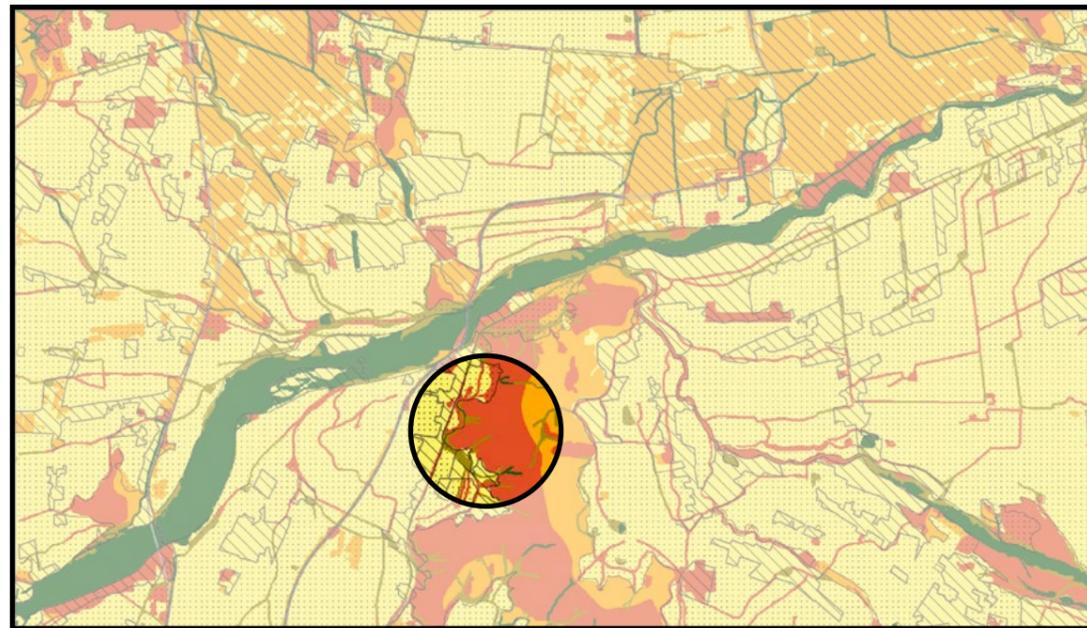
Finalmente, se construye una base de datos alfanumérica que permite a los usuarios identificar Medidas Ambientales según la actividad o uso de interés (ej. actividades silvoagropecuarias o asentamientos humanos), el OAZ (ej. Restauración), y la dimensión de evaluación (ej. biodiversidad). De esta manera, queda disponible un set de alternativas que el usuario puede seleccionar y filtrar de acuerdo a otros criterios como, por ejemplo, los recursos disponibles, experiencia y factibilidad. Este sistema busca ser flexible y brindar la mayor cantidad de alternativas posibles para la gestión del territorio.

Toda la información requerida para seleccionar las Medidas Ambientales, es provista por la planificación ecológica:

- Usos y coberturas de suelo en el área geográfica de interés
- Dimensión(es) de análisis en la(s) cual(es) se tenga interés (biodiversidad, servicios ecosistémicos)
- Objetivo(s) ambiental(es) zonificado(s) presente(s) en el área geográfica y de interés para la gestión territorial.
- Diferenciación de coberturas urbanas, rurales y silvestres.

En la Figura 35 se observan los resultados del OAZ Restauración para la regulación del agua en un área silvestre. Según el ejemplo, en esta zona se sugiere la actividad turística. A partir de la base de datos alfanumérica, se pueden identificar Medidas Ambientales que aporten al OAZ Restauración y a la dimensión regulación de agua para la actividad turística. A través de este sistema es posible seleccionar Medidas Ambientales con una alta pertinencia para este OAZ y alto aporte para la regulación de agua (ej. MT05). No obstante, también se pueden seleccionar otras medidas en las que su nivel de pertinencia y aporte sea menor, pero que contribuyen a más de un OAZ, o bien, que sea más acorde a las características del territorio o los recursos disponibles, entre otros criterios (ej. MT07 o MT02).

Medidas ambientales OAZ Restauración para la regulación de agua



Mapa OAZ Restauración para la regulación de agua

Tipos de cobertura

- Urbana
- Rural
- Silvestre**

OAZ para la regulación de agua

- Preservación
- Preservación y Restauración
- Restauración**
- Restauración y Uso Sustentable
- Uso Sustentable

Restauración

Cobertura	Orientaciones generales	Usos de suelo							
		MAH	MIE	MIT	MIS	MME	MTA	MTS	MT
Silvestre	Se sugiere excluir o minimizar las intervenciones antrópicas estableciendo medidas de reparación.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Rural	Se sugiere establecer medidas que recuperen el daño causado por actividades humanas y disminuir su extensión espacial e intensidad.	⊘	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Urbana	Se sugiere establecer medidas que recuperen el daño causado por actividades humanas y disminuir su intensidad.	✓	✓	✓	✗	✗	✓	⊘	✓

✓ Sugerido ✗ No sugerido ⊘ No aplica

Simbología para las Medidas Ambientales



Medidas ambientales para usos Turísticos (MT)

Código	Medidas ambientales	Pertinencia a OAZ			Aporte a dimensión de evaluación		
		P	R	US	A	B	C
MT1	Prohibir la caza.	***	**	**	○	●	○
MT2	Prohibir corte de vegetación nativa.	***	**	**	◐	◑	○
MT3	Prohibir uso de embarcaciones a motor.	***	***	*	●	●	○
MT4	Controlar y evitar excesos que los turistas puedan cometer y que puedan dañar o perturbar la flora y fauna silvestre y los ecosistemas naturales.	**	*	***	○	●	◐
MT5	Definir capacidad de carga turística.	***	***	***	●	●	●
MT6	Restringir o minimizar la construcción de infraestructura turística	***	**	*	◐	●	●
MT7	Evitar la creación de caminos y senderos.	**	***	*	◐	●	●
MT8	Mantener y/o plantar la mayor cantidad de vegetación nativa de las distintas estratas, e incluirlas en los jardines y cercos.	**	**	***	○	●	◐

Figura 35. Medidas Ambientales. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA-ONU Medio Ambiente, 2020.

4.4

Integración de la planificación ecológica

La planificación ecológica es una herramienta desarrollada para su uso por diferentes actores del territorio. En esa línea, el análisis de la integración de la planificación ecológica se hace fundamental para avanzar sobre una lógica de efectiva utilización de este instrumento, es decir, analizar la potencialidad del uso de la planificación ecológica en diferentes instrumentos.

Para el análisis de la implementación efectiva de la planificación ecológica en los instrumentos es necesario contar con los resultados del paisaje normativo, la Evaluación Ecológica y Propuestas de la planificación ecológica. Así, es recomendable realizar una síntesis de todos los resultados que incluya la Relevancia Ecológica, la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos, el Riesgo Ecológico, junto con las sugerencias asociadas a los Objetivos Ambientales Zonificados, la Infraestructura Ecológica y Medidas Ambientales a los usos del territorio. En esta integración y síntesis de la información es importante considerar los resultados del paisaje normativo (instrumentos de ordenamiento y planificación territorial, normativos e indicativos, instrumentos sectoriales). Este análisis debe ser complementado con la carta de uso de suelo planeado (**ver Recurso 17. Carta de usos planeados**).

En términos metodológicos, esta síntesis debe realizarse mediante una ficha que incorpore:

- Cartografía del área analizada, que considere al menos información sobre la Relevancia Ecológica en la dimensión de evaluación de interés y los resultados de la Infraestructura Ecológica.
- Descripción que detalle los niveles de Relevancia Ecológica y las características del lugar.
- Amenazas principales, que señale las principales tensiones del territorio, señalando por ejemplo los niveles de IPEN y Riesgo Ecológico en la dimensión de evaluación de interés.
- Contexto normativo, que describa las normas, o instrumentos de ordenamiento y planificación que regulan y orientan las actividades sobre el territorio.

A partir de la ficha se sugiere indagar en las siguientes preguntas:

- ¿Qué áreas se encuentran actualmente protegidas?
- ¿Bajo qué figuras de protección?
- ¿Cuál es la intensidad de esa protección?
- ¿Qué brechas existen entre lo que se encuentra normado y los resultados de la planificación ecológica?
- ¿Hay alguna iniciativa que se pueda fomentar?
- ¿Qué figura o IPT sería más adecuada para sortear la brecha entre los resultados de la planificación ecológica y lo señalado por las normas?

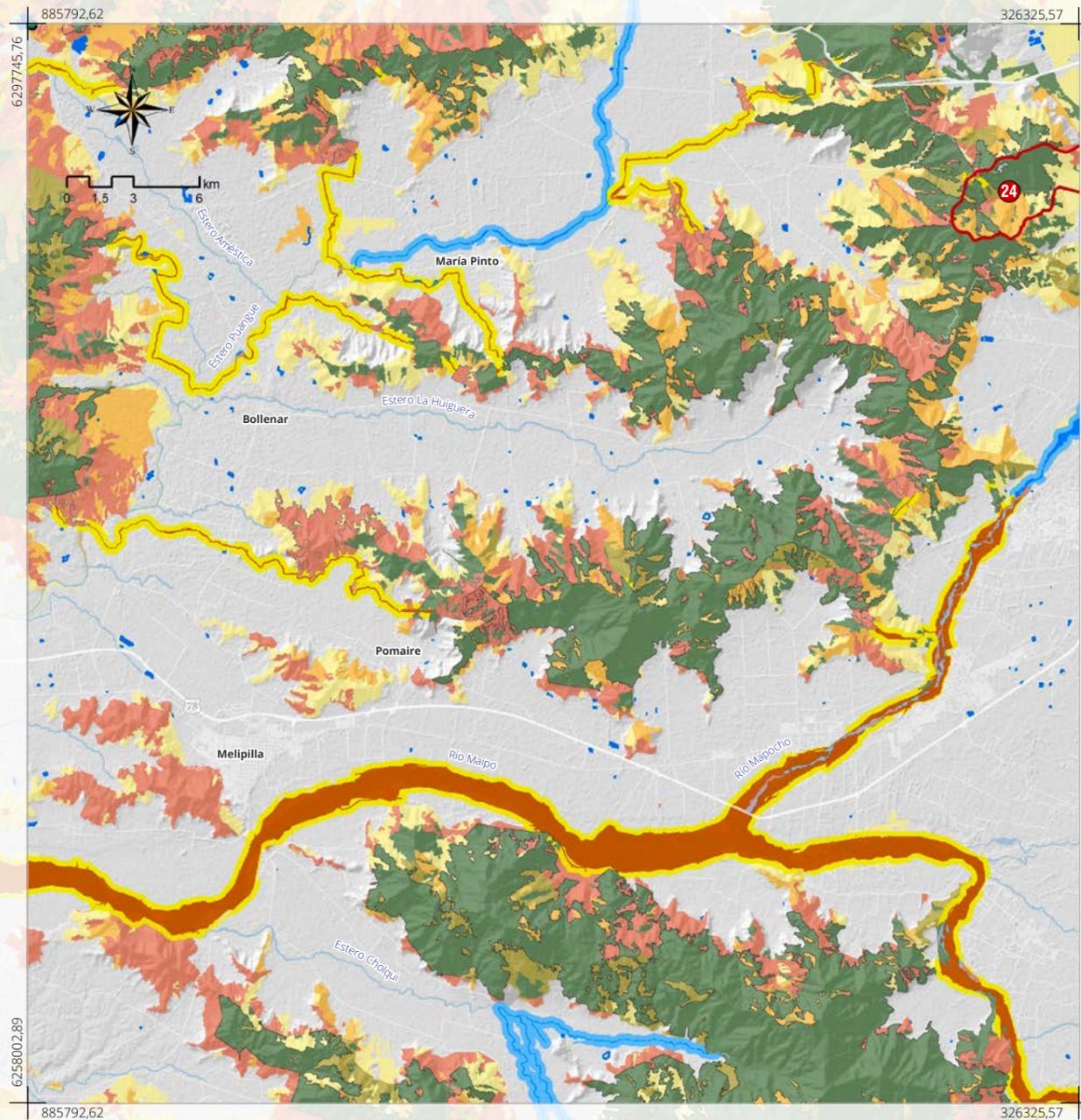
Categoría	Descripción
Vacíos	Ausencia de regulación jurídica sobre un tema, o de orientaciones sobre un ámbito en particular (para el caso de los instrumentos indicativos).
Sinergias	Implica que existe una relación coherente, concisa y clara de los instrumentos normativos.
Duplicidades	Implica el desempeño de las mismas funciones en diferentes instrumentos e instituciones generando desgaste institucional.
Contradicciones	Referida a los instrumentos que pueden ser confusos o ambiguos, siendo interpretados de manera opuesta.

Figura 36. Categorías iniciales para el análisis de la integración de la planificación ecológica.

En cualquier caso, se debe desarrollar un análisis cualitativo y crítico de los instrumentos identificados con el objeto de visualizar posibles vacíos, conflictos, superposiciones y sinergias con la planificación ecológica, para generar propuestas concretas de cómo incluir los resultados de ésta en dichos instrumentos. Este tipo de análisis utiliza categorías iniciales de codificación que luego varían según el análisis de los datos (Andréu, 2000; Hsieh y Shannon, 2005). En la figura 36, se presentan categorías iniciales que han permitido caracterizar los instrumentos normativos sectoriales, y de planificación y ordenamiento territorial.

