



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATOLICA  
DE VALPARAISO

## **INFORME FINAL**

# **PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA Y PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA, INCLUYENDO OBJETIVOS AMBIENTALES ZONIFICADOS PARA PROTECCIÓN, RESTAURACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

**JUNIO 2017**

**Equipo Técnico PUCV**

- Patricio Olivares, Ingeniero forestal.
- Dr. Juan Luis Celis, Ingeniero Agrónomo.
- Manuela Penas, Geógrafa.
- Marianne Droguett: Ingeniero Agrónomo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>GLOSARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>8</b>
3.1 BIODIVERSIDAD.....	8
3.2 COMPROMISOS DE CHILE CON LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD .....	14
3.3 ESTRATEGIAS REGIONALES DE BIODIVERSIDAD. ....	16
3.4 LA PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA Y LA INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA COMO HERRAMIENTAS DE APOYO A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD .....	18
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>21</b>
4.1 INVENTARIO .....	25
4.1.1 REVISIÓN DE LOS CRITERIOS DE SENSIBILIDAD Y SUS FUENTES DE INFORMACIÓN .....	26
4.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	27
4.3 CONCEPTO RECTOR.....	28
4.4 DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA.....	29
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
5.1 PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA .....	31
5.1.1 <i>Area de estudio y escala de trabajo</i> .....	31
5.1.2 <i>Inventario</i> .....	32
5.1.3 <i>Evaluación Ambiental</i> .....	50
5.1.3.1 <i>Evaluación de sensibilidad</i> .....	51
5.1.3.2 <i>Evaluación de la Intensidad de Uso</i> .....	54
5.1.3.3 <i>Evaluación del Riesgo Ecológico</i> .....	55
5.1.4 <i>Concepto Rector</i> .....	56
5.1.5 <i>Fichas de Objetivos Ambientales Zonificados</i> .....	61
5.1.6 <i>Medidas y Requerimientos Ambientales a los usos</i> .....	63
5.2 ANÁLISIS DE LOS SITIOS PRIORITARIOS DE LA ESTRATEGIA REGIONAL DE BIODIVERSIDAD .....	83
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
ANEXO 1. FICHAS DE OBJETIVOS AMBIENTALES ZONIFICADOS.....	88
ANEXO 2. BIBLIOGRAFIA.....	117

## GLOSARIO

ASP	Áreas Silvestres Protegidas
BBNN	Ministerio de Bienes Nacionales
BD	Biodiversidad
CBN	Catastro de Bosque Nativo
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONAMA	Comisión Nacional de Medio Ambiente
DGA	Dirección General de Aguas
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas
ERB	Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad
GORE	Gobierno Regional
GTZ	Agencia de Cooperación Técnica Alemana
IE	Infraestructura Ecológica
IGM	Instituto Geográfico Militar
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR	Instituto Forestal
MINAGRI	Ministerio de Agricultura
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
OAZ	Objetivos Ambientales Estratégicos
OTAS	Ordenamiento Territorial Ambiental Sustentable
PRDUT	Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial
PROT	Plan Regional de Ordenamiento Territorial
PUC	Pontificia Universidad Católica de Chile
PUCV	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
RMS	Región Metropolitana de Santiago
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial

SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería

SNASPE Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado

SUBDERE Subsecretaría de Desarrollo Regional

UDC Universidad de Concepción

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (También IUCN)

## 1 INTRODUCCIÓN

La Región Metropolitana (RM) de Santiago es un territorio de aproximadamente 1,5 millones de hectáreas aprox. (INE, censo 2002), concentrando cerca del 40% de la población del país (INE, censo 2002), siendo, además su zona más densamente poblada. Esta región, posee un clima mediterráneo caracterizado por inviernos fríos y lluviosos además de veranos secos y cálidos (diCasti & Hajek 1976), clima que está presente sólo en otras 5 zonas del planeta (e.g., costa oeste de Norte América, Sudáfrica, suroeste de Australia y la cuenca del Mediterráneo en Europa), y que representan menos del 5% de la superficie global. Esta variabilidad climática sumado a su aislamiento e historia biogeográfica, ha permitido el desarrollo de una biodiversidad con elevados niveles de riqueza y endemismo (Cowling et al. 1996). Debido a su alto endemismo y alto impacto antrópico, se ha resaltado a Chile central como un área de importancia global para la conservación de la biodiversidad (Myers et al. 2000). Sumado al alto impacto antrópico se suma la baja proporción de superficie protegida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), la cual es menor de un 1%.

En el año 2005 se aprobó la “Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago” con un horizonte de trabajo de 10 años (al 2015), actualizada para el periodo 2015-2025 en un trabajo conjunto, liderado por el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y la SEREMI del Medio Ambiente “...con una visión de futuro para la conservación de la biodiversidad regional, donde se reconoce que la diversidad biológica es un patrimonio que forma parte de la identidad territorial y contribuye al desarrollo sustentable y la competitividad de la Región Metropolitana de Santiago, mediante sus bienes y servicios ecosistémicos” (Estrategia 2015-2025). Se plantea así, que es un desafío regional que la biodiversidad se integre al desarrollo, instalándose como fuente de oportunidades y de bienestar de sus habitantes y que además, sea eficaz en el resguardo del patrimonio en ambientes naturales, urbanos, rurales y productivos, todo lo anterior bajo la condición que estamos en un territorio con una intensa presión humana y caracterizado por el alto endemismo de su biodiversidad e importancia de sus ecosistemas.

Conocer dónde y qué tipo de esfuerzos deben realizarse es fundamental para una conservación territorial efectiva de la biodiversidad. De hecho, uno de los aspectos que debe reforzarse para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y sus planes actualizados, es la espacialización de los objetivos ambientales zonificados de protección, restauración y uso sustentable de la biodiversidad, vale decir, la zonificación de la Infraestructura Ecológica, y su incorporación en el ordenamiento territorial y otros instrumentos de planificación.

El trabajo del Ministerio de Medio Ambiente dirige hoy sus esfuerzos en contar con un diseño de Planificación para la Conservación de la Biodiversidad, siendo así necesario identificar las Áreas de Valor Ecológico de la Región, Áreas de Restauración, y diversos elementos que sostengan una red estructural y funcional que permitan lograr de manera efectiva y eficiente los objetivos de conservación y sustentabilidad de la Región, no sólo en el marco de la Estrategia Regional de Biodiversidad, y de compromisos internacionales como las metas Aichi, sino también como un insumo clave en los planes e instrumentos de gestión regionales.

Para diseñar una política pública en el marco de una Planificación para la Conservación de la Biodiversidad, se requiere identificar las Áreas de Valor Ecológico (AVE), basada en “criterios de

importancia en cuanto a la composición, la estructura y la función de la biodiversidad". Estas AVE debieran considerar las áreas de restauración (AR). La identificación y definición de AVE, AR y SP servirá para desplegar los diversos instrumentos de gestión pública presentes y futuros, para conseguir metas de conservación y restauración, en el marco de una planificación para la conservación de la biodiversidad y la sustentabilidad.

En base a esta problemática se requiere diseñar una metodología para identificar una red de AVE, AR y SP en base a sólidos criterios científicos. Este diseño debe ser acorde con las políticas públicas en el largo plazo.

El Ministerio del Medio Ambiente está utilizando como marco referencial la Planificación Ecológica, en este caso aplicada al componente Biodiversidad, como una metodología para la territorialización de la Infraestructura ecológica y sus respectivos objetivos ambientales zonificados de protección, restauración y uso sustentable de esta componente, como así también para la identificación de requerimientos a los usos territoriales que impactan a la biodiversidad.

Este informe, consolida los resultados alcanzados con esta propuesta elaborada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Desarrollar la Planificación Ecológica de la Región Metropolitana, zonificando la Infraestructura Ecológica en todo el territorio Regional (terrestre y acuático).

### 2.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar y validar la Infraestructura Ecológica de la Región Metropolitana de Santiago, en el marco de un proceso de planificación ecológica, incluyendo para este fin, propuestas de áreas protegidas, áreas de valor ecológico, áreas de conectividad, áreas de amortiguación.
- b) Revisar en el marco de la espacialización de la infraestructura ecológica regional, el actual portafolio de “sitios prioritarios, proponiendo nuevas adiciones o sustrayendo los sitios que deberían dejar de ser prioritarios para protección, por haber perdido sus características, o bien que podrían pasar a ser áreas con potencial de restauración, si constituyen un aporte a la infraestructura ecológica y elaborar una representación cartográfica e información bibliográfica asociada cada una de las áreas propuestas.
- c) Identificar espacialmente y describir en fichas los objetivos ambientales zonificados de protección, restauración y uso sustentable, contemplando indicadores de seguimiento.
- d) Identificar espacialmente y describir en fichas los requerimientos a los usos del territorio, contemplando indicadores de seguimiento.
- e) Presentar los resultados y productos, y capacitar en el uso de los criterios y metodologías propuestos por el estudio mediante talleres técnicos, que convoquen a actores clave de nivel regional con injerencia en el territorio, además de algunos actores de nivel nacional. Debe considerarse representantes de las SEREMIS de Medio Ambiente y representantes del nivel central del Ministerio de Medio Ambiente.



### 3. ANTECEDENTES

A continuación se presentan algunos antecedentes esenciales para comprender la importancia de conservar la biodiversidad así como de la necesidad de generar instrumentos que permitan llevar a cabo dichos esfuerzos desde la perspectiva pública y privada.

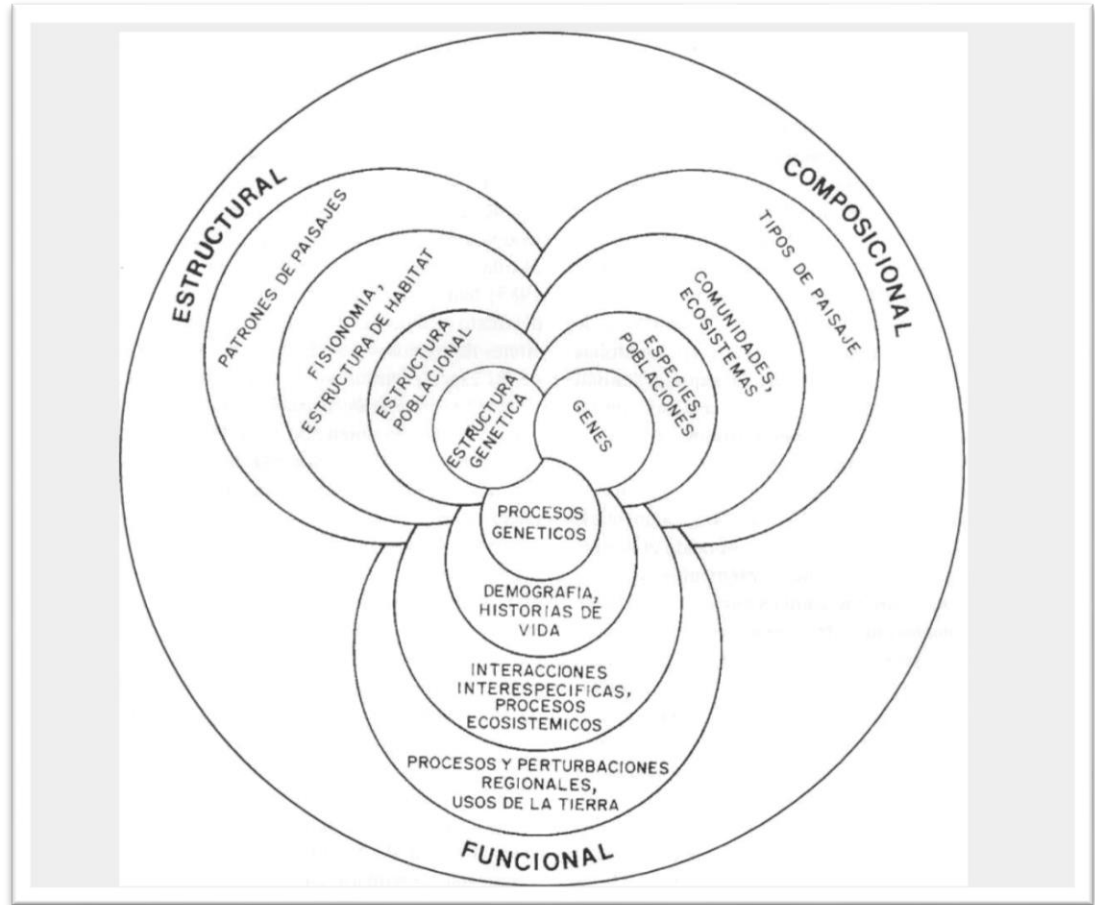
#### 3.1 Biodiversidad

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define la biodiversidad como *“la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”*.

Noss (1990) señala que la biodiversidad comprende diversos niveles y define cuatro niveles de organización; el nivel genético, el nivel población-especies, el nivel comunidad-ecosistema y el nivel paisaje regional, y considera tres atributos que determinan la biodiversidad de un área en estos distintos niveles; composición, estructura y función.

En Chile, la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, establece en letra a) del artículo 2 que se entenderá por biodiversidad o diversidad biológica a *“la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”*.

Estas tres definiciones muestran las distintas dimensiones y escalas que tiene la biodiversidad, desde genes hasta ecosistemas y paisajes, considerando los distintos atributos de los sistemas, tanto en Composición (aquellos elementos que la constituyen es decir los genes, poblaciones, especies, tipos de comunidades y paisajes), Estructura (referida a la constitución y disposición física de los elementos en cada nivel de organización) y Función (la variedad de procesos biológicos, biogeoquímicos y también a las distintas maneras en que un proceso determinado ocurre). La Figura 1 esquematiza estos distintos niveles de organización representando los múltiples aspectos de la biodiversidad.