Con toda esta información se elaboran sugerencias que permitan disminuir las brechas y asegurar la preservación, restauración y uso sostenible propuesta en la planificación ecológica por medio de instrumentos normativos. Por ejemplo, estos análisis deben ayudar a identificar potenciales focos de conflicto, actores clave para diseñar e implementar la planificación ecológica, y las posibilidades de ampliación o creación de nuevas áreas de protección.

En esta línea, la planificación ecológica podrá servir de insumo para decisiones de las autoridades en diversos niveles político administrativo en las cuales se deba incorporar un razonamiento complejo del territorio y su dimensión ambiental. Para cada uno de dichos procesos de toma de decisiones, la información y enfoque de la planificación ecológica debería resultar determinante. Más aún, cuando en la propia planificación ecológica se detecte un riesgo asociado a una normativa existente y que pueda ser modificada, se deberían identificar las acciones necesarias y propiciar su implementación. Por ejemplo, si se detecta que en un plan regulador un área de muy alta Relevancia Ecológica por biodiversidad se asigna como industrial, la planificación ecológica podría servir como insumo para modificar el plan regulador y destinar dicha zona a preservación. En la Figura 37 se muestra un ejemplo de resultado del análisis para la integración de la planificación ecológica, realizado en la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.



Mallarauco y Las Lomas-Cerro Pelucón

OAZ Síntesis Biodiversidad

- Preservación
- Preservación y Restauración
- Restauración
- Restauración y Uso Sustentable
- Uso sustentable

Infraestructura Ecológica

- Núcleos
- Nodos
- Corredores principales
- Corredores secundarios
- Zonas especiales

Zona de Amortiguación (ZA)

- ZA 50m Corredores principales
- ZA 200m Corredores principales
- ZA 50m Corredores secundarios
- ZA 200m Corredores secundarios

Simbología

- Áreas protegidas
- Iniciativas de protección
- ~ Cursos de agua
- Cumbres

Áreas Protegidas

- 24 S.N. Quebrada de la Plata

Mallarauco y Las Lomas-Cerro Pelucón

Región Metropolitana

Mallarauco y Las Lomas-Cerro Pelucón es parte de la cordillera de La Costa, entre sectores del valle interior de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Comprende parte de las comunas de María Pinto, Curacaví, Padre Hurtado, Peñaflores, Talagante, El Monte y Melipilla.

Descripción general

Esta zona presenta una muy alta y alta Relevancia Ecológica por biodiversidad. Posee coberturas naturales de matorrales esclerófilos, matorrales suculentas, matorrales espinosos, y bosques, destacando algunas quebradas de bosque esclerófilo costero (GORE RMS y SEREMI MMA RMS, 2013).

Amenazas principales

La principal amenaza es la expansión de actividades agropecuarias, lo que define una IPEN muy alta-alta en los pies y zonas intermedias de las montañas sobre la biodiversidad. El Riesgo Ecológico de la biodiversidad también es muy alto en casi la totalidad del lugar.

Contexto normativo

Está regulado por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago como "Área Restringida por Cordones Montañosos", "Áreas de Interés Agropecuario Exclusivo" y "Área de Interés Silvoagropecuario Mixto" cuyos usos preferentes son de conservación, pero que permiten la actividad silvícola, agrícola, ganadera y agroindustrial. Así también, se encuentra rodeado de algunas áreas de usos "Habitacional-Mixto" y "Área verde" definidas también por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Mallarauco y Las Lomas-Cerro Pelucón fueron definidos como Sitios Prioritarios de la Estrategia Regional de Conservación para la Biodiversidad de la Región Metropolitana (2015-2025) y además cuenta con una Área de Protección Privada en Mallarauco perteneciente a la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP) de CODEFF en la comuna de María Pinto.

Sugerencias

Este sitio tiene núcleos que cubren las cumbres y nodos que se encuentran dispersos y localizados en las faldas de los cerros. Están conectados con corredores por el sector oriente que aprovechan el curso del río Mapocho y por el sector poniente atravesando las áreas de actividades productivas. Se sugiere implementar el OAZ Preservación en las montañas y, OAZ Uso Sustentable y OAZ Restauración en los pies de las montañas para la biodiversidad. En este lugar se recomienda establecer una iniciativa de protección en alianza con los municipios y privados que promueva la investigación científica (como un Santuario de la Naturaleza) o bien, un área de protección estricta/normativa que permita las actividades productivas, como una Reserva Nacional del SNASPE.

Figura 37. Ejemplo de Ficha. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.



RECURSOS

Recurso 01 <i>Métodos para identificar actores clave.</i>	104	Recurso 12 <i>Alternativas para la aplicación de la cartografía participativa.</i>	126
Recurso 02 <i>Matriz de interés-influencia para clasificar a los actores clave.</i>	105	Recurso 13 <i>Metodología de cartografía participativa para la Relevancia Ecológica.</i>	129
Recurso 03 <i>Alternativas metodológicas para la definición de los objetivos.</i>	108	Recurso 14 <i>Métodos alternativos para estimar Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos (SSEE).</i>	132
Recurso 04 <i>Alternativas metodológicas para el análisis del paisaje normativo.</i>	109	Recurso 15 <i>Infraestructura Ecológica con base en juicio experto.</i>	136
Recurso 05 <i>Método sugerido para el ajuste espacial.</i>	112	Recurso 16 <i>Zonas especiales de la Infraestructura Ecológica.</i>	138
Recurso 06 <i>Ejemplo diferenciación de coberturas silvestres, rurales y urbanas.</i>	113	Recurso 17 <i>Carta de usos planeados.</i>	139
Recurso 07 <i>Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Año de actualización y escala según región.</i>	114		
Recurso 08 <i>Carta de usos y coberturas actuales.</i>	115		
Recurso 09 <i>Metodología para modelar Riqueza de especies nativas.</i>	119		
Recurso 10 <i>Variables sugeridas para calcular Riqueza de especies nativas.</i>	121		
Recurso 11 <i>Indicadores para evaluar Relevancia Ecológica por biodiversidad. Ejercicios de planificación ecológica a escala regional.</i>	125		

R01

Métodos para identificar actores clave

Existen una diversidad de métodos para identificar actores claves que pueden ser utilizados de manera complementaria entre ellos.

Grupos focales

El equipo a cargo de desarrollar la planificación ecológica intercambia ideas sobre quiénes deberían participar en el proceso de planificación. Es una metodología rápida y permite llegar a un consenso grupal sobre quiénes deberán sumarse al proceso.

Bola de nieve

Los actores identificados sugieren nuevos actores que no han sido considerados. Se debe aplicar con precaución y evaluar si el actor mencionado es pertinente según los criterios del equipo.

Diagrama de Venn

Se realiza un listado de actores y se organizan en círculos según el nivel de relación con la planificación ecológica. En el círculo central están los que tienen una relación directa; en el área media, los actores que poseen vínculos débiles o informales con la planificación ecológica y en el área externa los que tienen una relación muy indirecta y que casi es imperceptible para la planificación ecológica. Si se realiza el ejercicio con grupos diferentes, se pueden intercambiar los resultados para estimular la discusión (Callens y Seiffert, 2003).

Matriz de interés-influencia para clasificar a los actores clave

R02

La clasificación de actores clave mediante la matriz de interés-influencia permite esclarecer la posición que pueden tomar los distintos actores sobre el proceso de planificación ecológica, las dinámicas de poder y el posible involucramiento en las instancias de participación. De acuerdo con Reed et al. (2009), esta matriz puede ser construida a partir de las percepciones de los actores en grupos focales o en entrevistas personales.

Para elaborar la matriz, se puede determinar el interés de los actores involucrados de acuerdo con sus declaraciones implícitas y explícitas, y las acciones llevadas a cabo por cada actor (Jara, 2017). De esta forma se mide el grado de interés en tres niveles, que representan manifestaciones de interés favorables a la planificación ecológica:

Interés bajo

Los actores constatan declaraciones implícitas de interés.

Interés medio

Los actores constatan declaraciones explícitas de interés.

Interés alto

Los actores constatan declaraciones explícitas de interés y acciones voluntarias.

Por otro lado, se puede establecer el nivel de influencia basándose en la escalera de participación propuesta por Fawaz y Vallejos (2008) y expuestas en la Figura 05 de la guía:

Consulta

Los actores no tienen acceso a la toma de decisión, no se generan espacios negociación, pero son capaces de exponer sus demandas y asumen de forma incipiente el cumplimiento de la planificación ecológica.

Presencia y representación

Los actores tienen un acceso parcial a la toma de decisión por mecanismos institucionalizados, son capaces de negociar y asumen alguna forma de control esporádica del cumplimiento de la planificación ecológica.

Influencia

Los actores tienen un acceso a la toma de decisión por mecanismos institucionalizados, son capaces de negociar y asumen alguna forma de control del cumplimiento de la planificación ecológica.

De esta forma, basándose en Jara (2017) y en la escalera de participación de Fawaz y Vallejos (2008), se genera una propuesta de matriz interés-influencia (ver Figura 38), que permite visualizar cuatro tipos de actores:

1 - Actores estratégicos

Tienen alto interés y una participación del tipo influencia.

2 - Actores importantes

Tienen bajo interés y una participación del tipo influencia.

3 - Actores de soporte

Tienen alto interés y participación de tipo consulta.

4 - Otros actores

Poseen bajo interés y participación de tipo consulta.

El estudio de Jara (2017) utilizó esta matriz de interés-influencia para clasificar los actores involucrados en el Plan Verde de Coronel. En este estudio, se determinó el interés de los actores con los tres grados bajo, medio y alto previamente descritos, y se estableció la influencia con una escalera de participación alternativa, utilizando las siguientes categorías:

Consultivo

El actor puede entregar información, pero no incide en la toma de decisiones.

Funcional

El actor puede participar dando su opinión, pero ésta no es vinculante, por lo que, no incide fuertemente en la toma de decisiones. Adicionalmente, puede ejecutar decisiones ya tomadas.

Colaborativo

El actor participa dando su opinión, esta es vinculante, por lo que incide en la toma de decisiones. Adicionalmente, puede ejecutar las decisiones tomadas.

Transformativo

El actor puede opinar y participar en la toma de decisiones. Comparte poder y responsabilidad sobre las decisiones y su implementación.

Jara (2017) categorizó a los actores según su naturaleza en organizaciones públicas, organizaciones de la sociedad civil y organizaciones privadas. Como resultado, en la Figura 39 se observa que existen actores con diferentes niveles de interés, de los cuales, sólo unos pocos tuvieron influencia en la toma de decisiones del Plan. Por otra parte, la participación estaba restringida al propio ámbito de las organizaciones, por ejemplo, en los actores de soporte y otros actores. En este sentido, se pone especial atención a los actores de soporte, ya que, promoviendo su participación permanente en el proceso, podrían transformarse en actores estratégicos. Asimismo, sucede con los otros actores, siendo probable que pasen a ser actores de soporte por medio de capacitaciones, entrega de información e incentivos que aumenten el grado de sus intereses.

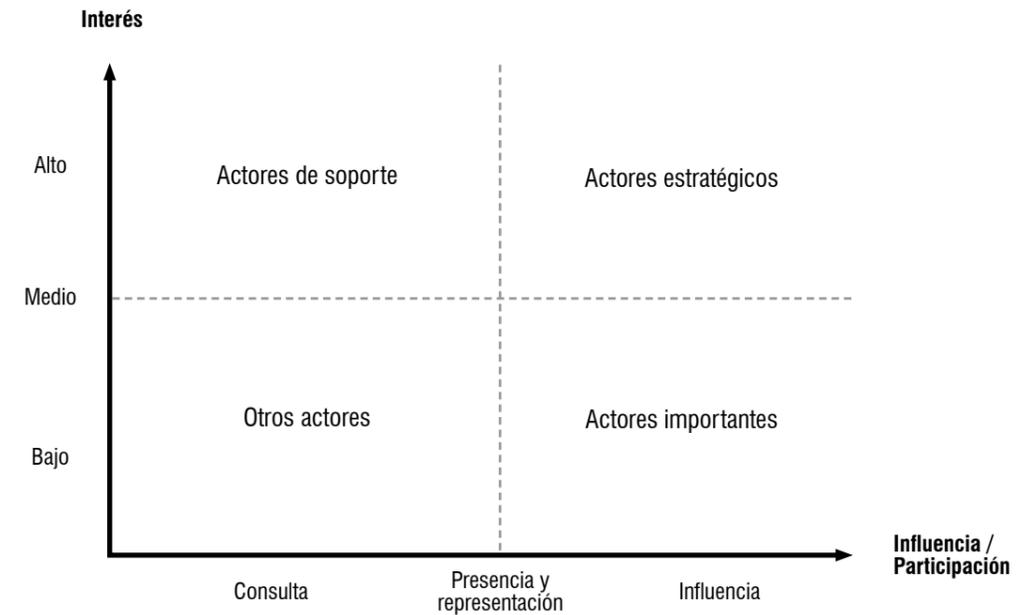


Figura 38. Matriz de interés-influencia para clasificar actores clave. Fuente: Elaboración propia con base en Jara, 2017.

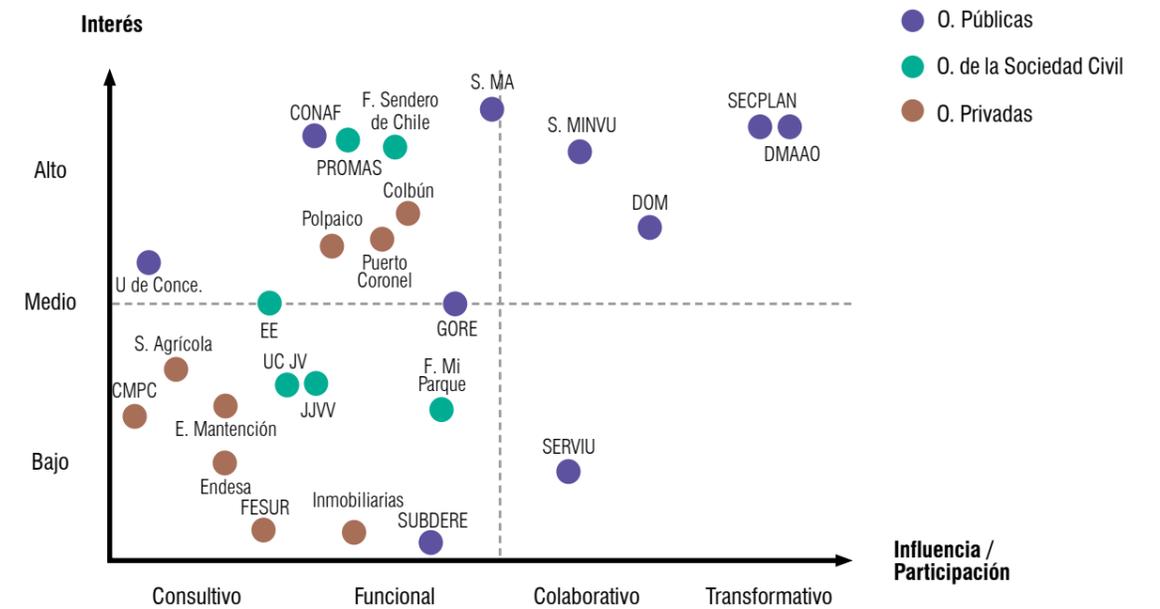


Figura 39. Matriz de interés-influencia de los actores del Plan Verde Coronel. Fuente: Jara, 2017.

R03

Alternativas metodológicas para la definición de objetivos

Para la definición de objetivos existe una diversidad de métodos que pueden ser utilizados incluso de manera complementaria.

Café mundial

Se conforman grupos de personas para plantear preguntas que se discuten durante unos minutos mediante un sistema de rotación. Las rotaciones se realizan de tal manera que los grupos varían la composición de sus integrantes (Esquivel et al., 2014). Algunas preguntas orientadoras podrían ser:

- ¿A qué debería contribuir la planificación ecológica?
- ¿Qué es lo que esperamos lograr con la planificación ecológica?
- ¿Qué problemas o tensiones debería resolver?
- ¿Con qué horizonte temporal?

Grupos focales

El equipo a cargo de desarrollar la planificación ecológica, a partir de la revisión de instrumentos de política pública y la identificación de tendencias, puede sugerir un listado de objetivos que pueden someterse a la discusión con los actores claves para que estos los validen, modifiquen o incluyan otros que no han sido considerados (Secretaría de Desarrollo Social, 2010). Algunas preguntas orientadoras podrían ser:

- ¿Cuáles deberían ser las principales contribuciones o aportes de la planificación ecológica al territorio?
- ¿Qué elementos o aspectos ambientales son importantes del territorio para incorporar en la planificación ecológica?
- ¿En cuánto tiempo deberían concretarse esos aportes o contribuciones?

Sesiones para soñar

Es una manera de diseñar colaborativamente los objetivos de la planificación ecológica. La identificación de objetivos se realiza invitando a soñar en el futuro y se les pide a los actores que expresen (sueñen) los beneficios que les gustaría recibir de la naturaleza, o el estado en el que se encuentra en el futuro (GIFT-T, 2015). Una manera de facilitar la sesión de sueños es un audio de visualización guiada. Algunas preguntas orientadoras podrían ser:

- ¿Cómo ve el territorio en sus sueños?
- ¿Qué diferencias habría con la situación actual?
- ¿Qué actividades se realizan?
- ¿Cómo se realizan esas actividades?
- ¿Cómo contribuye la planificación ecológica a la situación soñada?

Alternativas metodológicas para el análisis del paisaje normativo

R04

La planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (MMA - ONU Medio Ambiente, 2020) realizó un taller participativo con grupos de trabajo conformados por instituciones públicas como representantes del Ministerio de Obras Públicas, Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Nacional Forestal, la Intendencia, SEREMI de Obras Públicas, SEREMI de Medio Ambiente, SEREMI de Salud, SEREMI de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, entre otros; en donde se utilizaron preguntas orientadoras y papelógrafos para facilitar la discusión:

- ¿Cómo visualiza el vínculo/articulación entre el quehacer de su institución y la planificación ecológica? (de manera positiva o negativa).
- ¿Con qué programas, planes, proyectos, procedimientos u otros ve una mayor vinculación?
- ¿Cómo debería ser la planificación ecológica para que se articule de manera positiva con las iniciativas de su institución?
- ¿Cómo debería ser la planificación ecológica para que evite tensiones con las iniciativas de su institución?



Figura 40. Análisis del paisaje normativo con base en juicio experto. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

Por otra parte, se levantó información con actores clave sobre instrumentos, planes, programas, iniciativas de protección, entre otras, mediante un breve cuestionario aplicado de forma presencial e individual entre los participantes de talleres. El cuestionario tuvo como objetivo recabar tres instrumentos que podrían articularse/vincularse con las Propuestas de la planificación ecológica, tal como se muestra en la Figura 41.

Como resultado de la recopilación de instrumentos locales y regionales, se pudieron identificar planes de acción, programas, estudios, leyes, normas y decretos que manejan o implementan los actores clave del territorio. Algunos ejemplos se muestran en la Figura 42.

Nombre:

Institución:	Correo:
Comuna:	Teléfono:

N°	Instrumento / Plan / Programa / Decreto	¿Para qué sirve?	¿Cómo opera?
1			
2			
3			
...			

Figura 41. Cuestionario para identificar instrumentos. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

Actores	Iniciativas	¿Para qué sirve?	¿Cómo opera?
Municipalidad de San José de Maipo	Proyecto Geoparque Cajón del Maipo	Figura para el desarrollo sostenible del territorio	Creación de Plan de Manejo, Turismo regulado, Puesta en valor del patrimonio natural
S.N. Lagunillas y San Francisco de Quillayal/ Cascadas de las Ánimas	Restauración de la cordillera (Piloto Cascadas de las Ánimas)	Para restaurar los ecosistemas de montaña con investigación práctica como la reintroducción de guanacos	Etapas de recolección de fondos y preparación del proyecto
Municipalidad San Bernardo	Ordenanza de extracción de áridos	Para fiscalizar la extracción de áridos del río Maipo	Se fiscaliza en la ribera con dos camiones
Servicio Agrícola y Ganadero San Antonio	Programa SIRSD	Recuperación suelos degradados 2019-2020 dirigido déficit hídrico	Concurso
Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente Región de Valparaíso	Evaluación Ambiental Estratégica	Incorporar áreas de protección oficial, áreas de riesgos y áreas verdes en el área urbana, comunal y/o intercomunal	Se aplica cuando se inician procesos de actualización de instrumentos de planificación territorial
Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas-Vialidad Región Metropolitana	Plan Estratégico de Cuencas (Cuenca del río Maipo)	Detección de principales problemas, más diseño y ejecución de soluciones estructurales y no estructurales	En fase de inicio, cuenca del Maipo entre las 10 prioritarias del país, a cargo de la Dirección General de Aguas del MOP

Figura 42. Ejemplos de instrumentos recopilados para el análisis del paisaje normativo. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

R05

Método sugerido para el ajuste espacial

El procedimiento de ajuste espacial de la base de datos se aplica a todas las capas que poseen una extensión geográfica o deformaciones leves, no superiores a 300 metros desde sus límites, versus la capa de referencia (ver Figura 43).

Este proceso se divide en dos etapas. Primero, se aplica una disolución de campos (*Dissolve*) a la capa de referencia (v0) para conservar únicamente el campo de cada comuna, creando un nuevo vector (v1). Luego, la capa v1 se une geométricamente con el vector que se desea alinear (v2), creando un nuevo vector en el proceso (v3). El nuevo vector v3 contendrá la información de v2, más 'nuevas zonas' que provienen de la superposición con el vector v1.

En la segunda etapa, se aplica una disolución de atributos a v3 (*Dissolve*), de tal forma que los atributos de v2 y v1 se agrupan, proceso que crea un nuevo vector (v4). Luego, se seleccionan los atributos de v1 en v4, y se les aplica una eliminación selectiva (*Eliminate*), la que fusiona los polígonos pequeños con los polígonos de mayor tamaño que sean adyacentes, eliminando de esta manera los polígonos pequeños que se generan por las superposiciones descritas anteriormente, creando un nuevo vector en el proceso (v5). Finalmente, se recorta geométricamente a v5 con v0.

En el caso de las capas con diferencias mayores a 300 metros, se deben alinear de manera manual. Dicho proceso de alineación se lleva a cabo mediante el ajuste entre cada capa no alineada versus la capa alineada.

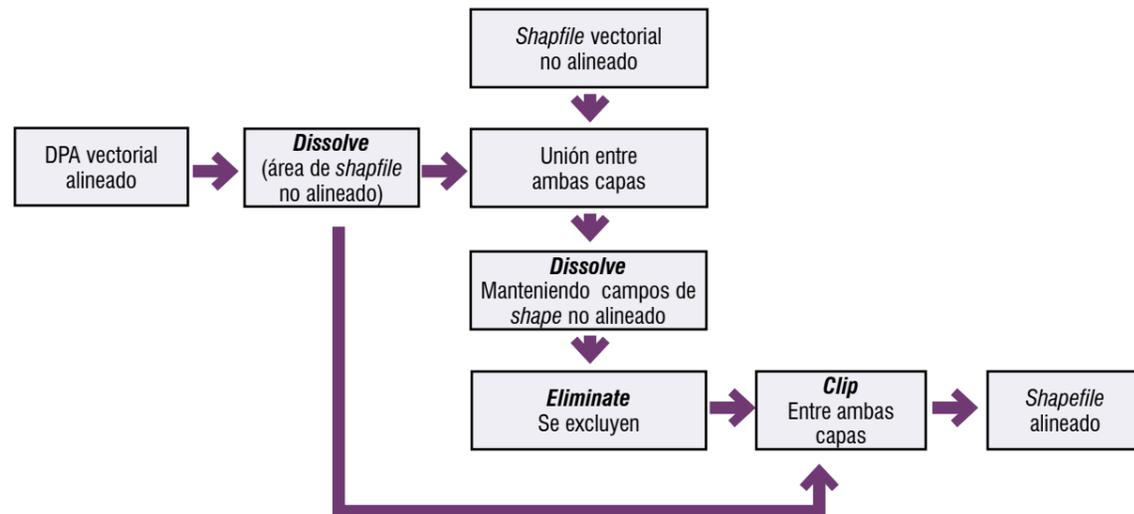


Figura 43. Diagrama de procesos para realizar el ajuste espacial. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

Ejemplo diferenciación coberturas silvestres, rurales y urbanas

R06

La planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña diferenció las coberturas rurales, urbanas y silvestres utilizando la información del Catastro de Bosque Nativo como se describe a continuación:

Coberturas silvestres

Afloramientos rocosos, cajas de ríos, derrumbes sin vegetación, glaciares, lagos, lagunas y embalses, mar, matorral, matorral arborescente, matorral con suculenta, matorral pradera, praderas anuales, nativo, nieve, otros sin vegetación, otros terrenos húmedos, playas y dunas, ríos, suculentas, vegas, vegetación herbácea en orillas de río.

Coberturas rurales

Plantaciones mixtas, plantaciones, praderas anuales, rotación cultivo pradera, terrenos de uso agrícola.

Coberturas urbanas

Ciudades, pueblos, zonas industriales, minería industrial.

R07

Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

Región	Año de actualización	Escala
Arica y Parinacota	2015	1:50.000
Tarapacá	2016	1:50.000
Antofagasta	1997	1:250.000
Atacama	1997	1:250.000
Coquimbo	2014	1:50.000
Valparaíso	2013	1:30.000
Metropolitana	2013	1:30.000
O´Higgins	2013	1:30.000
Maule	2016	1:50.000
Biobío	2015	1:50.000
La Araucanía	2014	1:50.000
Los Ríos	2014	1:50.000
Los Lagos	2013	1:50.000
Aysén	2011	1:50.000
Magallanes	2005	1:50.000

Figura 44. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Fuente: CONAF (2019).

Carta de usos y coberturas actuales

R08

Esta carta muestra los usos y coberturas de suelo existentes en el área planificada. Para su elaboración se puede realizar una fotointerpretación, seleccionando tipologías adecuadas para la escala regional o la escala local según corresponda. También se puede elaborar a partir de otras fuentes de información de usos y coberturas de suelo disponibles como el Catastro de Bosque Nativo, las capas de hidrología de OSM (2018) e IGM (2016), las capas de información contenidas en la base de datos recopiladas en la etapa de Inventario, o incluso generadas ad-hoc para el ejercicio de planificación.