**Figura 1:** Esquema de Noss, 1990 extraído en español de Rozzi et al., 1994

La siguiente figura muestra cómo la biodiversidad en sus diferentes niveles jerárquicos, puede ofrecer diferentes bienes y servicios

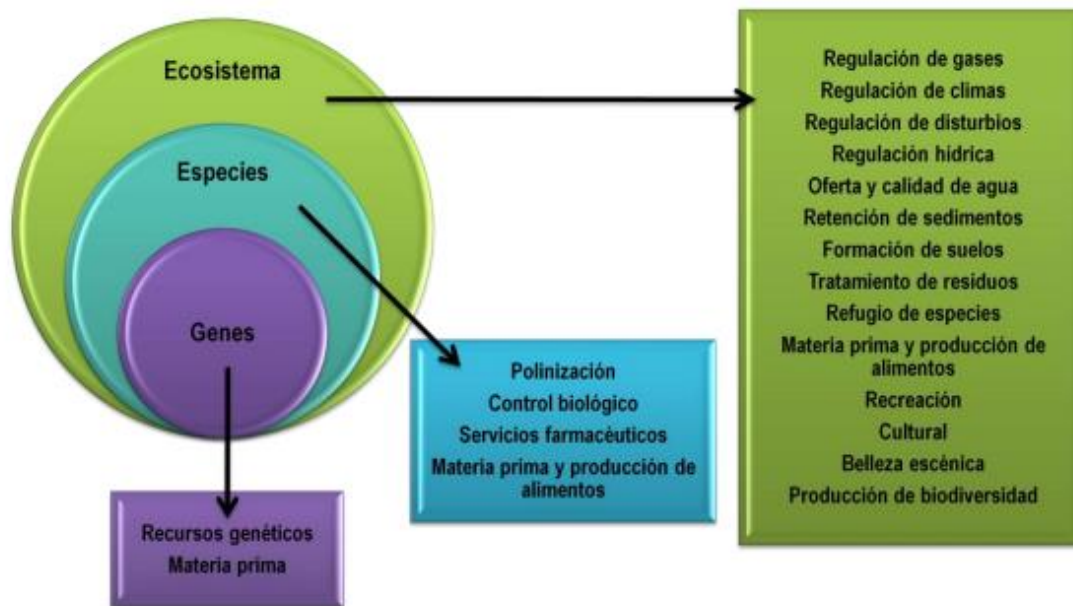


Figura 2: Servicios que ofrece la biodiversidad en diferentes niveles jerárquicos (Barrantes 2001).

Se requiere la integración sistemática de la biodiversidad en los procesos de desarrollo, lo que se denomina “transversalizar la biodiversidad” (CDB 2010), cuyo objetivo general consiste en integrar la biodiversidad en todas las fases de políticas, planes, ciclos de programas y proyectos, ya sean organizaciones internacionales, empresas o gobiernos los que conducen el proceso. Otro objetivo de realizar una integración amplia de la biodiversidad en diferentes sectores consiste en contribuir con reducir los impactos negativos que los sectores productivos ejercen sobre la misma, especialmente fuera de las áreas protegidas, resaltando la contribución de la biodiversidad al desarrollo económico y al bienestar humano, a través de una mayor colaboración con los sectores y actores del desarrollo.

### 3.1.2 La biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago.

La Región posee características que la convierten en una zona de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, destacándose por sus condiciones geográficas y climáticas y, como consecuencia de ello, su variedad de hábitats y ecosistemas. De 127 pisos vegetacionales presentes en Chile, la Región Metropolitana de Santiago posee 14, que en el 100% están restringidos a la zona central, presentándose solo entre la IV y la VI Región. Además, siete de ellos corresponden a formaciones de bosque espinoso y bosque esclerófilo, ambas escasamente representadas en el SNASPE a nivel nacional, con 2,4% (bosque espinoso) y 1,9% (bosque esclerófilo) de superficie protegida. En general, los ecosistemas de tipo mediterráneo de Chile albergan más del 50% de las especies de vertebrados terrestres conocidas del país, así como el 50% de las especies endémicas y 50% de las especies amenazadas. En efecto, el endemismo es el atributo más reconocido por los actores relevantes para la gestión de la biodiversidad en la Región.

La biodiversidad regional a nivel de especies se sitúa en segundo lugar a nivel nacional en términos de número de especies de plantas vasculares nativas, conteniendo 1.355 especies, lo que representa el 25,3% de la flora chilena; de ellas 6,7% son endémicas a la Región. Entre los vertebrados, a lo menos cuatro de las especies de mamíferos terrestres endémicos habitan la Región.

La Región Metropolitana de Santiago cuenta con un alto número de especies endémicas, tanto de la Región como de la zona mediterránea, en especial de flora vascular (6,7% de las especies de la Región son endémicas) y de mamíferos (a lo menos cuatro especies endémicas de Chile habitan la Región). Respecto de la diversidad de especies de flora, el área de clima mediterráneo semiárido en su conjunto, descrita para las regiones IV a VIII, contiene alrededor de 3.160 especies nativas, de las cuales 2.864 estarían en la zona central. En particular, la flora nativa de la Región sostiene 1.434 especies y subtaxa; si no se consideran los subtaxa, el número se reduce a 1.355 especies. La flora mediterránea en general se ha caracterizado por su alto endemismo local, característica evidenciada en los altos niveles de endemismo en la flora regional: 627 especies son endémicas de Chile continental (43,7%), 422 especies son endémicas mediterráneas (29,4%), 132 especies son endémicas de las regiones Metropolitana de Santiago y de Valparaíso en conjunto (9,2%), y existen 91 especies exclusivas de la Región Metropolitana de Santiago; en la

Por otra parte, el alto valor de la Región, en relación con la flora que contiene, se reafirma al observar el gran porcentaje de especies que presentan su límite de distribución norte o sur en la Región, como *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte) y *Persea lingue* (lingue del norte). También destaca la alta diversidad de especies de líquenes y de teridófitos (principalmente equisetos y helechos).

Respecto de las especies de fauna, del total de especies de vertebrados terrestres del país, 336 (48%) se encuentran en las regiones de Valparaíso y Metropolitana de Santiago. Entre estas se cuentan el 57% de las aves de Chile, el 37% de los mamíferos, el 36% de los peces, el 28% de los reptiles y el 20% de los anfibios. Estos porcentajes implican que la Región alberga una gran parte de la riqueza específica del país. Especialmente relevantes por su vulnerabilidad y distribución restringida son las especies de reptiles y anfibios.

Las especies de anfibios endémicos en Chile alcanzan el 65% (de las 64 especies descritas, 41 son endémicas). En la Región, 10 de las especies de anfibios nativos descritas, 7 son endémicas para el territorio nacional, y 2 de estas últimas son exclusivas endémicas de la Región: *Alsodes laevis* (sapo de pecho) y *A. montanus* (sapo de montaña). La riqueza de especies de anfibios demuestra que la biodiversidad regional no está cabalmente estudiada, pues aún entre vertebrados existirían nuevas especies; de hecho, existiría evidencia fundada de una nueva especie de *Alsodes* en Altos de Cantillana.

Entre los reptiles, en Chile continental se han descrito 107 especies nativas, de los cuales 67 son endémicos (62,6%). En la Región, 16 de las 21 especies de reptiles descritas son endémicas para Chile alcanzando un nivel de endemismo del 76%. De esto último, *Liolaemus valdesianus* (lagarto de Lo Valdés), *L. moradoensis* (lagartija parda de El Morado) y *Pristidactylus volcanensis* (gruñidor del Volcán) son especies exclusivas de la Región Metropolitana.

De acuerdo con los procesos de clasificación de especies según su estado de conservación, 53 especies de flora y 89 especies de fauna (142 en total) que presentan distribución en la Región Metropolitana de Santiago (ya sea endémicas o compartidas con otras zonas del país) han sido evaluadas en dichos procesos de clasificación desde el 2003 a 2013. El total se desglosa en 53 especies de plantas vasculares y helechos en lo que respecta a flora. En el caso de la fauna se han evaluado 4 especies de invertebrados, 18 de mamíferos, 28 de aves, 20 de reptiles, 9 de anfibios y 10 especies de peces.

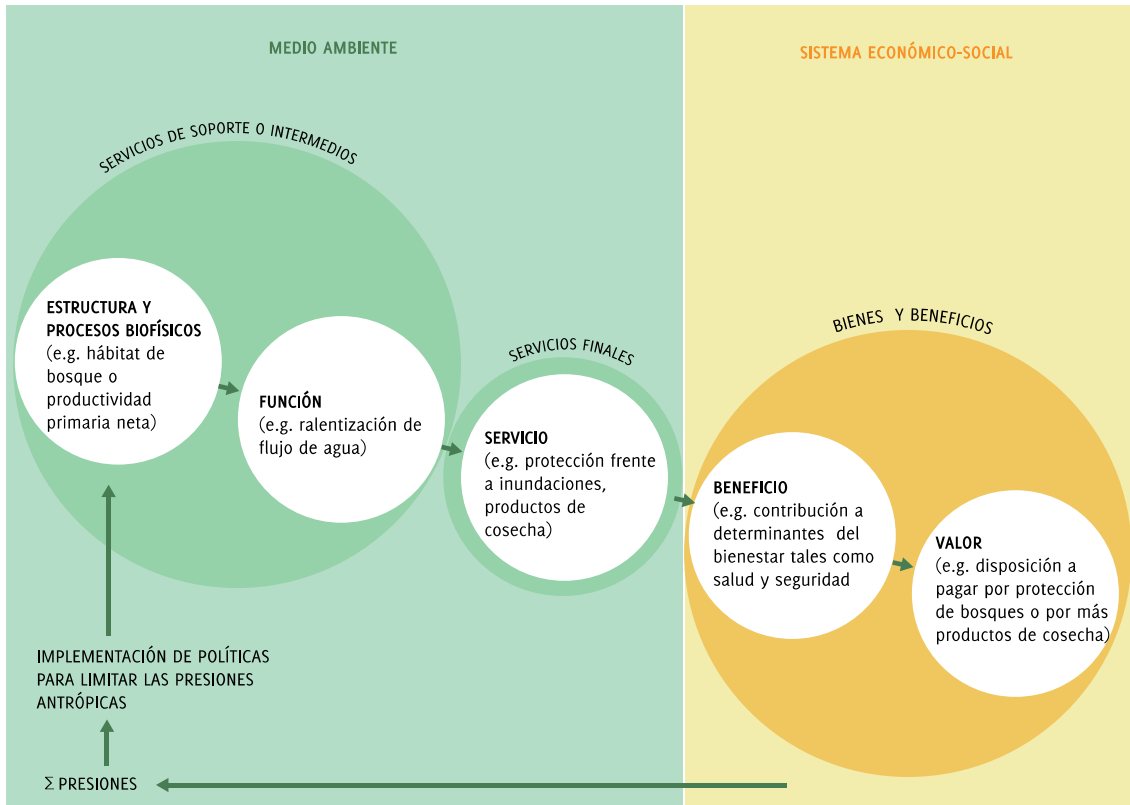
### 3.2 Servicios Ecosistémicos.

El Ministerio de Medio Ambiente considera la definición de servicios ecosistémicos utilizada por TEEB (2014), que los señala como: *“la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”*, definición que está contenida en el actual proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

Los servicios ecosistémicos, según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), se clasifican en 4 grupos:

- los bienes y servicios de provisión (ej.: madera, alimentos, agua),
- de regulación (ej.: control de inundaciones y de pestes),
- los culturales (ej.: espirituales, recreación) y
- de soporte (ej.: ciclo de nutrientes, ciclo del agua).

La Figura 3 presenta la Cascada de Servicios Ecosistémicos (CSE) de Haines- Young and Potschin (2012), que conecta estructuras y procesos ecosistémicos con los elementos que afectan el bienestar humano. Se muestra que se requiere de estructuras funcionales ecosistémicas para la generación de servicios ecosistémicos y de los consiguientes beneficios asociados a ellos. Para obtener un flujo continuo de servicios ecosistémicos se requiere proteger y conservar los ecosistemas y la biodiversidad que les dan sustento.



Fuente: Haines-Young and Potschin (2012). Traducción libre.

**Figura 3.** Marco conceptual la Cascada de los Servicios Ecosistémicos (CSE), obtenido de <http://portal.mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>

El concepto de servicios ecosistémicos hace un vínculo explícito entre el estado y el funcionamiento de los ecosistemas (sistemas ecológicos), con el bienestar humano (sistemas sociales), contribuyendo así a orientar (o reorientar) el rumbo de la gestión de la base biofísica que sustenta el bienestar humano en escenarios de cambio ambiental. Esta relación puede ser directa o indirecta, y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia e importancia.

En la Región Metropolitana de Santiago, la Estrategia Regional de Biodiversidad, reconoce que los servicios ecosistémicos más relevantes se relacionan con: la regulación del flujo hidrológico, el control de la erosión del suelo, el tratamiento de residuos, y la captación de material particulado y gases contaminantes. En donde la vegetación nativa de hoja perenne juega un rol preponderante en el control de los efectos adversos en ambientes urbanos.

La biodiversidad también ofrece servicios culturales y escénicos que forman parte de un paisaje y una identidad regional y que se constituyen en atractivos turísticos y en recursos educativos y de sensibilización social.

De Groot et al., 2002 analiza el valor que tienen los servicios ecosistémicos mediante la pérdida de su provisión, expresada en términos del valor económico. Esta aproximación ha sido empleada, por ejemplo, para estimar servicios ecosistémicos otorgados por las áreas protegidas en Chile. Se estima su aporte para la Región Metropolitana de Santiago en US\$ 1.700 millones/año,

considerado un subsidio de los sistemas naturales a la calidad de vida de la población humana. No obstante esta aproximación teórica, es posible que este valor económico total esté subestimado; por ejemplo, el aporte del bosque esclerófilo a la regulación de perturbaciones como aluviones no ha sido aún estimado, pese al valor que tendría para proteger la población. De igual forma, el valor de la vegetación ribereña para asegurar la regulación de los regímenes hídricos tampoco ha sido abordada, no obstante su relevancia en la provisión de agua a la población y en la reducción de aluviones. Pese a ello, la estimación disponible sugiere que los servicios ecosistémicos de la Región equivaldrían al 2,7% del PIB regional del 2011. Esto último se apoya además en la valoración que realizan los actores relevantes para la gestión de la biodiversidad, que en su mayoría consideran prioritario proteger los ecosistemas de montaña para asegurar la provisión de agua. Este tema, que destaca a la biodiversidad como proveedora de un servicio ecosistémico relevante para la Región, también revela la necesidad de una gestión a nivel ecosistémico contrapuesta con el mínimo conocimiento existente respecto de la provisión de servicios ecosistémicos a nivel regional.

### 3.2 Compromisos de Chile con la conservación de la biodiversidad

En nuestro país, la protección de la biodiversidad recae principalmente en el Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, MMA), tanto a partir de la dictación de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994, modificada por la Ley N° 20.417 de 2010, que establece una nueva institucionalidad ambiental para Chile. El MMA se encarga de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

El principal compromiso de Chile respecto de la protección de la biodiversidad es el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992), ratificado por Chile en 1994 mediante el Decreto Supremo N° 1.963 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

En la décima Conferencia de las Partes de la Convención de Diversidad Biológica, celebrada en 2010 en Nagoya (Japón), se adoptó un nuevo Plan Estratégico para el período 2011- 2020, el que establece nuevos compromisos denominados Metas de Aichi para la Diversidad Biológica (en adelante, Metas Aichi). Los compromisos contemplan cinco objetivos estratégicos y 20 metas al 2020, de las cuales varias están relacionadas con el presente estudio. Respecto a identificar las causas subyacentes a la pérdida de biodiversidad e incorporar la diversidad biológica en la toma de decisiones reflejado en las políticas públicas, este proyecto pretende integrar una propuesta de planificación ecológica dentro del Plan Regional de Ordenamiento Territorial para la Región Metropolitana. La Meta 11 define que para el año 2050 se conservan, al menos el 17% de los ecosistemas terrestres y de aguas continentales y el 10% de los ecosistemas marinos y costeros, por medio de áreas protegidas administradas de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, que están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios. Al respecto, en la Región Metropolitana se encuentran bajo protección oficial solo un 8,3% de los ecosistemas terrestres y de aguas continentales, y esta propuesta viene a identificar las nuevas áreas prioritarias de proteger o restaurar. Las Metas 14 y 15 proponen que para el 2020 se habrán restaurado los

ecosistemas que sustentan los servicios ecosistémicos, con énfasis en aquellos relacionados con el agua, esenciales para la salud, la vida y el bienestar, junto con incrementar la resiliencia de los ecosistemas a través de la restauración de la menos el 15 % de las tierras degradadas, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático. Al respecto, con este estudio se habrán identificado las áreas relevantes de restaurar, ya sea por su valor de sensibilidad por biodiversidad y servicios ecosistémicos como por la intensidad de uso a la que están sometidos. Por su parte la Meta 5 propone que para el año 2020 se habrá reducido al menos en la mitad y en lo posible a un valor cercano a cero, la pérdida de hábitats y se deberá haber reducido de manera significativa la degradación y fragmentación. Con este estudio se espera diseñar una infraestructura ecológica que asegure la mantención de una red interconectada de áreas de alto valor ecológico.

Paralelamente, Chile fue objeto de una Evaluación de Desempeño Ambiental en 2005 por parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) a través de un proceso que generó importantes recomendaciones en materia de biodiversidad. El año 2009 los 30 países miembros, que buscan ampliarse e incluir los países en vías de desarrollo, decidieron invitar a Chile a formar parte de ella. El ingreso de Chile a la OCDE el año 2010 colocó importantes desafíos y metas en el mejoramiento de las políticas públicas en ámbitos como la educación, innovación, medioambiente, gobierno corporativo y finanzas e inversiones. Como socio pleno, Chile fue objeto de una segunda evaluación ambiental el año 2015. Dentro de las recomendaciones más importantes, además de identificar la necesidad de contar con una adecuada institucionalidad pública dedicada a la conservación de la biodiversidad, se planteó grandes desafíos tales como la recomendación N° 19, referida a *“completar y ejecutar en su totalidad los planes de acción y estrategias de diversidad biológica nacional y regionales y asignarles los recursos apropiados”*, como también, la recomendación N° 21, en orden a *“desarrollar una visión estratégica de los papeles complementarios de las áreas protegidas estatales y privadas con el fin de lograr una red coherente de áreas núcleo protegidas, zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos”*, y finalmente la recomendación N° 22, referida a *“incrementar los esfuerzos financieros para satisfacer el objetivo de proteger el 10% de todos los ecosistemas significativos en Chile (incluidas las áreas costeras y marinas) y fomentar las actividades para la aplicación de la legislación relacionada con la naturaleza”*.

Este estudio viene a aportar especialmente en la recomendación N°21, pues pretende diseñar una infraestructura ecológica, una red interconectada de áreas de alto valor ecológico que integren las áreas protegidas, corredores, sitios prioritarios de biodiversidad y otras proveedoras de servicios ecosistémicos.

Por otro lado, el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad<sup>1</sup>, aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático en 2014, señala en sus objetivos específicos la consideración de los objetivos de biodiversidad en el ordenamiento territorial.

---

<sup>1</sup> Ministerio del Medio Ambiente. 2010. Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad.



En este escenario, uno de los desafíos más importantes para Chile, dice relación con la espacialización de los objetivos de biodiversidad, como una condición para focalizar de mejor manera las acciones de política pública en esta materia.

### 3.3 Estrategias Regionales de Biodiversidad.

La RMS ha estado trabajando desde el año 2005 con la “Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad para la Región Metropolitana” (ERB) cuyo objetivo ha sido “conservar la biodiversidad promoviendo la gestión sustentable en atención a las características, potencialidades y proyecciones regionales”. El compromiso adquirido para la Estrategia 2005-2015 fue la de ser revisada cada 5 años contados desde su aprobación, de manera de resolver acerca de la pertinencia de su actualización y/o la realización de aquellos ajustes que se estimasen oportunos para el cumplimiento de las metas. Este instrumento definió lineamientos estratégicos en base a lo establecido en el Convenio sobre Diversidad Biológica, entre otros elementos esenciales, y delimitó 23 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, que representan el 70% de la superficie total regional. La implementación de la Estrategia 2005-2015 se realizó mediante Planes de Acción específicos (en adelante PdA), para 10 sitios prioritarios de la Región. Estos constituyeron el principal instrumento de gestión e intervención tanto para la autoridad ambiental como para otras instituciones públicas y municipalidades que tuviesen relación con los sitios prioritario.

Es en base a los resultados obtenidos en los años de implementación de la Estrategia y sus planes de acción, que se plantean los principales objetivos de su actualización. En tal sentido, la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015 – 2025, aprobada por el Consejo Regional Metropolitano de Santiago, en Sesión Ordinaria N° 22 celebrada el 15 de octubre de 2014, en punto 215-14, reconoce que la diversidad biológica es un patrimonio que forma parte de la identidad territorial y que contribuye al desarrollo sustentable y a la competitividad de la Región Metropolitana de Santiago, mediante sus bienes y servicios ecosistémicos. En virtud de ello, establece como objetivo general “Contribuir a la conservación de la biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago, promoviendo la gestión sustentable de sus características, servicios potencialidades, de manera de resguardar su capacidad vital y de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras”. La Región Metropolitana de Santiago es la primera región del país que ha actualizado su estrategia para los próximos 10 años, respondiendo a desafíos como país que ha firmado el Convenio de Biodiversidad y como región.

Sin embargo, hasta la fecha estos sitios no están protegidos oficialmente, salvo que haya presencia de un área protegida en su interior, ni tampoco están espacialmente configurados como una red sistémica e integrada que permitan el intercambio de genes, especies, de materia y energía para asegurar la mantención de los procesos biofísicos que se desarrollan a múltiples escalas espaciales y temporales. Estos procesos son vitales para asegurar la provisión de los servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar de la sociedad.

Los lineamientos de la Estrategia Regional de Biodiversidad que se vinculan a este estudio son los siguientes:

Eje estratégico N°2. “Valoración de los servicios ecosistémicos”, se fundamenta en que la biodiversidad aporta con diversos servicios ecosistémicos que mejoran la calidad de vida de las personas y que tienen una incidencia directa en el bienestar de la población regional. Entre ellos destacan la captación y regulación de aguas por parte de la cubierta vegetal, la estabilización de laderas en áreas montañosas y riberas en cauces naturales y artificiales, la captación del material particulado y gases contaminantes por la vegetación nativa de hoja perenne, la regulación de la temperatura local por parte de la vegetación en áreas urbanas, y el control biológico de plagas, entre otros. Este eje contribuye a la creación y mejoramiento de las condiciones en las cuales son provistos los servicios ecosistémicos, asegurando que su uso efectivo se transforme en un factor de conservación y fuente de oportunidades para las personas.

Eje estratégico N°4. “Conservación de la biodiversidad en áreas rurales y urbanas”, se fundamenta en que la gestión de la biodiversidad se aborda en un contexto amplio, de manera que involucre a todo el territorio regional, en sus diversas expresiones y niveles. Ello implica que las acciones deben emprenderse a escala de paisaje, integrando tanto la conservación de las áreas naturales como los espacios rurales y urbanos, que contribuyen como parte de corredores o de hábitats de especies emblemáticas, entre otras funciones.

Eje estratégico N°7. Desarrollo y fortalecimiento de capacidades para la conservación. En este Eje se desarrolla un lineamiento plenamente pertinente para este estudio, que es el 7.1. que consiste en la Apropiación de la Estrategia por parte de funcionarios y tomadores de decisión a nivel regional y local: permitirá que los actores públicos sectoriales, políticos y técnicos, a nivel local y regional, conozcan, utilicen, articulen y hagan seguimiento a la implementación de la Estrategia como el principal instrumento de gestión de la biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago.

En lo específico, el lineamiento 7.1.2. se refiere a la “Promoción de la inclusión de criterios de conservación de la biodiversidad en los instrumentos de planificación y gestión regional e inversión pública que contribuya a integrar y aplicar los principios de la Estrategia en dichos instrumentos”.

Se pone énfasis en la incorporación de estos criterios en instrumentos como la Estrategia Regional de Desarrollo RMS, la Política de Áreas Verdes RMS, el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana, el Plan de Adaptación al Cambio Climático RMS, PRDU RMS, ordenanzas municipales, reglamentos regionales y otros instrumentos de gestión y planificación territorial. Además, la Mesa Técnica Regional de Conservación de la Biodiversidad propondrá por la inclusión de estos criterios en las instancias de evaluación de iniciativas de interés regional presentadas al GORE RMS para su financiamiento.

### 3.4 La Planificación Ecológica y la infraestructura ecológica como herramientas de apoyo a la conservación de la Biodiversidad

#### 3.4.1 Planificación Ecológica

Planificación Ecológica corresponde a un concepto acuñado en Chile durante el desarrollo del proyecto “Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable” (OTAS) entre los años 1996 y 2005. Siguiendo la asesoría de especialistas alemanes, se realizó una adaptación de la Planificación del Paisaje, instrumento que en Alemania busca definir, para todo su territorio, objetivos de protección, Restauración y desarrollo sustentable del patrimonio natural y paisaje, tales como: salvaguardar la capacidad de los ecosistemas de mantener sus procesos ecológicos; desarrollar y promover patrones de uso que no provoquen un agotamiento de los recursos naturales; establecer, desarrollar y proteger áreas y estructuras que tienen una alta importancia como hábitat y refugio para las especies naturales; identificar y salvaguardar las áreas que tienen un alto potencial para una recreación cercana a lo natural, que busca el reencuentro con la naturaleza y los paisajes campestres que son parte del patrimonio cultural de una sociedad .

La Planificación Ecológica corresponde a un insumo del sector ambiental a la planificación territorial. Expresa las políticas y programas de la autoridad ambiental en el territorio, de un modo que pueda ser considerado en la elaboración de instrumentos de planificación territorial, por las instituciones abocadas a esa tarea. Se trata de un instrumento de tipo indicativo, cuyos contenidos pueden volverse normativos a través de otros instrumentos que los recojan y que tengan ese carácter.

La Planificación Ecológica consta de cuatro etapas, que se enlistan a continuación y se describen en detalle en el capítulo 4:

- Inventario (Etapa I)
- Evaluación Ambiental (Etapa II)
- Concepto Rector (Etapa III): Objetivos ambientales para el desarrollo territorial.
- Medidas y Requerimientos Ambientales (Etapa IV):

Con estos elementos podemos significar a la planificación ecológica como: *“Un plan ambiental que establece objetivos y requerimientos ambientales zonificados para el territorio, de acuerdo al análisis de parámetros de riesgo ecológico, sensibilidad ambiental y presiones presentes en el territorio”*.

#### 3.4.2. Infraestructura Ecológica.

La herramienta llamada “Infraestructura Ecológica (IE)”, que corresponde a un *“sistema de soporte de vida natural, que es una red interconectada de cursos de agua, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación y territorios con producción silvoagropecuaria sustentable, que mantienen los procesos ecológicos*

*naturales, conservan los recursos de agua y aire y contribuyen a la salud y calidad de vida de las comunidades y pueblos” (Benedict y McMahon 2002)”*.

Esta infraestructura debe proveer la conectividad estructural y funcional, necesaria para asegurar el flujo de genes, especies, de materia y energía dentro y entre los ecosistemas, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. En este contexto, el concepto de IE propone: *“una red interconectada de zonas que, en su conjunto, contribuyen a mantener la biodiversidad, proteger las funciones y los procesos ecológicos para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos imprescindibles al bienestar de la sociedad” (UDC, 2016)*.

En los casos de paisajes bajo procesos de fragmentación de hábitat, es vital enfocar esfuerzos para recuperar la conectividad estructural y funcional de la infraestructura ecológica. Para ello es necesario identificar áreas de restauración que faciliten la funcionalidad del paisaje. Por consiguiente, a las áreas de protección oficial podrán sumarse otras formas de gestión para la conservación de la biodiversidad y la restauración ecológica, tales como zonas de amortiguación y corredores biológicos, para que tanto las áreas de alto valor en los territorios, como los procesos, instrumentos, y metas de gestión sean claramente abordables por la política pública (MMA, 2015).

El concepto y aplicación de la IE se encuentra reconocida como un mecanismo de adaptación al cambio climático y al bienestar social, siendo promovida por el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad (aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el 21 de julio de 2013).

El esfuerzo de trabajo para el diseño de una Infraestructura Ecológica que integra conjuntos ecosistémicos y las redes conectoras que los relacionen, implica un necesario tratamiento espacial a una escala mayor que la de ecosistema. Si bien todas las escalas espaciales son relevantes para entender los procesos que aseguran alcanzar la sustentabilidad, algunas escalas son más operacionales que otras al momento de integrar los patrones y procesos económicos y sociales como agentes modificadores de los ecosistemas (Wu, 2013). Un paisaje constituido por múltiples ecosistemas sobre una cuenca o una determinada área geopolítica definida, representa una importante escala de dominio para la investigación y aplicación de la sustentabilidad. La escala de paisaje es la más adecuada dado que en ella interactúan la gente y los diversos ecosistemas (bosques, pastizales, humedales, agrícolas) y por ende la configuración y composición de un paisaje afectan y son afectados por las actividades humanas (Wu, 2013), en consiguiente son fundamentales para alcanzar la sustentabilidad.

Conocer dónde y qué tipo de esfuerzos deben realizarse es fundamental para una conservación territorial efectiva de la biodiversidad. De hecho, uno de los aspectos que debe reforzarse para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y sus planes actualizados, es la espacialización de los objetivos ambientales zonificados de protección, restauración y uso sustentable de la biodiversidad, vale decir, la zonificación de la Infraestructura Ecológica, y su incorporación en el ordenamiento territorial y otros instrumentos de planificación.

El Ministerio del Medio Ambiente está utilizando como marco referencial la Planificación Ecológica<sup>2</sup>, en este caso aplicada al componente Biodiversidad, como una metodología para la

---

<sup>2</sup> GORE RM-GTZ –DID-Universidad de Chile (2002). Planificación Ecológica del Territorio. Guía Metodológica. 93 p.

territorialización de la Infraestructura Ecológica y sus respectivos objetivos ambientales zonificados de protección, restauración y uso sustentable de esta componente, como así también para la identificación de requerimientos a los usos territoriales que impactan a la biodiversidad.