La fotointerpretación se debe realizar sobre un mosaico georeferenciado de imágenes satelitales o fotografías aéreas. Para la fotointerpretación a escala 1:25.000 se sugiere utilizar las imágenes Sentinel 2 debido a que actualmente son el set de imágenes satelitales gratuitas con mejor resolución espacial, con un tamaño de píxel de 12,5 m. Mientras que para la escala 1:100.000 se sugiere utilizar las imágenes de Landsat 8, ya que poseen una resolución espacial adecuada con un tamaño de píxel de 30 m. Cabe mencionar que para ambas escalas se deben seleccionar las imágenes que se encuentran durante los meses de menor nubosidad.

En el caso de los cuerpos de agua con formato línea (ej: canales y quebradas), se recomienda aplicar un buffer de 25 m ya que corresponde al rango máximo de zonas de protección, de exclusión, de intervención y de manejo limitado según el Reglamento de suelos, aguas y humedales del Ministerio de Agricultura (Decreto 82, 2011).

A continuación, en la Figura 45, se orienta sobre las tipologías de uso de suelo a escala local y a escala regional que pueden expresarse en la cartografía.

También, se sugiere incorporar a la carta de uso actual los polígonos, puntos y líneas de proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) aprobados y construidos en los últimos cinco años. En el caso que los proyectos se sitúen sobre usos o coberturas homologables, no se incorporan a la carta ya que corresponde a información redundante. Por el contrario, si el proyecto está localizado sobre usos o coberturas distintas, se actualiza en la carta (como información nueva), sobre todo los proyectos que se emplazan en coberturas silvestres (ej. proyectos inmobiliarios sobre áreas que antes eran silvestres).

Escala regional (1:100.000)	Escala local (1:25.000)
Áreas preferentemente residenciales	Residencial gran altura
	Residencial baja altura
	Parcela de agrado
	Asentamiento menor
Áreas preferentemente comerciales	Zona de negocios y/o institucional
	Centro comercial e hipermercado
Equipamiento urbano	Parque
	Área deportiva
	Cementerio
Espacios abiertos urbanos	Tierra vacante
	Sitio en construcción
	Playa y arena
	Afloramiento rocoso
Zonas industriales	Parque industrial
Infraestructura energética	Terminal de combustible
	Central y subestación eléctrica
	Centro nuclear
	Línea de alta tensión
	Central fotovoltaica
	Oleoducto
Infraestructura de transporte aéreo y acuático	Aeropuerto y aeródromo
	Zona portuaria
Infraestructura de transporte terrestre	Autopista
	Camino pavimentado de dos o más vías
	Camino pavimentado de una vía
	Camino sin pavimentar
	Sendero o huella
	Puente
	Túnel
	Línea férrea
	Terminal rodoviario

Continúa en página siguiente...

...Continúa de página anterior

Escala regional (1:100.000)	Escala local (1:25.000)
Agua potable	Planta de tratamiento de aguas
	Planta de producción de agua potable
Depósito de residuos	Relleno sanitario
	Vertedero
	Estación de transferencia
	Residuos peligrosos
Actividades mineras	Actividades mineras en superficie
	Tranque de relave
	Relaveducto
Extracción de áridos	Extracción en cantera
	Extracción en pozo
Actividades pecuarias	Áreas de pastoreo intensivo
Cultivos	Cultivos anuales
	Frutales
	Viñedo
	Parronal
Infraestructura agroindustrial	Agroindustrial agrícola
	Agroindustrial pecuaria
Plantaciones forestales	Plantación de eucaliptus
	Otras plantaciones
Bosques	Bosque y renovoal nativo
Matorrales (esclerófilos y con suculentas)	Matorral
	Matorral arborescente
	Matorral con suculentas

Continúa en página siguiente...

...Continúa de página anterior

Escala regional (1:100.000)	Escala local (1:25.000)
Matorral de espino	Matorral de espino
Vegetación andina	Matorral andino
Espacios abiertos con escasa o nula vegetación	Escasa o nula vegetación
Humedales y vegas	Humedal
	Vega
Cursos de agua	Río y estero
	Estero
	Quebrada
Cuerpos de agua	Laguna
	Embalse
Infraestructura hídrica	Canal y acueducto
Glaciares y nieves	Glaciar
	Nieve

Figura 45. Tipologías de uso de suelo a escala local y regional.
Fuente: CORINE Land Cover, 2012 (CLC 2012).

Metodología para modelar Riqueza de especies nativas

R09

A continuación se presenta una metodología para elaborar un modelo predictivo de Riqueza de especies nativas utilizando el método de Random Forest, el cual se encuentra en la librería randomforest de R (Liaw y Wiener, 2002). Dicho método, se ajusta de manera certera a los datos predictores, incorporando sus potenciales interacciones. Lo anterior permite discriminar entre múltiples variables predictoras generando un modelo predictivo con buen ajuste a los datos.

En el modelo, la riqueza es la variable respuesta y da cuenta del conteo de especies vegetales y animales dentro de un área geográfica definida (se sugiere utilizar una grilla con tamaño adecuado para el área que permita mantener el nivel de detalle de la escala de planificación), y las variables predictoras corresponden normalmente a capas climáticas, topográficas u otras relevantes según la escala.

A continuación, se describen las bases de datos de presencia de especies validadas por el MMA y las variables predictoras disponibles para este tipo de análisis:

A - Fuente de datos de presencia de especies (variable respuesta)

- Base de datos del MMA disponibles en la Global Biodiversity Information Facility (GBIF)
- Bases de datos de librerías de R: r-bison, r-inat, r-ebird, r-ecoengine, r-vertnet, r-idigbio, r-obis y r-ala (Michonneau et al. 2017; Barve y Hart 2017; Ram 2017; Chamberlain et al. 2018; Maia et al. 2018; Provoost et al. 2019; Newman et al. 2019; Chamberlain 2019).
- Registros del herbario de la Universidad de Concepción (UDECC)
- Registros del Museo de Historia Natural de Santiago (MNHN)
- Registros de especies dominantes del Catastro de Bosque Nativo

B - Variables predictoras

La modelación puede utilizar múltiples variables predictoras obtenidas de imágenes satelitales como Landsat 8, modelos digitales de elevación como SRTM (Farr et al. 2007) y variables bioclimáticas obtenidas de diversos proyectos tales como CR2met o CRU (Mitchell y Jones, 2005) y CHELSA climate, (Karger et al. 2017).

Cabe mencionar que, todas las variables generadas en su resolución nativa deben ser re-muestreadas mediante, por ejemplo, interpolación bilineal para ajustar la resolución de trabajo a la del ejercicio de planificación. En el caso de trabajar a escala 1:25.000 se debe re-muestrear a una resolución de 12,5 m. Mientras que, a la escala 1:100.000 las capas deben ser re-muestreadas utilizando una resolución de 50 m.

Desarrollo del modelo predictivo

Se seleccionan las variables predictoras, removiendo variables con bajo poder predictivo y altamente correlacionadas (i.e. con $r > 0.7$, calculadas con matriz de correlaciones; Myers y Sirois, 2014). La clasificación de variables por su poder predictivo se realiza mediante la elaboración de un modelo preliminar.

Luego, se sugiere utilizar el 75% de los datos, seleccionados aleatoriamente, para ajustar el modelo y se destina el 25% restante para validarlo. La validación del modelo de riqueza se realiza mediante el índice de Kappa entre los datos de validación y las medidas obtenidas por el modelo. Además, el modelo se ajusta con un subset de ausencias (25% del total), que son aleatoriamente localizadas en zonas donde la riqueza de las especies consideradas en el modelo es cero (ej. cuerpos de agua en el caso de especies de flora y fauna nativa terrestres).

Finalmente, los resultados se clasifican en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Variables sugeridas para calcular de Riqueza de especies nativas

R10

A continuación, se describen una serie de variables predictoras y variables climáticas para calcular la riqueza de especies nativas, mediante un modelo predictivo.

Variables predictoras:

Índice de Vegetación Normalizada (NDVI):

Corresponde a un índice de vigor vegetal, que resulta útil para estimar biomasa vegetal (Gao, 1996). Es obtenido de la siguiente ecuación (ver Ecuación 2):

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Ecuación 2

Donde *NDVI*, es el Índice de Vegetación Normalizada, *NIR* es la banda del infrarrojo cercano y *RED* es la banda roja (USGS, 2017).

Índice de Vegetación Mejorado (EVI):

Corresponde a una versión mejorada del índice NDVI, que no se satura en condiciones de alta biomasa (Gao, 1996; USGS, 2017) y es obtenido de la siguiente ecuación (ver Ecuación 3):

$$EVI = 2,5 * ((NIR - RED) / (NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L))$$

Ecuación 3

Donde *EVI* es el Índice de Vegetación mejorado, *NIR* es la banda del infrarrojo cercano, *RED* es la banda roja, *C1* y *C2* son coeficientes de resistencia atmosférica, *BLUE* es la banda azul, y *L* al factor de corrección por el fondo tras el estrato arbóreo, equivalente a 1 (USGS, 2017).

Temperatura en Superficie (LST):

Corresponde a una interpolación de las bandas termales versus un NDVI, y equivale a la temperatura en superficie (Avdan y Jovanovska, 2016). Es obtenido del siguiente grupo de ecuaciones (ver ecuaciones 4-7):

$$LST = (BT / (1 + (0,00115 * BT / 1,4388) * Ln(\epsilon)))$$

Ecuación 4

Donde *LST* es la Temperatura en Superficie, *BT* tiene la función de convertir las bandas de radiancia a reflectancia (Avdan y Jovanovska, 2016) y ϵ equivale a la emisividad

$$BT = (K2 / (Ln(K1 / L) + 1)) - 273,15$$

Ecuación 5

Donde B_T tiene la función de convertir las bandas de radiancia a reflectancia, K_1 y K_2 equivalen a constantes de conversión disponibles en la metadata de cada imagen, \ln el logaritmo natural y L equivale al índice TOA. Los productos TOA disponibles en Google Earth Engine ya incorporan parte del proceso debido a que se encuentran expresados en reflectancia, y sólo resulta necesario realizar una diferencia de $-273,15$ para convertir de grados Kelvin a grados Celsius.

$$\epsilon = 0,004 * P_v + 0,986$$

Ecuación 6

Donde ϵ equivale a la emisividad y es una corrección que se aplica sobre P_v (Avdan y Jovanovska, 2016).

$$P_v = \text{Square} ((\text{NDVI} - \text{NDVImin}) / (\text{NDVImax} - \text{NDVImin}))$$

Ecuación 7

Donde P_v es la proporción de vegetación píxel a píxel, y se obtiene a partir de la relación al cuadrado del producto NDVI, sus mínimos y máximos y $NDVI$, es el Índice de Vegetación Normalizada.

Índice de Humedad Normalizada (NDMI):

Este índice permite estimar el contenido de agua de la vegetación y es obtenido de la Ecuación 8 (Mejía, 2020).

$$\text{NDMI} = ((\text{NIR1} - \text{SWIR1}) / (\text{NIR1} + \text{SWIR1}))$$

Ecuación 8

Donde $NDMI$ es el Índice de Humedad Normalizada, $NIR1$ equivale a la banda del infrarrojo cercano, y $SWIR1$ a la banda del infrarrojo de onda corta.

Modelo de elevación digital correspondiente a la versión 3.0 del modelo SRTM PLUS, disponible a 30 m de resolución de píxel (Farr et al., 2007). Las pendientes (*Slope*), y la exposición solar (*Aspect*) se pueden obtener a través desde Google Earth Engine a partir del producto SRTM, y se expresan en grados decimales.

Índice de Rugosidad Topográfica (TRI):

Este índice mide la raíz cuadrada del promedio de la altitud de cada píxel respecto sus 8 celdas adyacentes, capturando la rugosidad del terreno píxel a píxel, el cual puede ser calculado con el software SAGA-GIS (Riley et al., 1999; Amatulli et al., 2018).

Índice de Humedad Topográfica (TWI):

Este índice indica la capacidad de saturación hídrica del suelo, mayores valores indican mayor capacidad, y viceversa (Beven y Kirkby, 1979; Sørensen y Seibert, 2007). El producto es obtenido de la Ecuación 9:

$$\text{TWI} = \ln(a / \tan\beta)$$

Ecuación 9

Donde TWI es el Índice de Humedad Topográfica, a corresponde al área de drenaje o acumulación de flujo, y $\tan\beta$ es la tangente de la pendiente (*Slope*) (Beven y Kirkby, 1979; Sørensen y Seibert, 2007) y \ln el logaritmo natural.

Índice de Suelo Ajustado a Vegetación (SAVI):

Corresponde a un índice de vegetación que representa la reflectancia del suelo.

$$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + L)) * (1 + L)$$

Ecuación 10

Donde $SAVI$ es el Índice de Suelo Ajustado a la Vegetación, NIR es la banda del infrarrojo cercano, RED es la banda roja, L corresponde al factor de ajuste del suelo, que equivale a 0,5; este valor usualmente se asume como una constante (Qi et al., 1994).

Índice de Suelo y Vegetación Modificado (mSAVI):

Corresponde a una versión mejorada del índice SAVI, que incorpora una corrección específica para diferenciar suelo de vegetación (Wu et al., 2019).

$$\text{mSAVI} = (2 * \text{NIR} + 1 - \sqrt{(2 * \text{NIR} + 1)^2 - 8 * (\text{NIR} - \text{Red})}) / 2$$

Ecuación 11

Donde $mSAVI$ es el Índice de Suelo y Vegetación Modificado, NIR es la banda del infrarrojo cercano y RED es la banda roja.