A la fecha se han realizado varios esfuerzos de desarrollo de capacidades en la temática, por ejemplo el Ministerio de Medio Ambiente desarrolló una propuesta de Guía adaptada de Planificación Ecológica, en base a una Guía elaborada por el Gobierno Regional Metropolitano, la GTZ<sup>3</sup> y la Universidad de Chile. Además de esta Guía, el MMA junto con el Proyecto GEF MMA/PNUD Sistema Nacional de Áreas Protegidas (GEF SNAP), desarrollaron una Propuesta de "Guía Metodológica para la integración de las áreas protegidas y las áreas de soporte en los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), en el contexto de la adaptación al cambio climático". Este documento constituye una referencia genérica sobre criterios y consideraciones a tener en cuenta al incorporar objetivos de biodiversidad en los PROT.

Además el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló recientemente una consultoría para la zonificación de la Infraestructura Ecológica de la Región de Biobío<sup>4</sup>, el cual constituye también una referencia esencial para la presente consultoría. En este trabajo piloto se elaboró y aplicó una metodología para la zonificación de la Infraestructura Ecológica regional, identificación de objetivos ambientales zonificados de biodiversidad y evaluación de áreas de Alto Valor Ecológico (AVE) y sitios prioritarios (SP), todo ello en el contexto de una planificación ecológica.

---

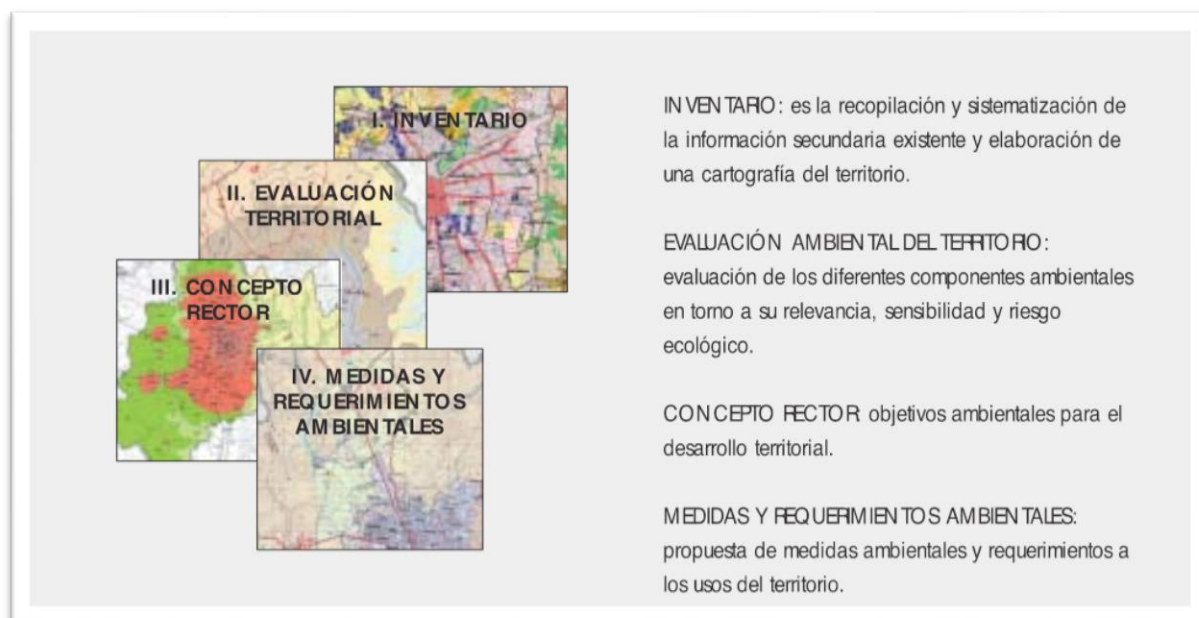
<sup>3</sup> Agencia Alemana de Cooperación Técnica

<sup>4</sup> Universidad de Concepción-GORE Bio Bio-SEREMI de Medio Ambiente Región del Bio Bio (2016). "Metodología base 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".

## 4. METODOLOGÍA

La metodología de planificación ecológica que se usará, se establece en la Guía metodológica de planificación ecológica elaborada por el GORE RM et al (2002). Dicha metodología se complementa con una propuesta de inclusión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el análisis.

La Figura 4, muestra las etapas de la Planificación Ecológica.



**Figura 4.** Etapa de la Planificación Ecológica, Guía Metodológica Planificación Ecológica del Territorio, 2002.

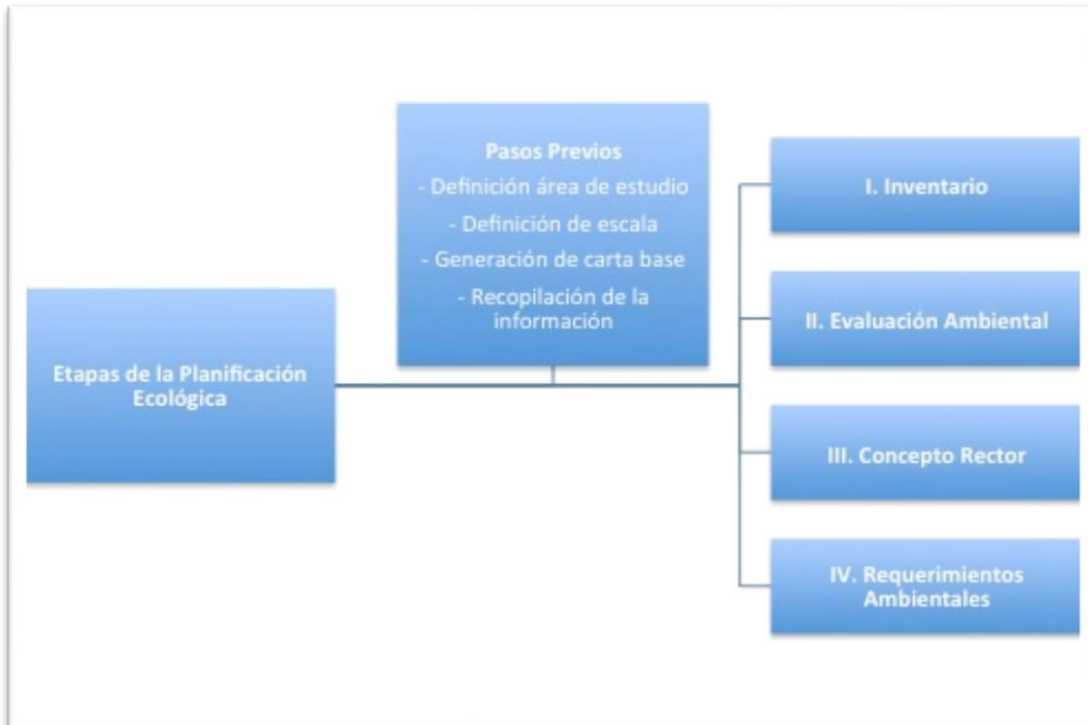
Los principales contenidos identificados en la Guía para la planificación, se presentan en la Figura 5 en relación a las 4 etapas establecidas. Al respecto cabe destacar que el Proyecto OTAS consideró como componentes ambientales al Aire/Clima, Aguas subterráneas, superficiales, Suelo, Vegetación y Fauna, Paisaje Escénico y Uso actual, lo que se diferencia del presente proyecto que abordará la Planificación Ecológica para la componente de Biodiversidad, considerando a ésta como la variedad de especies, comunidades, ecosistemas en sus distintos niveles y atributos, tal como se señaló en los antecedentes, siendo una evaluación más compleja y amplia que solo vegetación y fauna y componentes abióticos separadamente, integrando explícitamente los servicios ecosistémicos.

Inventario	Evaluación Ambiental del Territorio	Concepto Rector	Medidas y Requerimientos
AIFE / CLIMA Macro / mesoclima Calidad del aire	AIFE / CLIMA : Identificación de áreas importantes para la generación de aire fresco y su circulación hacia áreas contaminadas, el microclima y la filtración de contaminantes Con contaminación atmosférica y/ o térmica	Esbozo de objetivos ambientales generales (a nivel de lineamientos básicos técnicos) según su orientación :	Concreción de los objetivos ambientales esbozados en la etapa anterior.  Requerimientos a los usos del territorio y medidas ambientales resultantes del punto anterior.
AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES Calidad, cantidad, régimen Naturalidad (sólo aguas superficiales)	AGUAS SUBTERRÁNEAS: Identificación de áreas importantes para la recarga del acuífero y/ o con el acuífero muy superficial Con impactos / riesgos relevantes sobre el acuífero por contaminación, sellamiento, afloramiento y extracción AGUAS SUPERFICIALES: Identificación de cuerpos y cursos de agua con agua de buena calidad para diferentes usos y/ o altos niveles de naturalidad Con impactos / riesgos relevantes por contaminación, artificialización, e intervención sobre el régimen	-Protección, -Reparación y -Desarrollo	En especial es necesario incorporar a lo menos los siguientes aspectos:  -Áreas protegidas: bajo la legislación de protección de patrimonio natural/ cultural vigente, áreas en proceso de pasar a protección y áreas adicionales propuestas para protección
SUELO Tipología y aptitud Parámetros básicos	SUELO: Identificación de suelos De alta productividad natural Cercanos a su estado natural y especialmente singulares y Con impactos / riesgos relevantes por contaminación, destrucción, segregación y/ o erosión	Para el territorio y sus partes en relación a:  -La calidad de los suelos, aguas y el aire/ clima,  -La protección y el desarrollo de los hábitats, y	-Áreas establecidas, planeadas y/ o propuestas para la recreación -Áreas ambientalmente aptas y áreas con elevadas exigencias ambientales para la construcción -Áreas agrícolas con elevadas exigencias ambientales -Áreas forestales con elevadas exigencias ambientales
VEGETACIÓN Y FAUNA Especies y biocenosis Hábitats Vegetación Natural Potencial (VNP)	VEGETACIÓN Y FAUNA: Identificación de hábitats y complejos de hábitats Con especies y biocenosis relevantes Potencialmente relevantes para especies amenazadas Con impactos / riesgos relevantes por contaminación, destrucción, segregación, y Con requerimientos de manejo	-La conservación de los paisajes natural y cultural	-Requerimientos ambientales a la actividad minera -Requerimientos ambientales a otros usos: industria, infraestructura, etc.
PAISAJE ESCÉNICO Macrozonas y unidades de paisaje Zonas / puntos de interés recreativo Cargas	PAISAJE ESCÉNICO: Identificación de áreas De interés recreativo De aptitud para una recreación cercana a lo natural Que reflejan el paisaje cultural formado en procesos históricos y respecto al cual existe cierto grado de arraigo en la población Que cumplen con lo señalado, pero presentan impactos / riesgos relevantes por contaminación, destrucción, segregación, etc.		
USO ACTUAL Zonificación de usos	USO ACTUAL: aproximación de la intensidad potencial de efectos adversos sobre los componentes aire/ clima, aguas, suelo, vegetación y fauna y paisaje escénico.		

**Figura 5.** Contenidos principales en relación a las 4 etapas establecidas, en Guía Metodológica Planificación Ecológica del Territorio, 2002.

La guía también entrega algunos elementos previos necesarios de establecer antes de avanzar por cada etapa, como la definición del área de estudio, definición de escala, generación de una carta base y recopilación de la información. En este contexto, es importante señalar que en este informe, dichos aspectos son abordados y establecidos en las bases técnicas y administrativas del proyecto, en lo que respecta al área de estudio y escala. La carta base y la recopilación de la información se van desarrollando en el transcurso inicial del proyecto.

Para visualizar de mejor manera estas etapas y sus productos en relación a los objetivos del proyecto, la Figura 6 presenta un esquema de trabajo que permite dar seguimiento y comprensión del avance.



**Figura 6.** Esquema metodológico de las etapas de Planificación Ecológica de acuerdo a Guía Metodológica Planificación Ecológica del Territorio, 2002. Elaboración propia.

Cabe señalar que el enfoque metodológico de la Planificación Ecológica, no tiene un abordaje adecuado de la biodiversidad, pues este es un concepto que surgió al momento de la elaboración de la Estrategia de Biodiversidad. Por ende, en este estudio se hace un esfuerzo metodológico por integrar la componente Biodiversidad a través de diferentes criterios de valoración en el territorio.



La Figura 7 muestra la adaptación del esquema metodológico original.

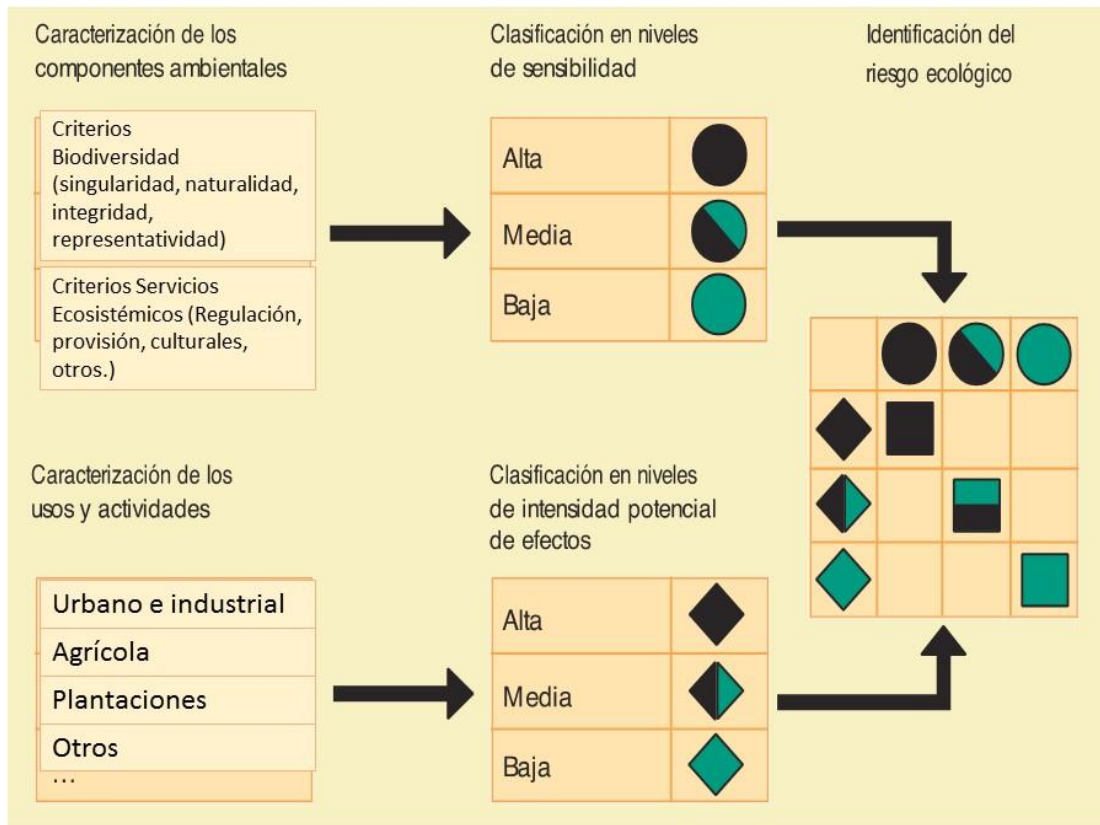


Figura 7. Estructura del Análisis de Riesgo Ecológico, Adaptado de la "Guía Metodológica Planificación Ecológica del Territorio" (2002).

El flujo de actividades para proponer la planificación ecológica, así como diseñar la Infraestructura Ecológica, quedará de la siguiente forma (Figura 8).

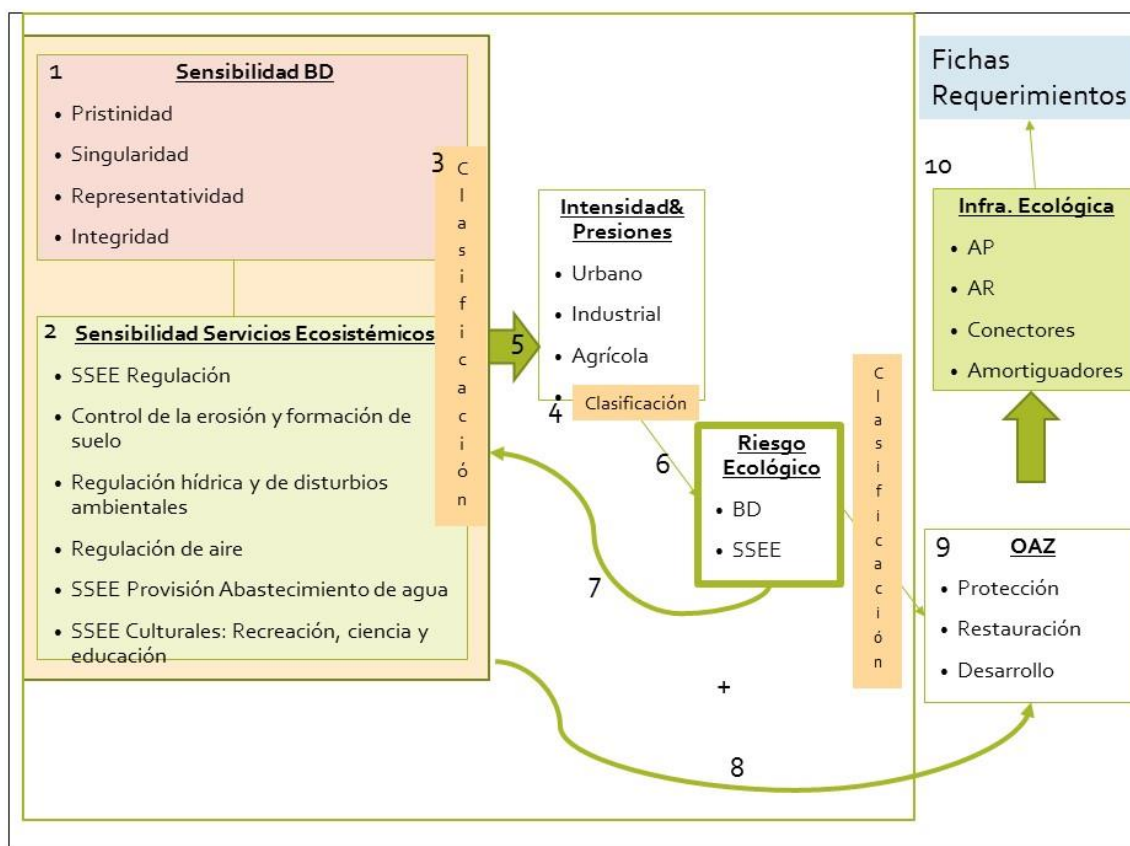


Figura 8. Esquema metodológico general de la Planificación Ecológica adaptado para integrar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la infraestructura ecológica.

#### 4.1 Inventario

El Inventario es la sistematización de la información secundaria existente, incluyendo la componente Biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Esto significa que se sistematiza toda información vinculada y pertinente a biodiversidad, considerando no sólo las especies y comunidades, sino las funciones y procesos ecosistémicos asociados. El inventario refleja la existencia de áreas que reúnen especial sensibilidad o valor ambiental. Para ello es necesario establecer ciertos criterios que definen dicha sensibilidad. En diferentes iniciativas de conservación de la biodiversidad a nivel internacional como nacional, se han identificado y relevado una serie de criterios de valoración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, a continuación se presentan aquellos que se han definido para el análisis de inventario para la Región Metropolitana de Santiago.

#### 4.1.1 Revisión de los Criterios de Sensibilidad y sus fuentes de información

Dado que la metodología de planificación ecológica OTAS no incluye de manera detallada la biodiversidad ni los servicios ecosistémicos, sino que los menciona como “flora y fauna” o riesgos naturales, entonces se hizo una extensa revisión de la bibliografía, acerca de los criterios que pudieran servir para valorar la sensibilidad del territorio en la RMS, así como el análisis de la existencia de información pertinente para su representación espacial, esto incluyó los criterios de valoración usados por el estudio de la Universidad de Concepción en la Región del Bio Bio (UDC, 2016).

Los criterios resultantes del análisis, para el caso de la biodiversidad, fueron los siguientes:

**Representatividad:** Se define como el grado de representación de un territorio de atributos de composición, estructura y función originales de la biodiversidad.

**Pristinidad o naturalidad:** Se define como territorios que poseen poco o escaso grado de perturbación por actividades de origen humano. La pristinidad no excluye el uso humano, ya que un sistema puede mantener su estabilidad o equilibrio aun cuando existan actividades humanas, siempre que dichas prácticas no sean degradadoras. Las áreas perturbadas no perderán ponderación en la medida de que su restauración sea factible.

**Singularidad:** Se define como territorios que poseen atributos únicos o poco frecuentes (rareza) en su biodiversidad. En el caso de los ecosistemas, éstos pueden contener especies, poblaciones o comunidades que solo se presentan en dicho lugar y son el resultado de una combinación especial de factores geofísicos y de la historia evolutiva del ecosistema en cuestión. La Singularidad específica la asociamos a la presencia de endemismos específicos, esto es cuando una especie se encuentra en una sola región geográfica.

**Integridad:** es la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular (Parrish et al. 2003)<sup>5</sup>.

Los criterios de valoración de sensibilidad asociada a servicios ecosistémicos de la biodiversidad existentes en el territorio, son los siguientes:

**Servicio de Regulación de la erosión y la remoción en masa.** Se define como la capacidad de un territorio de retener el suelo.

**Servicio de regulación de infiltración y retención:** Se define como la capacidad de un territorio de aminorar el escurrimiento superficial y el riesgo de inundaciones.

**Servicio de Regulación de aire y clima:** Se define como la capacidad de un ecosistema de purificar el aire y regular el microclima.

---

<sup>5</sup> Parrish, J.D., D.P. Braun, and R.S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience* 53: 851-860.

**Servicio de provisión y abastecimiento de agua:** Se define como la capacidad de un territorio de infiltrar las aguas lluvias e incorporarla a las napas subterráneas de manera de asegurar el abastecimiento y disposición del recurso hídrico.

**Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo:** Se define como la capacidad de un territorio de ofrecer espacios para el desarrollo cultural el esparcimiento de la población y la recreación.

## 4.2 Evaluación Ambiental

De acuerdo a OTAS, esta etapa, también dirigida a la componente de Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, es clave, ya que desde ésta se generan los elementos propositivos de la planificación ecológica, los objetivos y sus requerimientos, que son las etapas siguientes.

La Guía metodológica señala dos direcciones o enfoques para esta evaluación;

- a través de un énfasis en la ponderación cuantitativa (Análisis de valor de uso)
- a través de la argumentación (Análisis de Riesgo Ecológico)

Ambos enfoques tienen como base el carácter cualitativo y las incertidumbres de la evaluación ambiental propias de estudios de esta naturaleza. El Proyecto OTAS consideró el Análisis de Riesgo Ecológico como principal medida de evaluación.

El componente objetivo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, requieren una evaluación de sensibilidad, esto es su importancia y valor ecológico en el territorio. Dicha evaluación de sensibilidad requiere, a su vez, evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad frente a diferentes efectos, presiones de uso u otro tipo de intervenciones antrópicas, y ese cruce del valor por sensibilidad e intensidad de uso, identifica el riesgo ecológico en el territorio.

De esta manera, para llegar al riesgo ecológico se requiere evaluar la intensidad potencial de efectos de usos, actividades u otras intervenciones antrópicas, ya sea considerando lo actual o lo proyectado. Finalmente ambas evaluaciones, la de sensibilidad y la de intensidad potencial de los efectos de usos del territorio, determinarán el riesgo ecológico (ver figura 9).

USOS DEL TERRITORIO COMPONENTES AMBIENTALES		INTENSIDAD POTENCIAL		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SENSIBILIDAD	ALTA	ALTO	Alto	medio
	MEDIA	Alto	MEDIO	bajo
	BAJA	medio	bajo	BAJO

Figura 9. Matriz de Riesgo Ecológico. Adaptado desde la Guía Metodológica Planificación Ecológica del Territorio, 2002.

### 4.3 Concepto Rector

De acuerdo a la metodología OTAS, en esta etapa se define el concepto rector (marco orientador, visión, paradigma o imagen objetivo) de la planificación, lo cual representa el primer paso propositivo de la planificación ecológica. El concepto rector comprende los lineamientos técnicos generales en torno al estado anhelado de la naturaleza y el paisaje. En este sentido se trata de lo ecológicamente deseable desde una perspectiva técnica. Estos lineamientos técnicos generales se expresan como:

Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ) para los diferentes componentes ambientales; y una carta síntesis con los objetivos ambientales, la que a nivel regional representa el aporte ambiental al ordenamiento territorial.

A nivel regional los objetivos ambientales zonificados son de carácter netamente orientador, por lo cual se limitan a establecer indicaciones muy generales para el territorio, estableciéndose una diferenciación entre:

- Objetivos de Protección (preservación, conservación), los cuales buscan mantener o asegurar cierta calidad o función ambiental.
- Objetivos de Restauración (restauración, rehabilitación, saneamiento, recuperación), los cuales buscan mejorar cierta calidad o función ambiental deteriorada.
- Objetivos de Uso Sustentable, los cuales buscan incrementar cierta calidad o función ambiental, la cual sin estar especialmente deteriorada se considera necesario fomentar.

Los objetivos ambientales zonificados (OAZ) se desarrollan a partir de los resultados de la evaluación ambiental del territorio elaborada en la ETAPA II de la planificación. Los resultados cartográficos de la evaluación facilitan la definición de OAZ para una parte importante del territorio, pero no para su totalidad.

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO		RIESGO ECOLÓGICO		
		ALTO	MEDIO	BAJO
SENSIBILIDAD	ALTA	R1	R1	P1
	MEDIA	R1	D1	P2
	BAJA	R2	D2	D2

R1 = Restauración primera prioridad                      R2 = Restauración segunda prioridad  
P1 = Protección primera prioridad                      P2 = Protección prioridad 2  
D1 = Desarrollo sustentable primera prioridad      D2 = Desarrollo sustentable segunda prioridad

Figura 10. Matriz para Identificar OAZ a partir de la Etapa II. Fuente: Proyecto OTAS.

#### 4.4 Diseño de una Infraestructura Ecológica

La infraestructura ecológica se diseña una vez que se ha obtenido el Mapa de Objetivos Ambientales Zonificados, pues allí se dispondrán las áreas con prioridad de protección y restauración. Estas, integradas a las actuales áreas silvestres protegidas o los Sitios prioritarios, permiten dibujar los potenciales conectores y zonas de amortiguación. Para ello se utilizará entidades geográficas tales como altas cumbres, ríos y cerros como potenciales conectores de las áreas de alta prioridad de protección.

#### 4.5 Medidas y requerimientos ambientales

La etapa IV comprende la definición de medidas y requerimientos ambientales a los usos del territorio, que está orientada a:

- Las diferentes administraciones sectoriales: desarrollo urbano, agricultura, desarrollo forestal, minería, infraestructura vial y de transporte, energía, infraestructura sanitaria.
- Para ser incorporados en sus respectivas políticas, programas, planes y/o proyectos estratégicos.

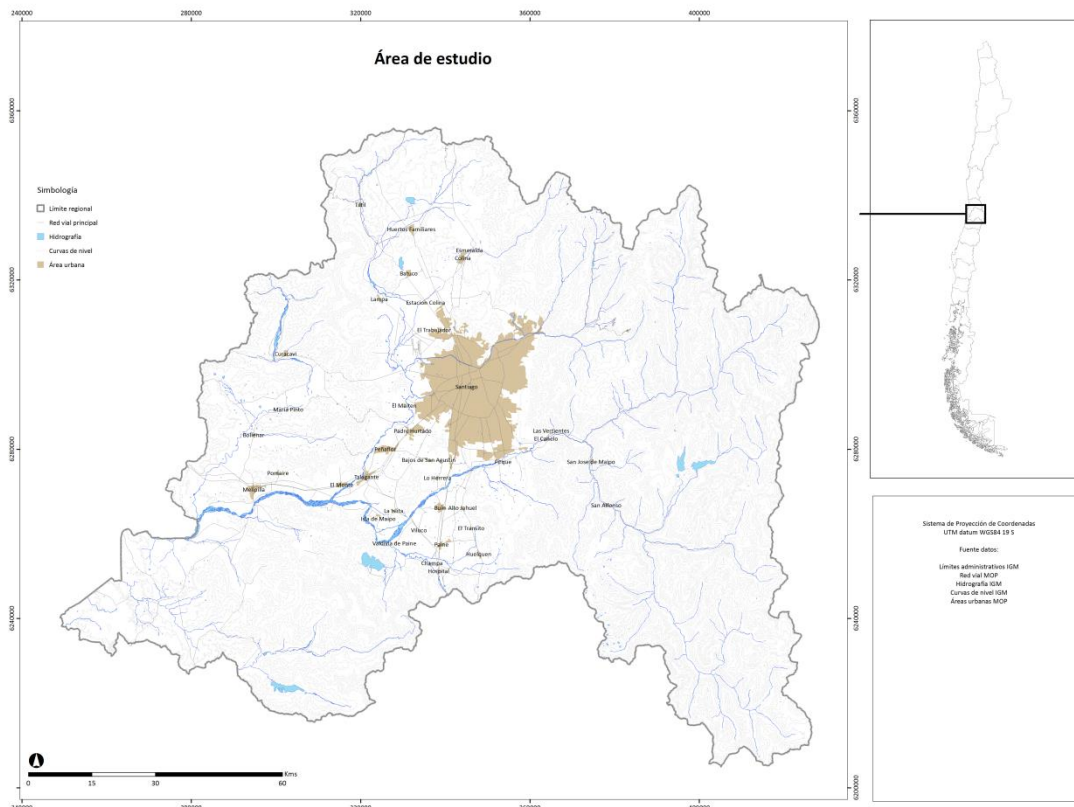
## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados a los que se llegó al aplicar la metodología antes descrita.