Variables climáticas:

Las variables señaladas provienen de CHELSA Project, que cubre el período entre 1979 y 2013 (Karger et al., 2017).

Variable	Detalle	Unidades
Bio 1	Temperatura media anual	Grados celcius
Bio 2	Rango de temperatura media anual diurna	[°C]
Bio 3	Isotermabilidad	---
Bio 4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar)	---
Bio 5	Temperatura máxima del mes más cálido	Grados celcius [°C]
bio 6	Temperatura mínima del mes más frío	
Bio 7	Rango Anual de Temperatura	
Bio 8	Temperatura media de trimestre más húmedo	
Bio 9	Temperatura media del trimestre más seco	
Bio 10	Temperatura media del trimestre más cálido	
Bio 11	Temperatura media del mes más frío	Milímetros [mm]
Bio 12	Precipitación anual	
Bio 13	Precipitación del mes más húmedo	
bio 14	Precipitación del mes más seco	
Bio 15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)	---
Bio 16	Precipitación del cuatrimestre más húmedo	Milímetros [mm]
Bio 17	Precipitación del cuatrimestre más seco	
bio 18	Precipitación del trimestre más cálido	
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío	

Figura 46. Detalle de 19 variables bioclimáticas utilizadas en la modelación de Riqueza. Fuente: Karger et al., 2017.

Indicadores para evaluar Relevancia Ecológica por biodiversidad. Ejercicios de planificación ecológica a escala regional

R11

En los ejercicios de planificación ecológica de algunas regiones del país se pueden encontrar diversos indicadores para evaluar la Relevancia Ecológica por biodiversidad. Estos ejercicios utilizaron indicadores aplicables a la escala de trabajo regional (FOS, 2009). En la Figura 47 se presentan tres ejemplos de indicadores y cómo fueron evaluados por cada ejercicio de planificación.

Indicador	Descripción / atributo	Región / año de P.E.
Representatividad	Corresponde a sitios o ecosistemas con características biológicas y físicas que representen el rango natural de variabilidad del área en estudio.	Región del Biobío 2016
	1 - Registro diversidad genética, especies y ecosistemas	
	2 - Ecosistemas con deficiencia de representatividad en áreas protegidas	
	3 - Grandes extensiones de hábitats y ecosistemas	
Singularidad de ecosistemas	Indica la presencia de ecosistemas únicos o raros.	Región del Libertador Bernardo O' Higgins 2018
	1 - Formaciones vegetacionales	
	2 - Presencia de vegas y humedales	
	3 - Presencia de cursos y cuerpos de agua	
Pristinidad	Expresa la presencia de áreas no intervenidas por actividades antrópicas	Región de La Araucanía 2018
	1 - Área con ausencia de especies nativas	
	2 - Grado de fragmentación de las áreas con pristinidad potencial	

Figura 47. Ejemplo de indicadores para evaluar Relevancia Ecológica por biodiversidad. Fuente: Universidad de Concepción, 2016; Chile Ambiente, 2018; Consultora Edáfica, 2018.

Mapas en Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los participantes plasman sus conocimientos en mapas digitales mediante herramientas de software de Sistemas de Información Geográfica de forma individual, con las cuales se puede almacenar, recuperar y analizar datos geográficos instantáneamente. Se requiere que los participantes cuenten con tecnología de computación, señal de internet y manejo de programas de Sistemas de Información Geográfica.

Mapas multimedia y en internet

Los participantes pueden combinar el uso de mapas digitales con otros medios digitales, como videos, imágenes y audios que permiten documentar y completar los conocimientos espaciales de forma colaborativa. Esta forma está cada vez más extendida en sistemas autónomos o en Internet, usando principalmente Google Earth. Sirve para recoger y comunicar los conocimientos cualitativos complejos del territorio. Se requiere que los participantes cuenten con tecnología de computación, señal de internet y manejo de programas informáticos de videos, fotografías o archivos.

Metodología de cartografía participativa para la Relevancia Ecológica

R13

En la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (MMA - ONU Medio Ambiente, 2020) se solicitó a los actores participantes de los Comités Provinciales que identifiquen las áreas más relevantes para la biodiversidad sobre la base de su propio conocimiento. Para apoyar la identificación de las áreas relevantes se sugirieron criterios similares a los usados en la Evaluación Ecológica técnica-científica (ver Figura 50).

Criterio	Criterio técnico-científico
1 - Número de especies de flora y fauna	Riqueza de especies nativas
2 - Ecosistemas único	Remanencia de ecosistemas
3 - Especies en categorías de conservación	Especies con categoría de conservación crítica, en peligro o vulnerable
4 - Otras especies importantes	Levantar información complementaria sobre especies de flora y fauna percibidas como relevantes por los actores locales

Figura 50. Criterios de apoyo para la identificación de Relevancia Ecológica por biodiversidad. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

Las áreas relevantes son identificadas por los actores participantes con autoadhesivos. Se sugirieron algunas preguntas orientadoras para motivar la discusión:

¿Por qué piensan que estas áreas son las más relevantes?

¿Qué criterios hacen más relevante a cada área?

¿Consideran que puede haber otras áreas relevantes?

¿Existen otras razones que no estén contempladas en los criterios?

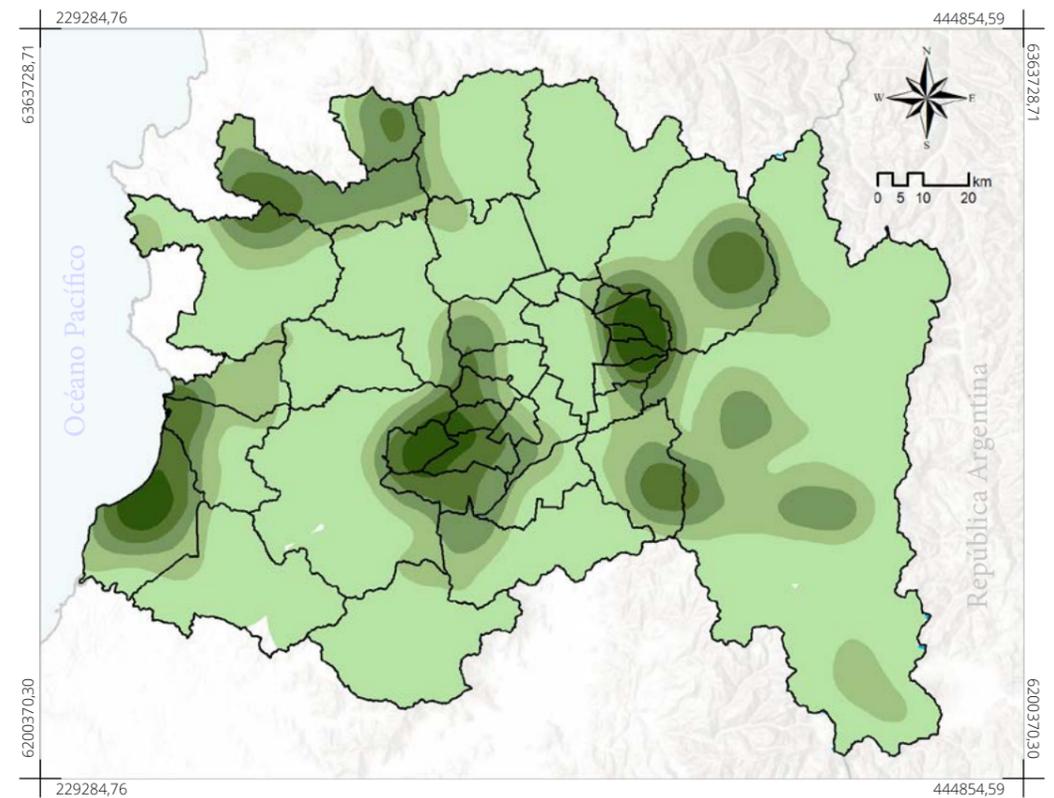
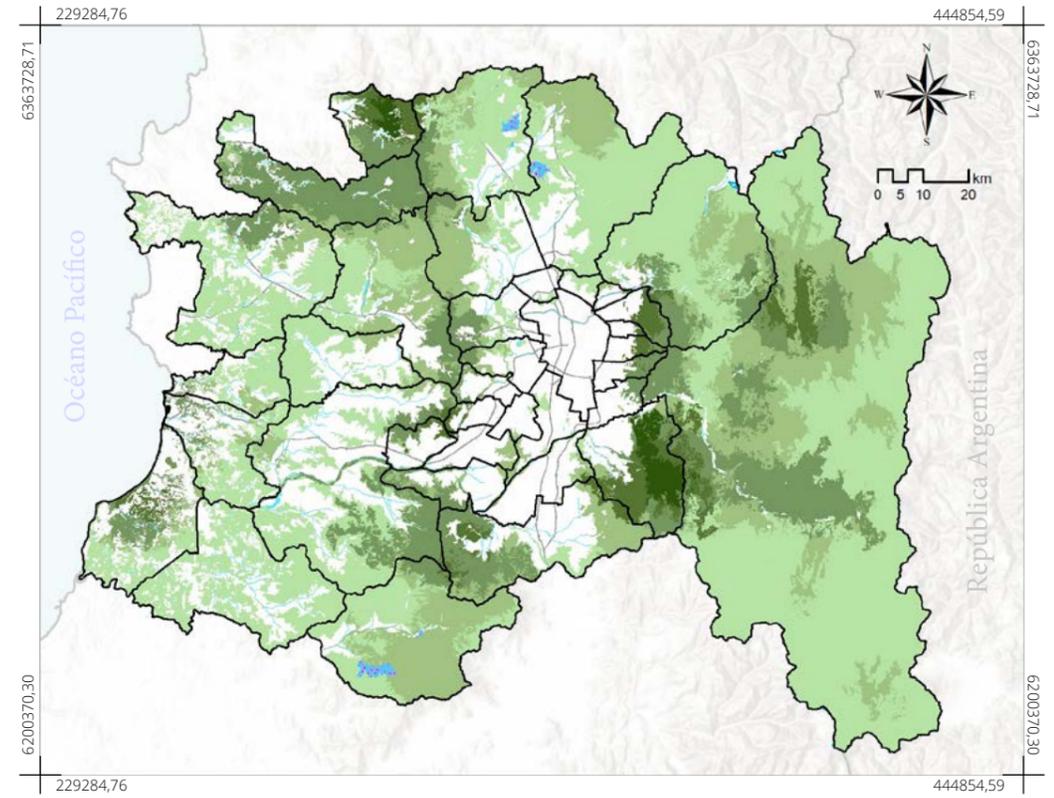
Es importante transmitir a las y los participantes que, una mayor concentración de puntos, se expresa en una mayor Relevancia Ecológica al momento de sistematizar los resultados. Como cualquier método de naturaleza cualitativa, presenta sesgos asociados al número de asistentes de cada localidad o comuna, así como al grado de participación en la discusión.

Para procesar la información de las cartografías participativas, los mapas donde se señalan todos los puntos por las y los expertos se escanean y georreferencian. Posteriormente, mediante la herramienta kernel density del software ArcMap 10.4 se mide la densidad de los puntos mapeados, clasificando los resultados en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Imagen escaneada de cartografía participativa

Una vez realizado este procedimiento, se extrae el centroide de cada uno de los polígonos del mapa de la Relevancia Ecológica técnico-científica, y se les asigna el valor de la densidad kernel que se obtuvo de la Evaluación Ecológica con base en el juicio experto. Posteriormente, se asigna el valor de densidad de estos centroides a los polígonos de la capa síntesis de la Relevancia Ecológica técnico-científica (ver Mapa 12).



Mapa 12. Mapa de Kernel y su clasificación en cinco niveles

Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña.
Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

R14

Métodos alternativos para estimar Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos (SSEE)

A continuación, se presentan métodos alternativos para estimar seis servicios ecosistémicos que podrían ser pertinentes para la planificación ecológica. Estos métodos se presentan en formato ficha, indicando una breve reseña de la estimación, la ecuación o cálculo necesario y la publicación de referencia para conocer con mayor detalle del método (ver Figura 51). Cabe recordar que los servicios ecosistémicos deben ser coherentes con los objetivos del ejercicio de planificación.