### 5.1 Planificación Ecológica

#### 5.1.1 Area de estudio y escala de trabajo

El área que cubre la propuesta de planificación ecológica está enmarcada en la Región Metropolitana de Santiago, se ubica entre los 32°55' y 34°19' de latitud Sur, y entre los 69°47' y 71°43' longitud Oeste. Deslinda al Norte y al Oeste con la Región de Valparaíso; al Sur limita con la Región del Libertador Bernardo O'Higgins; y finalmente el este de la región lo constituye la frontera con la República de Argentina. La región Metropolitana cuenta con una superficie de 15.403 km<sup>2</sup>, equivalentes al 2,0% del territorio nacional, organizada en distintas seis provincias y 52 comunas. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la población proyectada al 2016 alcanza a 7.399.042 habitantes y una densidad de 480,4 habitantes por kilómetro cuadrado.

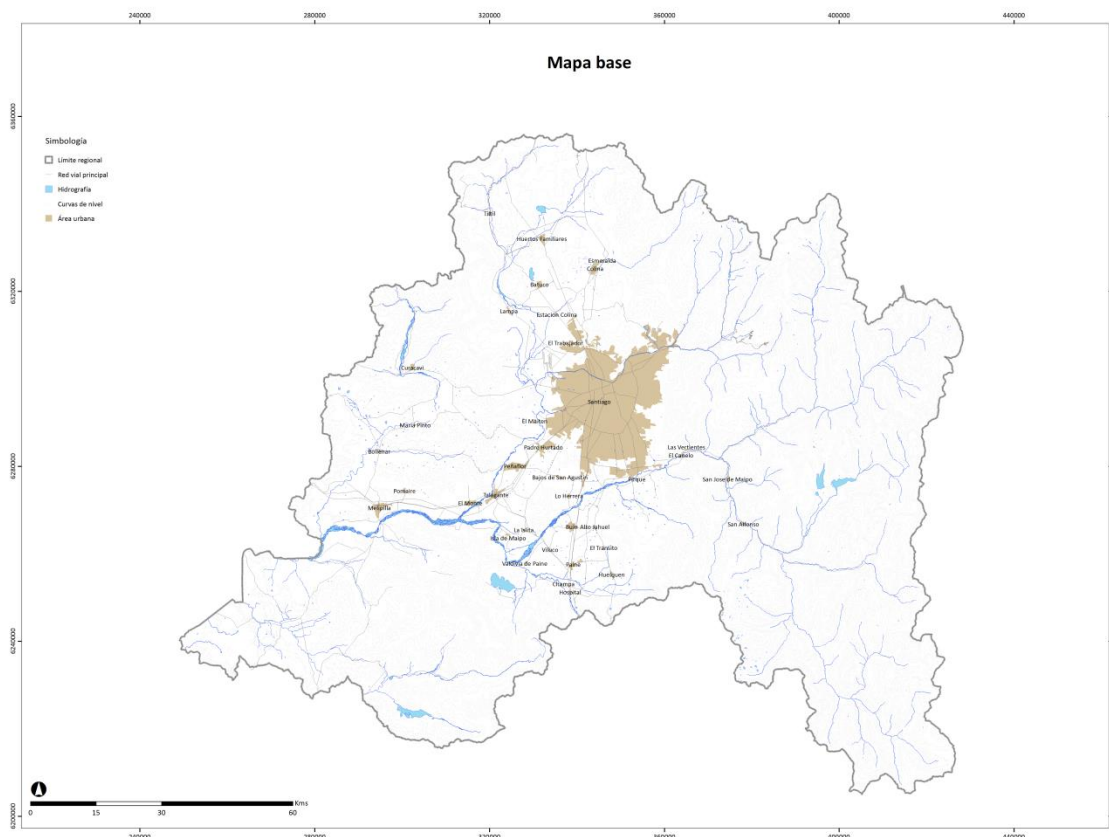


**Figura 11.** Área de estudio del proyecto “Planificación Ecológica y Propuesta de Infraestructura Ecológica, incluyendo Objetivos Ambientales Zonificados para Protección, Restauración y Uso Sustentable de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos”. Elaboración propia.



La escala de trabajo para la planificación ecológica es de 1:100.000, lo que permite un nivel de análisis de la información a nivel regional, y el uso por parte de diferentes instrumentos de política y planeamiento territorial regional. La unidad mínima cartografiable y de análisis para esta escala corresponde a 25 hectáreas.

La carta base, que se presenta a continuación, contiene límites administrativos, red hidrográfica, curvas de nivel cada 100 m y red caminera (Figura 12).



**Figura 12.** Carta base del estudio para la Región Metropolitana.

### 5.1.2 Inventario

El inventario del patrimonio de biodiversidad así como de los servicios ecosistémicos presentes en la Región Metropolitana, está ampliamente abordado en diferentes publicaciones. En este capítulo se presenta dicho inventario a partir de los elementos clave que se consideró relevantes de abordar en la valoración ambiental del territorio.

Respecto de la biodiversidad presente en la RMS, se releva la presencia de ecosistemas prístinos o con bajo nivel de intervención antrópica. La fuente de información que permite espacializar este criterio se basa fundamentalmente en el Catastro de los recursos vegetacionales de Chile y actualizaciones para la RM (CONAF, 2013), escala 1:50.000. En la siguiente tabla se muestra el detalle de cómo se identifican las áreas que cumplen con este criterio:

Indicador	Fuente	Detalle
Formaciones vegetales con bajo nivel de intervención humana.	Catastro de Bosque Nativo (Conaf, 2013)	<p>Bosque nativo adulto, bosque nativo adulto/ renova, estepa andina central (superficie mínima 25 ha)</p> <p>Bajo: Cobertura Muy abierta, y abierta,  Medio: cobertura semidensa,  Alto: cobertura densa y Estepa andina central.</p>

El siguiente mapa muestra los resultados del análisis de zonas con presencia de dichos indicadores.

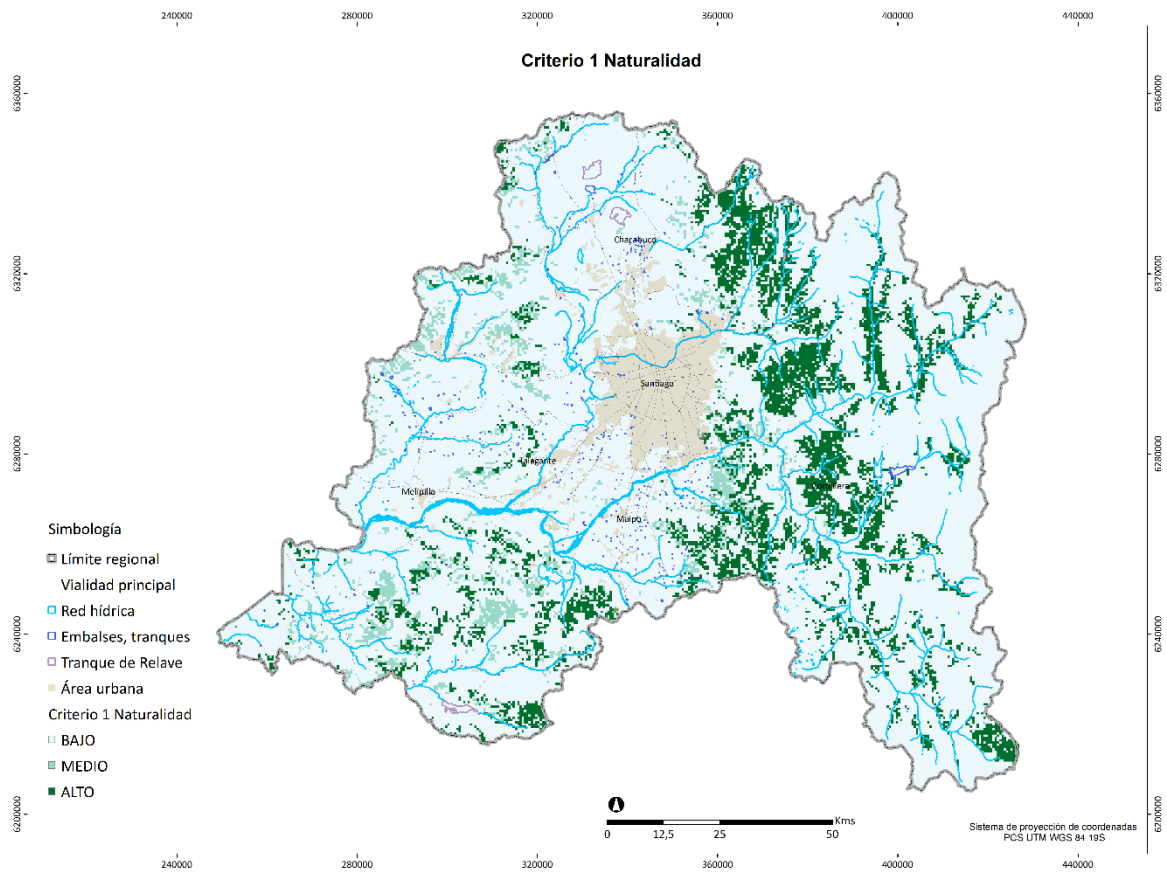
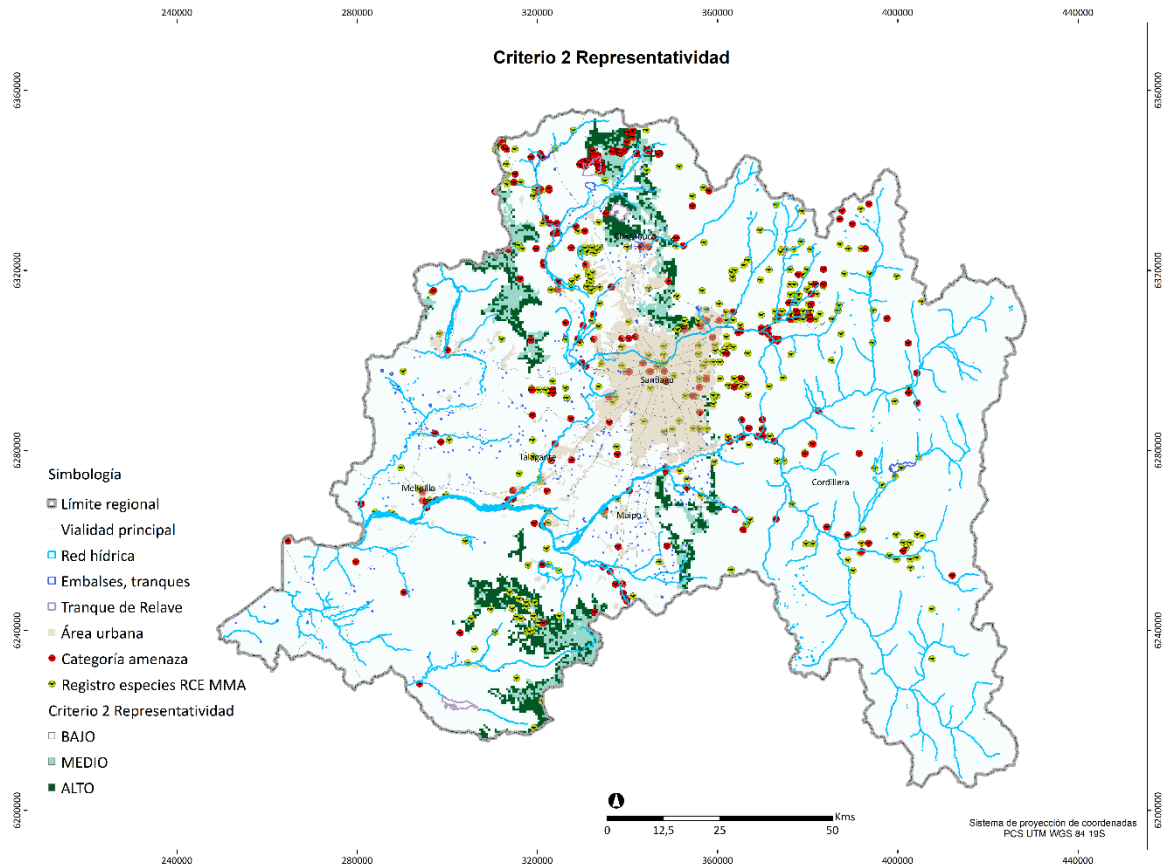


Figura 13. Análisis de Sensibilidad de acuerdo al criterio de Prístinidad.

Como muestra la figura 13, la mayor parte de los ecosistemas prístinos o de naturalidad, se presentan en sectores de la cordillera de los Andes. En el sector oeste están representados los ecosistemas de renovales de roble en Cantillana, Cerro el Roble.

En el caso del criterio de representatividad, como indicador de escases, y los indicadores referidos a presencia de ecosistemas endémicos de la RM. Se utiliza como información de carácter referencial los “Hábitat únicos para especies amenazadas”. La información clave para el criterio es la siguiente:

Indicador	Fuente	Detalle
<p>Remanentes de formaciones nativas de los pisos vegetacionales altamente representados en la RM</p>	<p>Pisos vegetacionales (MMA, 2006);</p> <p>Catastro de Bosque Nativo (Conaf, 2013)</p>	<p>Remanente de uso nativo de pisos con más del 90% de representación en la RM: Bosque espinoso mediterráneo andino de <i>Aacacia caven</i> y <i>Bacharis panniculata</i>, Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i>, matorral bajo mediterráneo costero de <i>Chuquiraga oppositifolia</i> y <i>Mulinum spinosum</i>. Su presencia define un alto valor de sesibilidad según subusos del suelo.</p> <p>Alto: Bosque adulto, achaparrado, renoval o estepa altoandina;  Medio: matorral;  Bajo: otros usos no silvestres.</p>



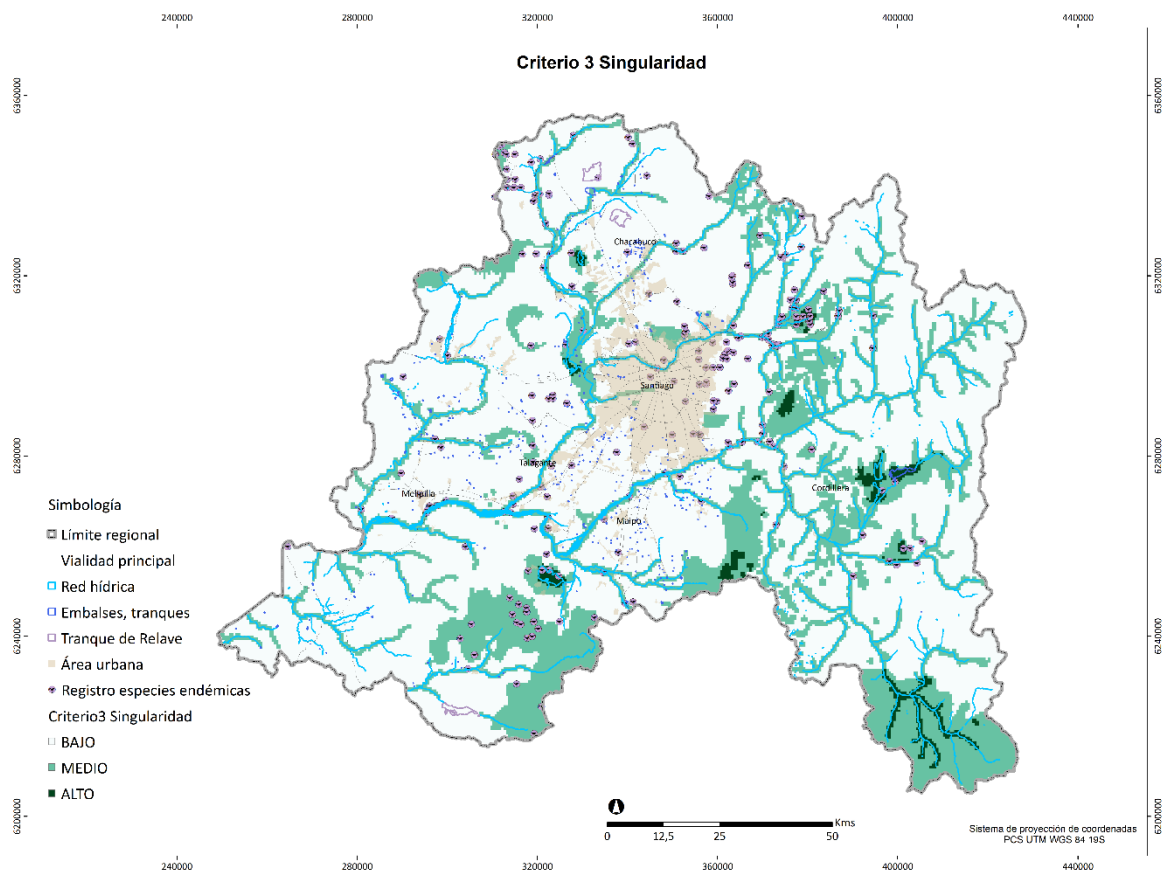
**Figura 14.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al criterio de Representatividad.

Según muestra la figura 14, los ecosistemas con mayor valoración de representatividad, se encuentran en pisos vegetacionales altamente intervenidos o antropizados, ue han sido fragmentados o destruidos, pero que además son casi endémicos de la Región metropolitana. Descatan ecosistemas de matorrales en zona de Colina y Chacabuco, ecosistemas presentes en cumbres que limitan con V región, altas cumbres de Cantillana y ecosistemas boscosos en zona de Pirque y Rio Clarillo. A modo referencial se representan como puntos aquellas zonas en donde había registros de especies en categoría de conservación, que si bien es un indicador de escases, es necesario aclarar que depende fuertemente de los esfuerzos de investigación, que la mayoría de las veces se focaliza en ciertos territorios y de forma heterogénea espacialmente.

En el caso del criterio de singularidad, en donde los indicadores principales se refieren a la presencia de ecosistemas únicos o raros. Como información referencial se utiliza zonas de alta concentración de endemismos. La información clave de analizar fue la siguiente:

Indicador	Fuente	Detalle
Presencia de humedales, vegas y bofedales.	Catastro de Bosque Nativo (Conaf, 2013), Inventario Humedales (MMA, 2012)	Alto: Usos del suelo vegas, humedales y bofedales.
Ríos principales	IGM	Medio: zona de 500 m a cursos de agua principales.
Áreas identificadas por informantes calificados	Áreas singulares – MMA (2017)	Alto: Polígonos delimitados por especialistas.
Vegetación remanente de pisos vegetacionales clasificados en categorías de conservación según criterios UICN (Luebert & Pliscoff 2006)	Pisos vegetacionales clasificados según criterios UICN (MMA, 2014)	Alto: Vulnerable, Medio: Casi amenazado, Bajo: Preocupación menor

El siguiente mapa (Figura 15), muestra espacialmente los sectores donde se concentran los ecosistemas singulares.



**Figura 15.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al criterio de Singularidad.

Según muestra la Figura 15, se dan ciertas zonas donde se concentran ecosistemas singulares, tales como Cantillana, Alto Maipo, El yeso, Pirque, el Morado, Túnel Lo Prado, Altos de Chicauma y el Roble.

En relación al criterio de integridad, para el cual el indicador se refiere a la presencia de grandes extensiones de hábitat o ecosistemas la información clave ha resultado ser el Catastro Recursos Vegetacionales de Chile y sus actualizaciones (CONAF, 2013)

Indicador	Fuente	Detalle
Rios principales	IGM	Medio: zonas de amortiguación de 500 metros en torno a ríos principales.
Tamaños de parches de los usos del suelo: bosque nativo adulto y renoval-estepa andina.	Catastro de Bosque Nativo (Conaf, 2013)	Condición superficie de acuerdo a Unidad Geomorfológica.  Alto: si, en Cordillera de los Andes > 5000 ha; en Cordillera de la Costa > 1000 ha; Valle Central > 100 ha

La figura 16 muestra los sectores en donde se localización ecosistemas relativamente íntegros y cohesionados.

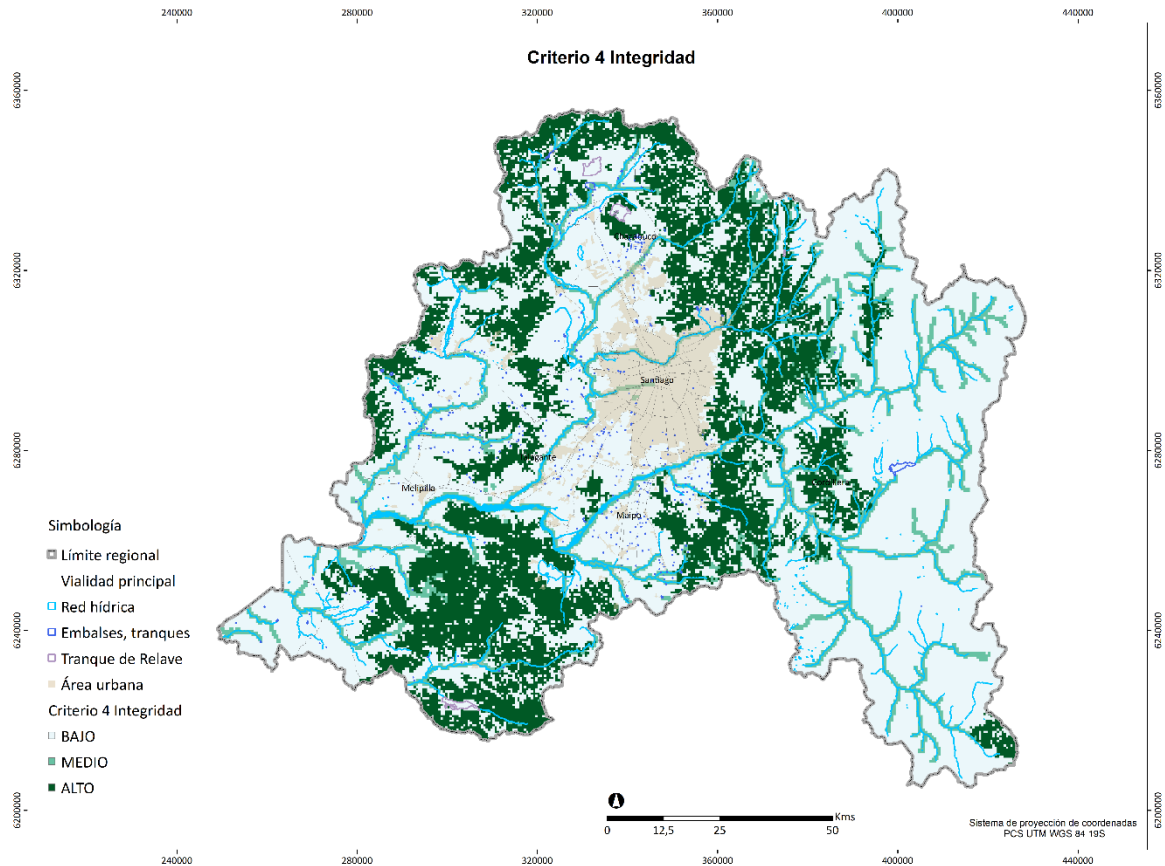


Figura 16. Análisis de Sensibilidad de acuerdo al criterio de Integridad.

De acuerdo a la Figura 16, se muestra que las cadenas montañosas que rodean al Gran Santiago tienen ecosistemas relativamente bien integrados, en general corresponden a las altas cumbres de la precordillera andina, y las cadenas montañosas que atraviesan de norte a sur el límite oeste regional junto con los cerros de Cantillana y Pirque por el sur.

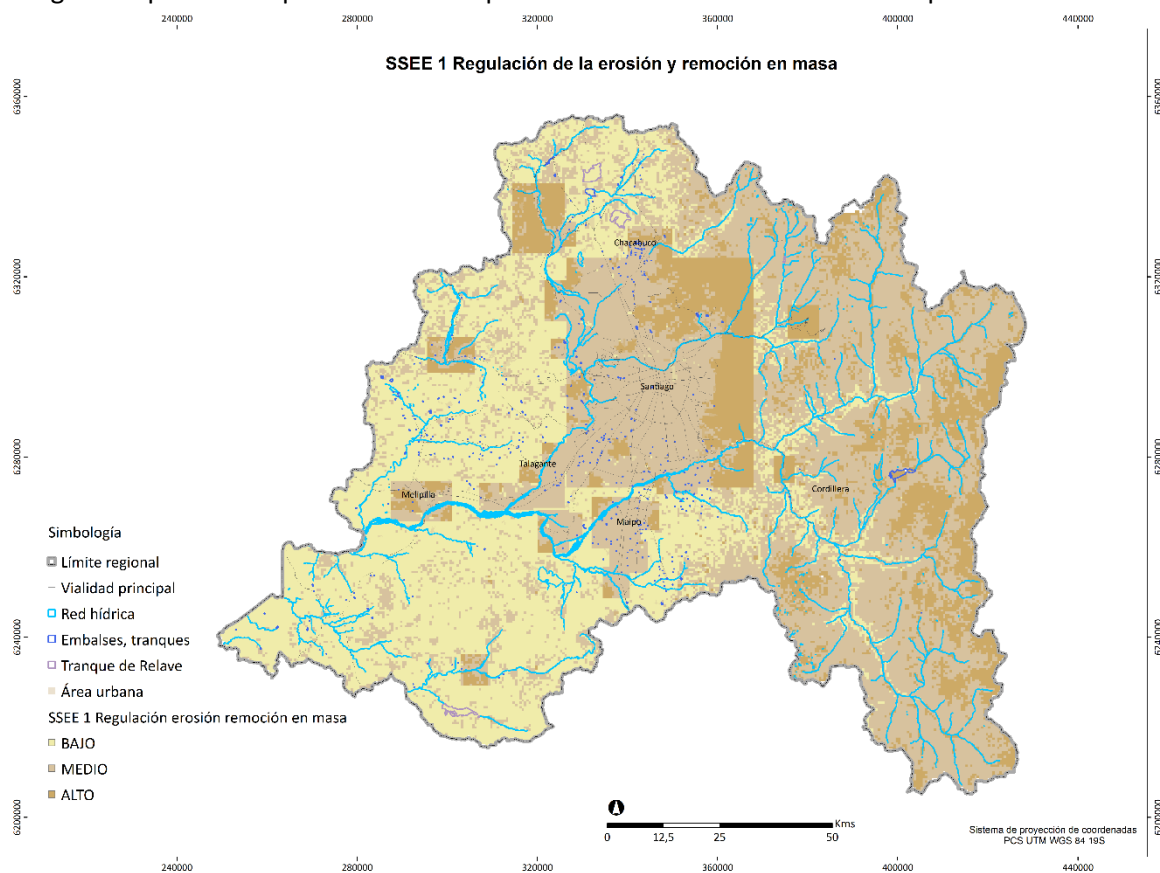
A continuación se presenta los antecedentes sobre la localización de ecosistemas que representan un alto valor de sensibilidad por la provisión de servicios ecosistémicos a la población.

Los ecosistemas que presentan mayor importancia por su regulación de la erosión y fenómenos de remoción en masa, se han podido identificar a partir de estudios de riesgos naturales del GORE RMS (2013) y de CONAMA (2000). El siguiente cuadro reúne los antecedentes de los indicadores utilizados así como de las fuentes de información y sus metodologías de valoración.



Indicador	Fuente	Detalle
Cobertura vegetal en zonas de pendiente	Conaf Catastro de Bosque Nativo (2013) Base curvas de nivel del IGM	Alto =>25% de cobertura; Medio = 10 a 25 % de cobertura; Bajo = 0 a 10 % de cobertura
Susceptibilidad a erodabilidad	Estudio de erodabilidad – MMA (Schlatter & Neira, 2000)	Clasificaciones de alto, muy alto valor de erodabilidad del estudio del MMA
Glaciares y nieves eternas que aportan estabilidad	Catastro glaciares del MMA, Conaf Catastro de Bosque Nativo (2013)	Alto: presencia de glaciares y nieves.
Area aportante de aguas lluvia según variación de la isoterma 0 °C	Franjas isoterma 0°C	Bajo: <1500 m.s.n.m. Medio: 1500-3500 m.s.n.m. Alto 3500-4000 m.s.n.m.
Zonas de riesgo de deslizamientos cercanos a asentamientos	GORE Riesgos naturales	Clasificaciones del GORE RM muy alto; alto; medio; bajo
Zonas de riesgo de desprendimientos cercanos a asentamientos	GORE Riesgos naturales	Clasificaciones del GORE RM muy alto; alto; medio; bajo

La figura 17 presenta aquellas áreas con presencia de ecosistemas relevantes para este servicio.