SSEE 1	Almacenamiento de carbono
Reseña	Identifica las áreas de almacenamiento de carbono en la biomasa vegetal y en el suelo.
Ecuación/Cálculo	<p>Variables:</p> <p>a - Carbono en biomasa vegetal: Se puede utilizar el producto de Zarin et al. (2016) que estima biomasa vegetal para el año 2000. Se sugiere re-muestrear bilinealmente desde su resolución nativa según la escala de la planificación ecológica trabajada. Luego, clasificar en cinco intervalos desde muy bajo a muy alto.</p> <p>b - Carbono en el suelo: Se puede utilizar el estudio de Hegl et al. (2017). Se sugiere re-muestrear bilinealmente desde su resolución nativa según la escala de la planificación ecológica trabajada. Luego, clasificar en cinco intervalos desde muy bajo a muy alto.</p> <p>Calculo del servicio ecosistémico: Se multiplican los productos a. y b. y se clasifican en cinco intervalos desde muy bajo a muy alto.</p>
Referencias	MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

SSEE 2	Regulación de agua
Reseña	La regulación de agua da cuenta de la capacidad potencial de un territorio para favorecer el mantenimiento de las características del ciclo hidrológico. Para calcularlo se sugiere integrar el contenido de agua en la vegetación y el suelo con la capacidad potencial de las coberturas de suelo para proveer este servicio ecosistémico.
Ecuación/Cálculo	<p>Variables:</p> <p>a - Contenido de agua: Se sugiere calcular el índice diferencial de agua normalizado, o NDWI (Gao, 1996; Sahu, 2014) y clasificarlo en cinco intervalos.</p> $NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ <p>Donde, <i>NIR</i> se refiere a la banda infrarrojo cercano y <i>SWIR</i> es la banda infrarroja de onda corta.</p> <p>b - Capacidad potencial de las coberturas de suelo: Se sugiere utilizar la metodología propuesta por el MMA (2018) la cual le otorga un valor potencial para proveer servicios, mediante la asignación de una escala de valores que oscila entre 1 y 5.</p> <p>Calculo del servicio ecosistémico: Se debe realizar una multiplicación entre la capa a. y b., luego se clasifican los valores en cinco intervalos desde muy bajo a muy alto.</p>
Referencias	MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.

SSEE 3	Almacenamiento de agua para consumo humano
Reseña	Se estima con el porcentaje de cobertura de cuerpos de agua y se sugiere complementar con la estimación de presencia y ausencia de humedales.
Ecuación/Cálculo	<p>- Porcentaje de cobertura de cuerpos de agua dulce</p> <p>- Presencia/ausencia de humedales dentro de las celdas o sitios de observación en terrenos. Así también, definir zonas buffers con puntos al azar sobre mapas geoespaciales e identificar los humedales dentro de los buffers.</p>
Referencias	Liquete et al., 2011 - Ungaro et al., 2014

SSEE 4	Regulación del clima local y regional
Reseña	<p>1 - A escala local se genera un índice de acuerdo a la emisividad estimada a cada uso de suelo del área de estudio.</p> <p>2 - A escala regional se utiliza una aproximación de la evapotranspiración potencial de cada uso de suelo del área de estudio y un uso de suelo referente.</p>
Ecuación/Cálculo	<p>1 - Se puede utilizar información de remote sensing data de Landsat 7 ETM+ satélite o Landsat 8. El Índice se estima de la siguiente forma:</p> $((EUS) / (EUU) * 100) - 100$ <p>Donde, <i>EUS</i> es la Emisividad del Uso del Suelo, y <i>EUU</i> es la Emisividad del Uso Urbangreen.</p> <p>2 - Se estima con los máximos valores de evapotranspiración para cada uso de suelo y la evapotranspiración del pasto que se utiliza como uso de suelo referente.</p> <p>(Máxima Evapotranspiración de los Usos de Suelo) / (Evapotranspiración de Uso de Suelo referente)</p>
Referencias	Larondelle y Haase, 2013 - Schwarz et al., 2011

SSEE 6	Control de la erosión
Reseña	Se estima la capacidad de la vegetación para mantener el suelo en su lugar, mediante la comparación de las tasas de erosión existentes versus las tasas de erosión que tendría sin vegetación.
Ecuación/Cálculo	$A_i = R_i * K_i * LS_i * C_i * P_i$ <p>Donde, <i>A</i> es la pérdida media anual de sedimentos por erosión hídrica (ton/año), <i>R</i> corresponde a un índice de erosividad de precipitaciones, <i>K</i> es la susceptibilidad del suelo a la erosión, <i>LS</i> es un factor que combina la longitud del flujo y el grado de la pendiente, <i>C</i> y <i>P</i> son dos factores que se obtienen a partir de la clasificación de una carta de uso y cobertura de suelo, <i>C</i> representa la protección contra la erosión dada por la cobertura vegetal, <i>P</i> indica el grado de protección dado por la aplicación de prácticas de conservación, e <i>i</i> representa el píxel.</p>
Referencias	Barral, 2015

Figura 51. Métodos alternativos para estimar seis servicios ecosistémicos.

SSEE 5	Paisaje cultural
Reseña	Una forma de estimar el paisaje cultural es integrar tres criterios culturales referidos a la existencia de una especie de significancia cultural, sistemas de conocimiento y relaciones sociales.
Ecuación/Cálculo	<p>Este servicio ecosistémico se estima con métodos cualitativos y cuantitativos espaciales, se recomienda llevar a cabo lo siguiente:</p> <p>1 - La estimación para los tres servicios ecosistémicos culturales (dimensiones) se obtienen a partir de entrevistas a mantenedores del patrimonio.</p> <p>2 - A estas tres dimensiones se aplican métodos de análisis espacial, tales como: 1) Proceso jerárquico analítico y 2) Densidad de Kernel.</p> <p>3 - El indicador final de Paisaje cultural es una suma ponderada de las tres dimensiones.</p>
Referencias	Nahuelhual et al., 2014

R15

Infraestructura Ecológica con base en juicio experto

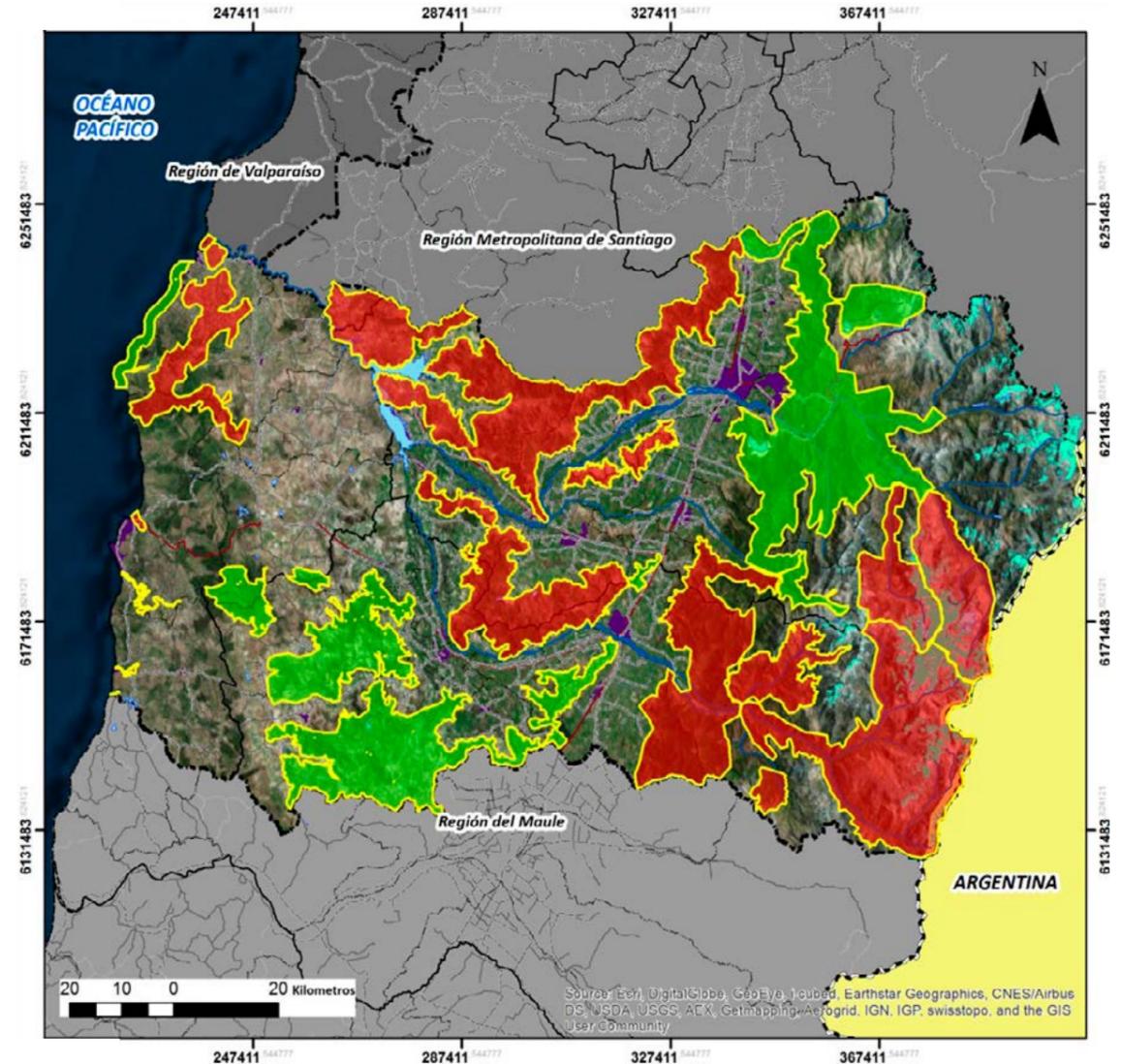
Se sugiere utilizar la metodología de cartografía participativa, puesto que, al igual que en otros resultados de la planificación ecológica, es deseable complementar y ajustar la Infraestructura Ecológica con el juicio de expertos y expertas locales. Se recomienda realizar la cartografía participativa en grupos de trabajo para consensuar los componentes de la I.E. y en especial para discutir sobre las zonas de amortiguación y posibles zonas de conflictos.

El ejercicio de planificación ecológica de la región del Libertador Bernardo O'Higgins (Chile Ambiente, 2018) realizó dos instancias participativas con grupos de trabajo para discutir la I.E., utilizando el método de cartografía participativa por medio de mapas base con imágenes satelitales (Corbett et al., 2009). En este caso la I.E. sólo fue construida por núcleos y corredores. Adicionalmente se consideraron los sitios prioritarios indicados por la Estrategia Regional de Biodiversidad.

En la primera instancia se identificaron las áreas importantes para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para definir los núcleos preliminares de la I.E. de acuerdo con un puntaje de priorización. Luego, en la segunda instancia participativa se establecieron los núcleos definitivos y los corredores, además de proponer modificaciones a los sitios prioritarios de la región para incorporar su rol de Preservación en la Infraestructura Ecológica, obteniendo así el siguiente resultado.

La Infraestructura Ecológica está compuesta por núcleos y corredores que se localizan en los humedales costeros, en cerros islas del valle interior y en cordones cordilleranos de la región. Sobre estos últimos, destacaron el cordón Cantillana y la cordillera de Los Andes, coincidiendo por ejemplo, con la Reserva Nacional Río Los Cipreses o el Santuario de la Naturaleza Alto Huemul (ver Mapa 13).

Si bien, los núcleos y corredores son componentes centrales de la Infraestructura Ecológica para la Preservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, es relevante que los actores claves adicionalmente determinen las zonas de amortiguación mediante la cartografía participativa, pudiendo dialogar sobre la compatibilidad de los usos del suelo que permiten resguardar la I.E.



Mapa 13. Infraestructura Ecológica con base en juicio experto

Leyenda	Simbología	Red vial	Tipo
<ul style="list-style-type: none"> Límites urbanos Modificación sitios p. 	Hidrología <ul style="list-style-type: none"> Ríos Glaciares Cuerpos de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Pavimento Ripio 	<ul style="list-style-type: none"> Internacional Regional Provincial Comunal Línea de costa
Infraestructura ecológica sitios <ul style="list-style-type: none"> Área núcleo Corredor 			

Planificación ecológica de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.
Fuente: Chile Ambiente, 2018.

R16**Zonas especiales
de la Infraestructura Ecológica**

Para definir las zonas especiales se seleccionan los componentes del paisaje valiosos para la biodiversidad y el buen funcionamiento de los ecosistemas, que pueden actuar como escalones ecológicos y que son relevantes para la conectividad del sistema de I.E. Por ejemplo, en el caso de la planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (MMA - ONU Medio Ambiente, 2020), se seleccionaron los glaciares de Inventario de Glaciares de la DGA (2015) y del Inventario Nacional de Humedales del MMA (2015b).

Carta de usos planeados**R17**

La carta de usos planeados representa los usos del suelo proyectados sobre el área a planificar. Esta información puede complementar a los usos y coberturas actuales, entregando indicios sobre cuáles son los potenciales cambios en los usos y coberturas de suelo actuales, lo que puede permitir tomar medidas acordes a dichos posibles cambios.

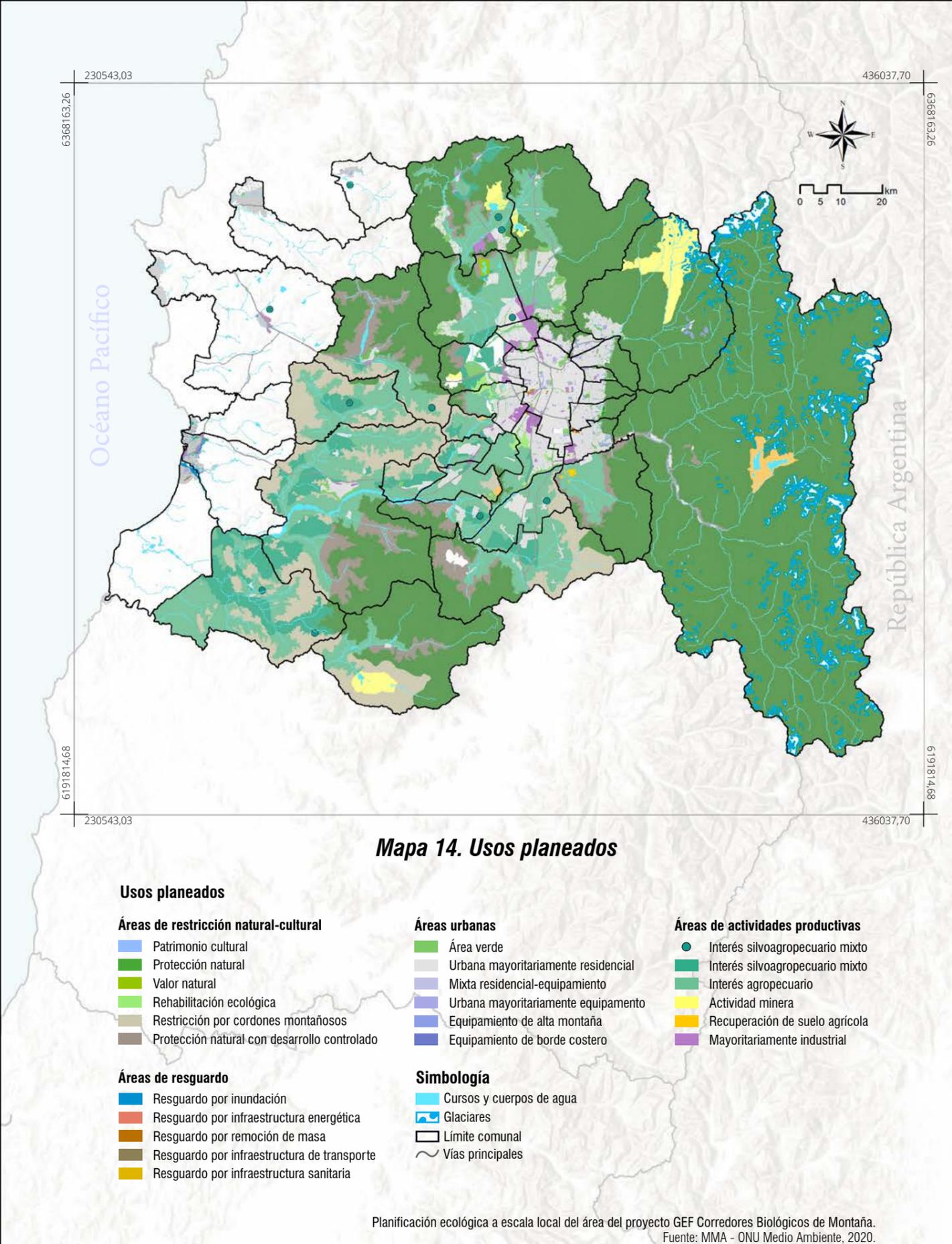
Para generar esta carta se debe realizar una revisión a los instrumentos de planificación territorial. Se sugiere incorporar los proyectos aprobados por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en los últimos cinco años, y que aún no hayan iniciado su etapa de construcción. Se sugiere revisar y dibujar estos proyectos en el programa Google Earth y posteriormente transformarlos a un formato vectorial en Sistemas de Información Geográfica.

Según el tamaño del área a planificar, pueden identificarse una gran diversidad de instrumentos de planificación. En esos casos, y solo con fines de representar la información en una cartografía, se sugiere estandarizar las diferentes tipologías, debido a que cada instrumento de planificación territorial suele tener una tipología particular. En lo posible, dicha estandarización debe guardar similitud con las tipologías presentes en la carta de usos y coberturas actuales, para facilitar la comparación entre ambos productos.

La planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (MMA - ONU Medio Ambiente, 2020) generó un mapa de uso planeado y una estandarización de las tipologías de uso de suelo examinando los planes reguladores comunales, los planes reguladores metropolitanos de Santiago y Valparaíso, y los proyectos aprobados por el SEA, tal como se mencionó en los párrafos anteriores. Ambos productos se pueden observar en la Figura 52 y Mapa 14.

Categoría	Subcategoría
Áreas de actividades productivas	Área mayoritariamente industrial
	Área de actividad minera
	Área de interés agropecuario
	Área de interés silvoagropecuario mixto
	Área de recuperación de suelo agrícola
Áreas urbanas	Área urbana mayoritariamente residencial
	Área urbana mayoritariamente de equipamiento
	Área mixta residencial-equipamiento
	Área verde
	Área de equipamiento borde costero
	Área de equipamiento de alta montaña
Áreas de restricción natural-cultural	Área de patrimonio cultural
	Área de protección natural
	Área de protección natural con desarrollo controlado
	Área de valor natural
	Área de rehabilitación ecológica
Áreas de resguardo	Área restringida por cordones montañosos
	Área de resguardo por infraestructura energética
	Área de resguardo por infraestructura sanitaria
	Área de resguardo por infraestructura de transporte
	Área de resguardo por inundación
	Área de resguardo por remoción en masa

Figura 52. Tipologías homologadas de usos de suelo para la carta de uso planeado. Planificación ecológica a escala local del área del proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2020.



Bibliografía

A

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2019). Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/POT/3-DOCUMENTO_RESUMEN_14-06-19/DOCUMENTO_RESUMEN.pdf

Amatulli, G., Domisch, S., Tuanmu, M., Parmentier, B., Ranipeta, A., Malczyk, J. y Jetz, W. (2018). A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling. *Scientific Data*, 5, 180040. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.40>

Andrade, B., Arenas, F., y Guijón, R. (2008). Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande*, 1(41), 23-48.

Andréu, J. (2000). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Fundación Centro Estudios Andaluces.

Avdan, U., y Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2016/1480307>

Ayuntamiento de Barcelona. (2013). Plan del Verde y de la Biodiversidad de Barcelona 2020. https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2014). La Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz. Centro de Estudios Ambientales. <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>

B

Bachelet, M. (2014, 18 de junio). Boletín N° 9.404-12. Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. [radicado] (iniciativa en segundo trámite constitucional). <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/06/ProyectoLeyServicioBiodiversidad.pdf>

Barral, M. P. (2015). Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos. Protocolo ECOSER. Unidad Integrada Balcarce.

Barve, V. y Hart, E. (2017). rinat: Access iNaturalist Data Through APIs (Version 0.1.5). <https://CRAN.R-project.org/package=rinat>

Beven, K. J., y Kirkby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24(1), 43-69. <https://doi.org/10.1080/02626667909491834>

Botequilha Leitão, A., y Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape And Urban Planning*, 59(2), 65-93. [https://doi.org/10.1016/s0169-2046\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/s0169-2046(02)00005-1)

Brown, G. (2012). Public Participation GIS (PPGIS) for regional and environmental planning: Reflections on a decade of empirical research. *Journal of the Urban & Regional Information Systems Association*, 24(2), 7-18. http://www.landscapevalues.org/publications/urisa_journal_2012.pdf

Brown, G., Hausner, V. H., Grodzińska-Jurczak, M., Pietrzyk-Kaszyńska, A., Olszańska, A., Peek, B., y Læg Reid, E. (2015). Cross-cultural values and management preferences in protected areas of Norway and Poland. *Journal for Nature Conservation*, 28, 89-104. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.09.006>

Bryan, B. A., Raymond, C. M., Crossman, N. D., y Macdonald, D. H. (2010). Targeting the management of ecosystem services based on social values: Where, what, and how?. *Landscape and Urban Planning*, 97(2), 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.002>

Buckley, A. R. (2008). Minimum Mapping Unit (MMU). En K. Kemp (ed.), *Encyclopedia of Geographic Information Science* (pp. 287-288) SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412953962.n132>

Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., y Müller, F. (2014). Ecosystem service potentials, flows and demands—concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape Online*, 34, 1-32. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>

Callens, K., y Seiffert, B. (2003). Participatory appraisal of nutrition and household food security situations and planning of interventions from a livelihoods perspective. Methodological guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ad694e/ad694e00.htm>

Castillo-Riffart, I., Galleguillos, M., Lopatin, J., y Perez-Quezada, J. (2017). Predicting vascular plant diversity in anthropogenic peatlands: comparison of modeling methods with free satellite data. *Remote Sensing*, 9(7), 681. <https://doi.org/10.3390/rs9070681>

Chamberlain, S., Ray, C., y Barve, V. (2018). rvertnet: Search "Vertnet", a "Database" of Vertebrate Specimen Records (Version 0.7.0). <https://CRAN.R-project.org/package=rvertnet>

Chamberlain, S. (2019). rbison: Interface to the "USGS" "BISON" API (Version 0.8.0). <https://CRAN.R-project.org/package=rbison>

C

Chile Ambiente. (2018). Planificación Ecológica VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Informe Final. Ministerio del Medio Ambiente.

Consejo Nacional del Medio Ambiente. (2006). Guía metodológica zonificación ecológica económica para los gobiernos locales. <https://bit.ly/39s5mPX>

Consultora Edáfica. (2018). Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: Aplicación en región de La Araucanía. Ministerio del Medio Ambiente. <https://bit.ly/2H2yOQS>

Corbett, J., Devos, S., Di Gessa, S., Fara, K., Firmian, I., Liversage, H., Mangiafico, M., Mauro, A., Mwanundu, S., Mutandi, R., Omar, R., Rambaldi, G., Samii, R., y Sarr, L. (2009). Buenas prácticas en cartografía participativa. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. http://www.iapad.org/wp-content/uploads/2015/07/ifad_buenas_prácticas_en_cartografía_participativa.pdf

CORINE Land Cover. (2012). Manual of CORINE Land Cover changes. European Environment Agency. https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/manual_of_changes_final_draft.pdf

Corporación Nacional Forestal. (2019). Catastro de Usos de Suelo y Vegetación. <https://bit.ly/2Gq5eV8>

Cox, C., Morse, W., Anderson, C., y Marzen, L. (2014). Applying public participation geographic information systems to wildlife management. *Human Dimensions of Wildlife*, 19(2), 200-214. <https://doi.org/10.1080/10871209.2014.871663>

Cowling, R., Pressey, R., Rouget, M., y Lombard, A. (2003). A conservation plan for a global biodiversity hotspot—the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 112, 191-216. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00425-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00425-1)

D

Deakin, R., Hunter, M. N., y Karney, C. F. (2012, 18-21 de abril). A fresh look at the UTM projection: Karney-Krueger equations [presentación de conferencia]. Surveying and Spatial Sciences Institute (SSSI) Land Surveying Commission National Conference. Melbourne, Australia. <https://bit.ly/34QOWOw>

Dirección General de Aguas. (2015). Inventario de Glaciares Oficial. <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/default.aspx#cinco>

Ducci, M. (1998). Santiago, ¿una mancha de aceite sin fin? ¿Qué pasa con la población cuando la ciudad crece indiscriminadamente?. *EURE*, 24(72), 85-94. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71611998007200005>

European Environment Agency. (2011). Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. EEA Technical report. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-territorial-cohesion>

Environmental Systems Research Institute. (2016). About spatial adjustment. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/editing-existing-features/about-spatial-adjustment.htm>

Esquivel, I., Salas, B., y Muñoz, V. (2014, 17-19 de septiembre). Aplicación de la dinámica grupal Café Mundial, a la actualización de un programa de estudios del área de TI [presentación de conferencia]. Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. <https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/02/Chiapas-2014-ARTICULO.pdf>

Fagerholm, N., Eilola, S., Kisanga, D., Arki, V., y Käyhkö, N. (2019). Place-based landscape services and potential of participatory spatial planning in multifunctional rural landscapes in Southern highlands, Tanzania. *Landscape Ecology*, 34(7), 1769-1787. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00847-2>

Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D. y Alsdorf, D. (2007). The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45(2). <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>

Fawaz, M. J., y Vallejos, R. (2008). Construyendo participación ciudadana a nivel local. La experiencia de los pequeños productores agropecuarios de la provincia de Ñuble. *Theoria*, 17(1), 19-32. <http://www.ubiobio.cl/theoria/vv17-1/2.pdf>

Firehock, K. (2015). Strategic Green Infrastructure Planning: A Multi-scale Approach. Island Press.

Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3), 133-142. <https://doi.org/10.1007/bf00133027>

Foundations of Success. (2009). Conceptualizing and Planning Conservation Projects and Programs: A Training Manual. <https://bit.ly/3kRvaHX>

García, D. (2007). Análisis de casos de participación en procesos locales hacia la sostenibilidad. Centro Nacional de Educación Ambiental. https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2007_08garciaventura_tcm30-163613.pdf

E

F

G

García, D., y Jiménez, F. (2010). Reglas formales y no formales de gobernanza del recurso hídrico en la subcuenca del río Ulí, Reserva de la Biosfera Bosawas, Nicaragua. *Recursos Naturales y Ambiente*, 59, 17-25. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/6770>

Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)

GIFT-TI. (2015). Green Infrastructure For Tomorrow - Together!. Recuperado de <http://www.gift-t.eu/manual/vision-building-and-goal-setting>

Gómez Órea, D. (2002). Ordenación Territorial. Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española S.A.

Gobierno Regional de la Región Metropolitana de Santiago, Universidad de Chile y Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ. (2002). Guía Metodológica. Planificación Ecológica del Territorio. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

Granizo, T., Molina, M. E., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Ísola, S., y Castro, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. The Nature Conservancy y United States Agency for International Development. https://www.conservationgateway.org/Documents/Manual_PCA_Spanish_1.pdf

Gurrutxaga, M., Rubio, L., y Saura, S. (2011). Key connectors in protected forest area networks and the impact of highways: A transnational case study from the Cantabrian Range to the Western Alps (SW Europe). *Landscape and Urban Planning*, 101(4), 310-320. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.036>

H

Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink, G. B. M., Ruiperez-Gonzalez, M., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M. A., Vargas, R., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Leenaars, J. G. B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S., y Kempen, B. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLOS ONE*, 12(2), e0169748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748>

Hsieh, H., y Shannon, S. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15, 1277-1288. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1049732305276687>

Higgins, J., y Esselman, R. (eds.). (2006). Ecoregional Assessment and Biodiversity Vision Toolbox. The Nature Conservancy. <http://conserveonline.org/workspaces/ecotools>

Instituto Geográfico Militar de Chile. (2016). Hidrografía. Web Instituto Geográfico Militar de Chile

Jara, R. (2017). Oportunidades y Desafíos para el desarrollo de sistemas de Infraestructura Verde, Estudio de casos en Chile. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/153120>

Karger, D. N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R., Zimmermann, N., Linder, H. P., y Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4, 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>

Khoroshev, A. (2020). Landscape-Ecological Approach to Spatial Planning as a Tool to Minimize Socio-Ecological Conflicts: Case Study of Agrolandscape in the Taiga Zone of Russia. *Land*, 9(6), 192. <https://doi.org/10.3390/land9060192>

Korkut, A., Kiper, T., y Üstün Topal, U. (2020). In sustainable urban target ecological planning and approaches. En S. Şatır (ed.), *Academic Studies in Architecture, Planning and Design - II* (pp. 1-22) Gece Kitaplığı.

Larondelle, N., y Haase, D. (2013). Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecological Indicators*, 29, 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.022>

Liaw, A., y Wiener, M. (2002). Classification and Regression by randomForest. *R News*, 2(3), 18-22. <https://bit.ly/35qcQka>

Liquete, C., Maes, J., La Notte, A., y Bidoglio, G. (2011). Securing water as a resource for society: an ecosystem services perspective. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 11(3-4), 247-259. <https://doi.org/10.2478/v10104-011-0044-1>

Luebert, F., y Pliscoff, P. (2018). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria

Maestre, F., Quero, J., Gotelli, N., Escudero, A., Ochoa, Delgado-Baquerizo, M., García-Gómez, M., Bowker, M., Soliveres, S., Escolar, C., García-Palacios, P., Berdugo, M., Valencia, E., Gozalo, B., Gallardo, A., Aquileras, L., Arredondo, T., Blones, J., Boeken, B., Bran, D., Conceição, A., Cabrera, O., Chaieb, M., Derak, M., Eldridge, D., Espinosa, C., Florentino, A., Gaitán, J., Gatica, M. G., Ghiloufi, W., Gómez-González, S., Gutiérrez, J., Hernández, R. M., ... Zaady, E. (2012). Plant Species Richness and Ecosystem Multifunctionality in Global Drylands. *Science*, 335, 214-218. <https://doi.org/10.1126/science.1215442>

Maia, R., Chamberlain, S., Teucher, A., y Pardo, S. (2018). rebird: R Client for the eBird Database of Bird Observations (Version 1.0.0). <https://CRAN.R-project.org/package=rebird>

Marull, J., y Mallarach, J. M. (2002). La conectividad ecológica en el Área Metropolitana de Barcelona. *Revista Ecosistemas*, 11(2). <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/289>

McHarg, I.L., y American Museum Of Natural History. (1969). Design with nature. Garden City.

Mejía, J. D. (2020). Análisis de la susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios mediante Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI) y clasificación del IDEAM: caso de estudio subregión Bajo Sinú – Córdoba. Facultad de Ciencias Básicas. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3452>

Michonneau, F., Collins, M., Chamberlain, S., Love, K., y Morzaria-Luna, H. N. (2017). ridigbio: Interface to the iDigBio Data API (Version 0.3.5). <https://CRAN.R-project.org/package=ridigbio>

Ministerio de Agricultura. (2011, 11 de febrero). Decreto N° 82. Aprueba Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <http://bcn.cl/2mh8k>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007, 20 de septiembre). Decreto N° 3600. Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones. *Diario Oficial* 46757. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=26993>

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Recopilación de información de indicadores de servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional. Informe final de consultoría. Fundación Centro de los Bosques Nativos FORECOS. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-Final-_20-02-2015.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2015a). Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/12/Guia-de-orientacion-para-la-eae-en-Chile.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2015b). Inventario de Humedales. <https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humadales/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Identificación de ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos que estos proveen. Informe final. <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.21142.65609>

Ministerio del Medio Ambiente y ONU Medio Ambiente. (2020). Planificación Ecológica a escala local 1:25.000, para todos los municipios pertenecientes al área del proyecto GEF Montaña. Estudio encargado a: Dr. Alexis Vasquez, Dr. Emanuel Giannotti, Dr. Álvaro G. Gutiérrez, Dr. Ezio Costa, Elizabeth Galdámez, Ms. Ignacio Núñez, Camila Muñoz, Aaron Hebel, Macarena Martinic y Héctor Yáñez. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 268pp.

Ministério do Meio Ambiente. (2006). Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/S9D00007.pdf>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (1994, 9 de marzo). Ley N° 19300. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <http://bcn.cl/2f707>

Mitas, L., y Mitasova, H. (1999). Spatial interpolation. En P. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, D. W. Rhind (eds.), *Geographical information systems: principles, techniques, management and applications* (pp. 481-492). Wiley.

Mitchell, T, y Jones, P. (2005). An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *International Journal of Climatology*, 25 (6), 693-712. <https://doi.org/10.1002/joc.1181>

Müssner, R., y Plachter, H. (2002). Methodological standards for nature conservation: case study landscape planning. *Journal for Nature Conservation*, 10(1), 3-23. <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00002>

Myers, L., y Sirois, M. J. (2014). Spearman Correlation Coefficients, Differences between. *Wiley Statsref: Statistics Reference Online*. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat02802>

Nahuelhual, L., Carmona, A., Lattera, P., Barrena, J., y Aguayo, M. (2014). A mapping approach to assess intangible cultural ecosystem services: The case of agriculture heritage in Southern Chile. *Ecological Indicators*, 40, 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.01.005>

Ndubisi, F. (2002). *Ecological Planning: A Historical and Comparative Synthesis*. Johns Hopkins University Press.

Ndubisi, F. (2014). *The ecological design and planning reader*. Island Press.

N

Newman, P., Raymond, B., VanDerWal, J., Belbin, L., Sumner, M., August, T., y Baumgartner, J. (2019). ALA4R: Atlas of Living Australia (ALA) Data and Resources in R (Version 1.7.0). <https://CRAN.R-project.org/package=ALA4R>

Nikolakaki, P. (2004). A GIS site-selection process for habitat creation: estimating connectivity of habitat patches. *Landscape And Urban Planning*, 68(1), 77-94. [https://doi.org/10.1016/s0169-2046\(03\)00167-1](https://doi.org/10.1016/s0169-2046(03)00167-1)

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020, 25 de septiembre). What is a datum?. National Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/datum.html>

O

Open Street Map. (2018). Geoportal. <https://www.openstreetmap.org/>

P

Paula, M., Huwiler, C., Viñals, M. J., Morant, M., Ferrer, C., Cabreles, G., Rigo-berto, N. y Quintana, R. (2006). Herramientas para la gestión del uso público en espacios naturales : procesos participativos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(1), 7-14. <http://ri.agro.uba.ar/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=rfa&d=2006paulam>

Precht, A., Reyes, S., y Salamanca, C. (2016). El Ordenamiento Territorial en Chile. Ediciones UC.

Provoost, P., Bosch, S., Appeltans, W., y OBIS. (2019). robis: Ocean Biogeographic Information System (OBIS) Client (Version 2.1.0). <https://CRAN.R-project.org/package=robis>

Q

Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R., Kerr, Y. H., y Sorooshian, S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index. *Remote sensing of environment*, 48(2), 119-126. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)90134-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)90134-1)

R

Ram, K. (2017). ecoengine: Programmatic Interface to the Web Service Methods Provided by UC Berkeley's Natural History Data (Version 1.11.0). <https://CRAN.R-project.org/package=ecoengine>

Rambaldi, G. (2010). Modelado Participativo Tridimensional: Principios Orientadores y Aplicaciones. Edición 2010. Centro Técnico para la Cooperación Agrícola y Rural.

Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417-2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>

Reed, M., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C. H. y Stringer, L. C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal Of Environmental Management*, 90(5), 1933-1949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>

Riley, S., Degloria, S., y Elliot, R. (1999). A Terrain Ruggedness Index that Quantifies Topographic Heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, 5(1-4), 23-27. http://download.osgeo.org/qgis/doc/reference-docs/Terrain_Ruggedness_Index.pdf

Riveros, A. (2019). Componentes lineales del paisaje regional de Santiago en su potencial para sostener funciones ecosistémicas [tesis de maestría, Universidad de Chile]. Facultad de Ciencias Forestales.

Sahu, A. (2014). Identification and mapping of the water-logged areas in Purba Medinipur part of Keleghai river basin, India: RS and GIS methods. *International Journal of Advanced Geosciences*, 2(2), 59-65. <https://doi.org/10.14419/ijag.v2i2.2452>

Schwarz, N., Bauer, A., y Haase, D. (2011). Assessing climate impacts of planning policies—An estimation for the urban region of Leipzig (Germany). *Environmental Impact Assessment Review*, 31(2), 97-111. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.02.002>

Secretaría de Desarrollo Social. (2010). Guía metodológica para elaborar programas municipales de ordenamiento territorial. http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/Guia_metodologica.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. <http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo%20Urbano%20y%20Ordenamiento%20Territorial/Otras%20disposiciones/manual%20del%20proceso%20de%20ordenamiento%20ecologico.pdf>

Sørensen, R., y Seibert, J. (2007). Effects of DEM resolution on the calculation of topographical indices: TWI and its components. *Journal of Hydrology*, 347(1-2), 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.001>

Springer, J. (2016). Initial Design Document for a Natural Resource Governance Framework (Working Paper No. 1). International Union For Conservation Of Nature y Commission On Environmental, Economic And Social Policy. https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/nrgf_initial_design_2016.pdf

Steiner, F., y Brooks, K. (1981). Ecological planning: A review. *Environmental Management*, 5(6), 495-505. <https://doi.org/10.1007/BF01866722>

Steiner, F., Young, G., y Zube, E. (1988). Ecological planning: retrospect and prospect. *Landscape journal*, 7(1), 31-39. <https://doi.org/10.3368/lj.7.1.31>

S

Sistema Nacional de Coordinación de Información. (2018). Geodesia en Chile, teoría y aplicación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIR-GAS). <http://www.ide.cl/descargas/Geodesia-en-Chile.pdf>

T **Tobler, P. W. (1987).** Measuring Spatial Resolution [propuesta a la conferencia]. Beijing Conference on Land Use and Remote Sensing. Beijing, China.

Tress, B., y Tress, G. (2003). Scenario visualisation for participatory landscape planning—a study from Denmark. *Landscape and urban Planning*, 64(3), 161-178. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00219-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00219-0)

U **Universidad de Concepción. (2016).** Metodología bases para la revisión de sitios prioritarios (SP) y otras áreas de valor ecológico (AVE), y propuesta de áreas con potencial de restauración para el desarrollo de una infraestructura ecológica con aplicación en una región piloto. Ministerio del Medio Ambiente.

Universidad de Concepción. (2018). Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y Programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: aplicación en región del Maule. Ministerio del Medio Ambiente.

Ungaro, F., Zasada, I., y Piorr, A. (2014). Mapping landscape services, spatial synergies and trade-offs. A case study using variogram models and geostatistical simulations in an agrarian landscape in North-East Germany. *Ecological Indicators*, 46, 367-378. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.039>

USGS. (2017). Landsat Surface Reflectance-derived Spectral Indices. Product Guide. U.S. Geological Survey. Recuperado de https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/si_product_guide.pdf

V **Vásquez, F. (2007).** Reconceptualizando la biodiversidad en América Latina: Una propuesta biocultural y territorial con visión de futuro. *Revista Virtual "REDESMA" Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*, 1(2), 38-47. https://www.portalces.org/sites/default/files/redesma_vol2.pdf

W **Wende, W., Walz, U., y Stein, C. (2020).** Evaluating municipal landscape plans and their influence on selected aspects of landscape development – An empirical study from Germany. *Land Use Policy*, 99, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104855>

Wu, Z., Lei, S., Bian, Z., Huang, J., y Zhang, Y. (2019). Study of the desertification index based on the albedo-MSAVI feature space for semi-arid steppe region. *Environmental Earth Sciences*, 78, (232). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8111-9>

Z **Zambra-Álvarez, A., Álvarez-Abel, R., Ther-Ríos, F., Núñez-Maldonado, D., y Navarro, M. (2016).** Mapeando el conocimiento local: Experiencias de cartografía participativa en el sur de Chile. *AUS*, (20), 20-27. <https://doi.org/10.4206/aus.2016.n20-04>

Zarin, D. J., Harris, N. L., Baccini, A., Aksenov, D., Hansen, M. C., Azevedo, Ramos, C., Azevedo, T., Margono, B. A., Alencar, A. C., Gabris, C., Allegretti, A., Potapov, P., Farina, M., Walker, W. S., Shevade, V. S., Loboda, T. V., Turubanova, S., y Tyukavina, A. (2016). Can carbon emissions from tropical deforestation drop by 50% in 5 years?. *Global Change Biology*, 22(4), 1336-1347. <https://doi.org/10.1111/gcb.13153>