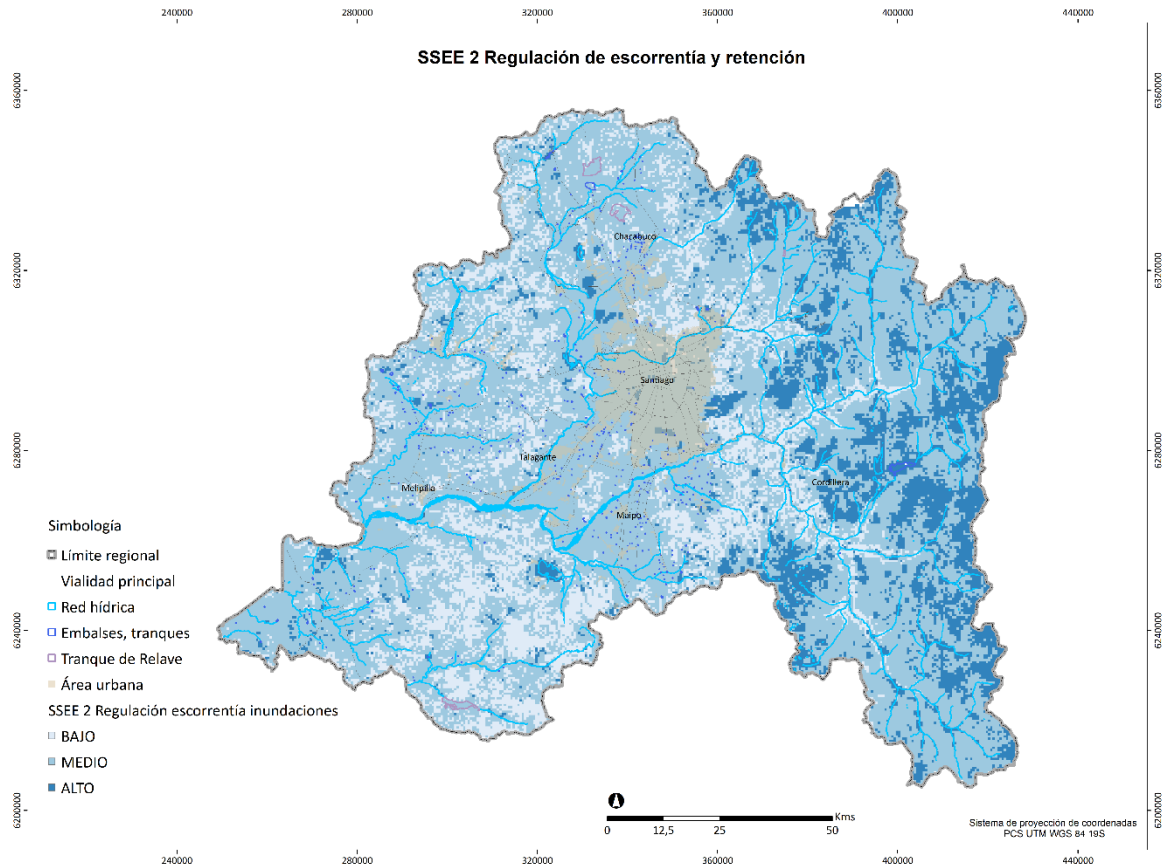
**Figura 17.** Análisis de sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Control de erosión y formación de suelo.

Según muestra la figura 17, aquellos ecosistemas con cobertura vegetal en laderas que dan a los poblados y ciudades, revisten una alta importancia pues regulan los fenómenos erosivos y de remoción en masa, especialmente en cerros y cadenas montañosas que rodean a los centros urbanos, siendo especialmente relevantes el piedemonte andino de Santiago oriente, cerros de Til Til, Curacaví, Chacabuco, Melipilla y Talagante. En la alta cordillera se ha identificado ecosistemas de muy alto valor por la variación de la isoterma de los cero grados, que define el tamaño de la cuenca que se ve impactada por gota de lluvia, y que pudiera estar sin presencia de vegetación por la altitud, generando gran cantidad de arrastre de sólidos aguas abajo.

De forma similar al anterior, se logró identificar ecosistemas con altísimo valor por su capacidad de regulación de la escorrentía superficial y su capacidad de retención. El siguiente cuadro muestra los indicadores usados, las fuentes de información y el detalle de la valoración de sensibilidad.

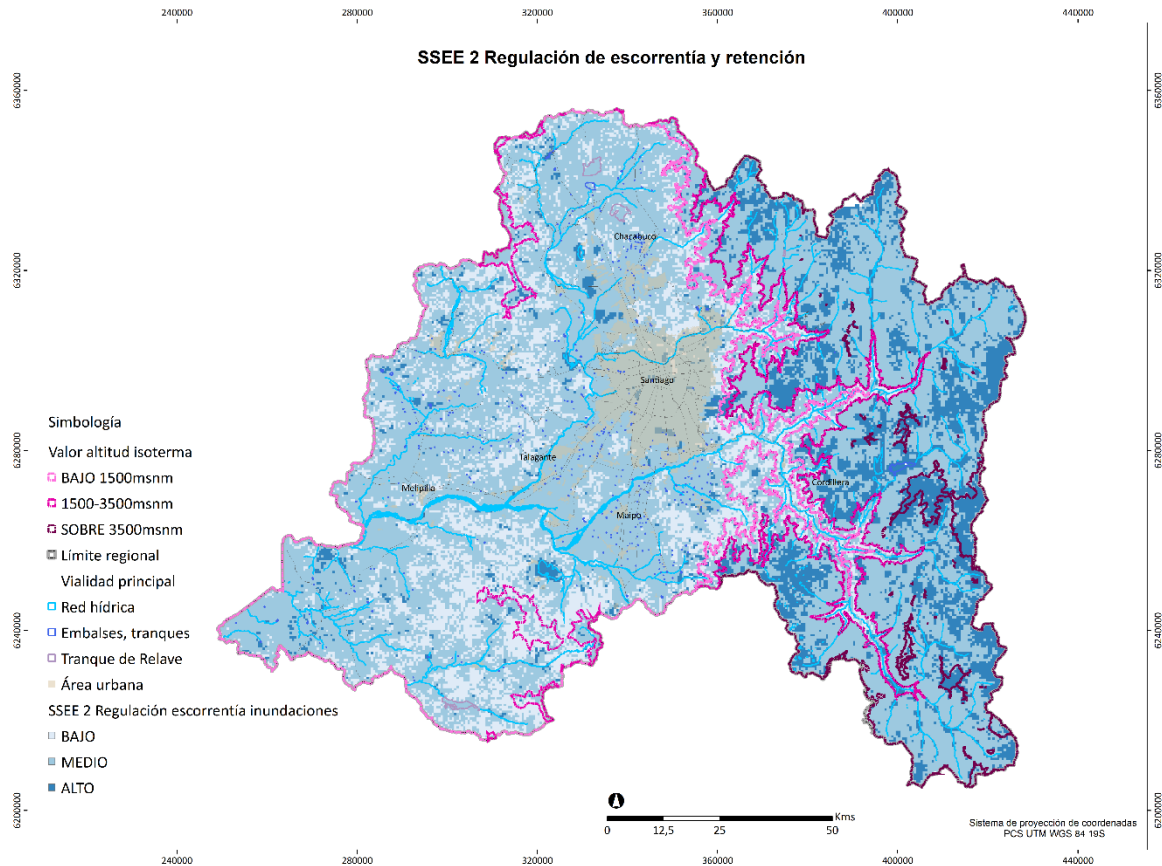
Indicador	Fuente	Detalle
Cobertura vegetal en zonas de pendiente	Catastro de Bosque Nativo (2013)	Alta = Bosque Nativo; Medio = Matorral; Baja = Vegetación herbácea en orilla
Zonas inundables y susceptibles a inundación se sacan como indicador y se deja referenciales en el mapa, como un achurado.	GORE Riesgos naturales	Medio: Actividades inundaciones mal drenaje, zonas susceptibles inundación Bajo: Anegamientos, actividades inundación;
Glaciares y nieves	Catastro glaciares, Conaf Catastro de Bosque Nativo (2013)	Alto: glaciares, nieves eternas.
Rango altitudinal de variación de la isoterma 0 °C (1500-3500-4000 msnm)	Franjas isoterma 0°C	Alto: Mayor 3500 msnm; Medio: 1500-3500 msnm
Presencia de Humedales	COT MMA 2015, Inventario humedales (2012)	Alto: presencia de humedales
Grandes paños (sobre 50 ha) dentro del área urbana que aportan a la infiltración	Conaf Catastro de Bosque Nativo (2013)	Alto: polígonos de usos actuales del suelo no sellados por uso urbano e industrial de más de 50 ha

Como resultado del análisis, se generó un mapa que se presenta en la figura 18, en el cual se muestra la localización de los ecosistemas con mayor importancia por su regulación de la escorrentía y su capacidad de retención.



**Figura 18.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Regulación de infiltración y retención.

La figura 18 se muestra como en general los ecosistemas presentan al menos un valor ambiental medio en gran parte del territorio regional, pero destacando especialmente los existentes en la zona del piedemonte andino de Peñalolén y La Florida, también la zona de Batuco y Colina. En la alta cordillera existen grandes extensiones de ecosistemas con alto valor por este servicio, especialmente por su efecto protector con las variaciones de la isoterma que se han observado en los años recientes. En este contexto, el siguiente mapa de la figura 19, muestra la franja que se genera producto de la variación de la isoterma 0°.



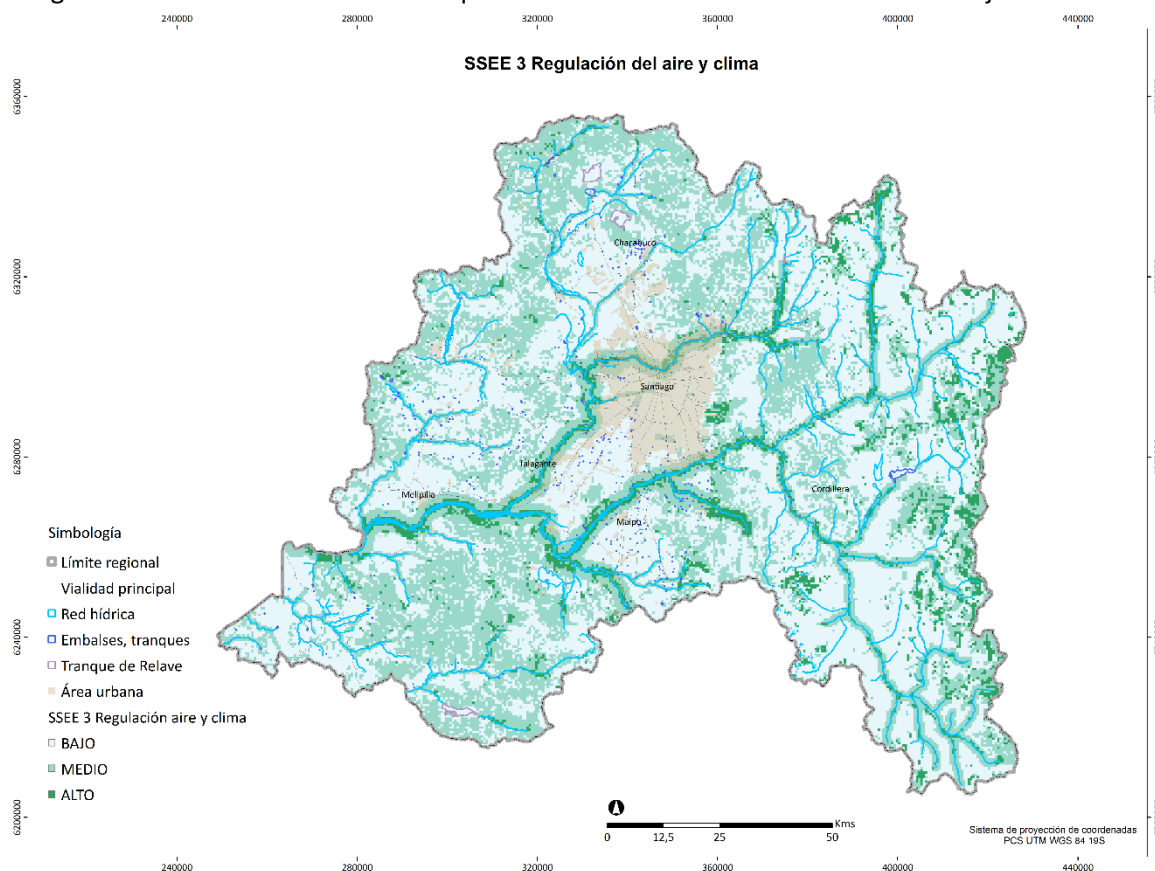
**Figura 19.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Regulación de infiltración y retención con isoterma 0°.

La figura 19 muestra en líneas de color morado las diferencias de la Isoterma Cero y muestra la magnitud del área que recibe precipitaciones en forma de lluvia, en donde antes precipitaba en forma sólida, pate de ello en zonas por sobre el límite vegetacional altitudinal, conllevando con ello que el agua escurra libremente por la superficie del suelo, sin que haya vegetación que la retenga o infiltre.

También se ha logrado identificar ecosistemas que cumplen un rol clave en la purificación del aire y en la regulación del clima. Especialmente relevantes son los ecosistemas con vegetación en la vertiente que mira a los centros poblados y que aportan en la ventilación y aire fresco. Asimismo se constituyen en pulmones verdes que en su proceso fotosintético capturan CO<sub>2</sub>. El siguiente cuadro muestra los indicadores usados, las fuentes de información y el detalle de la valoración de sensibilidad por este servicio ecosistémico.

Indicador	Fuente	Detalle
Cobertura vegetal	CONAF, Catastro de Bosque Nativo_2013	Alto = Vegetación Perenne (bosque, matorral, matorral-pradera, plantaciones forestales) Medio = Vegetación anual Bajo = 0 a 10 % de cobertura
Tamaños de parches de vegetación	CONAF, Catastro de Bosque Nativo_2013	Alto: mayor a 5000 ha, Medio: 3000-5000 ha, Bajo: menor a 3000 ha
Pendiente	CONAF, Catastro de Bosque Nativo_2013	Muy Alto= >100 Alto=>45° Medio=15° y 45° Bajo =<15°
Grandes paños de uso no urbano (sobre 50ha) dentro del área urbana que aportan a la ventilación	ÁREAS SUPERFICIE VERDE	ALTO
Presencia de cerros isla y áreas verdes de gran superficie (>25 ha)	Catastro areas verdes (PUC, 2014),	Cerros isla y áreas verdes con una superficie mínima <b>25 ha</b> . Alto: con cobertura arbórea, Medio: otros

La figura 20 muestra la ubicación de aquellos ecosistemas altamente relevantes bajo este criterio.



**Figura 20.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Regulación Aire y clima.

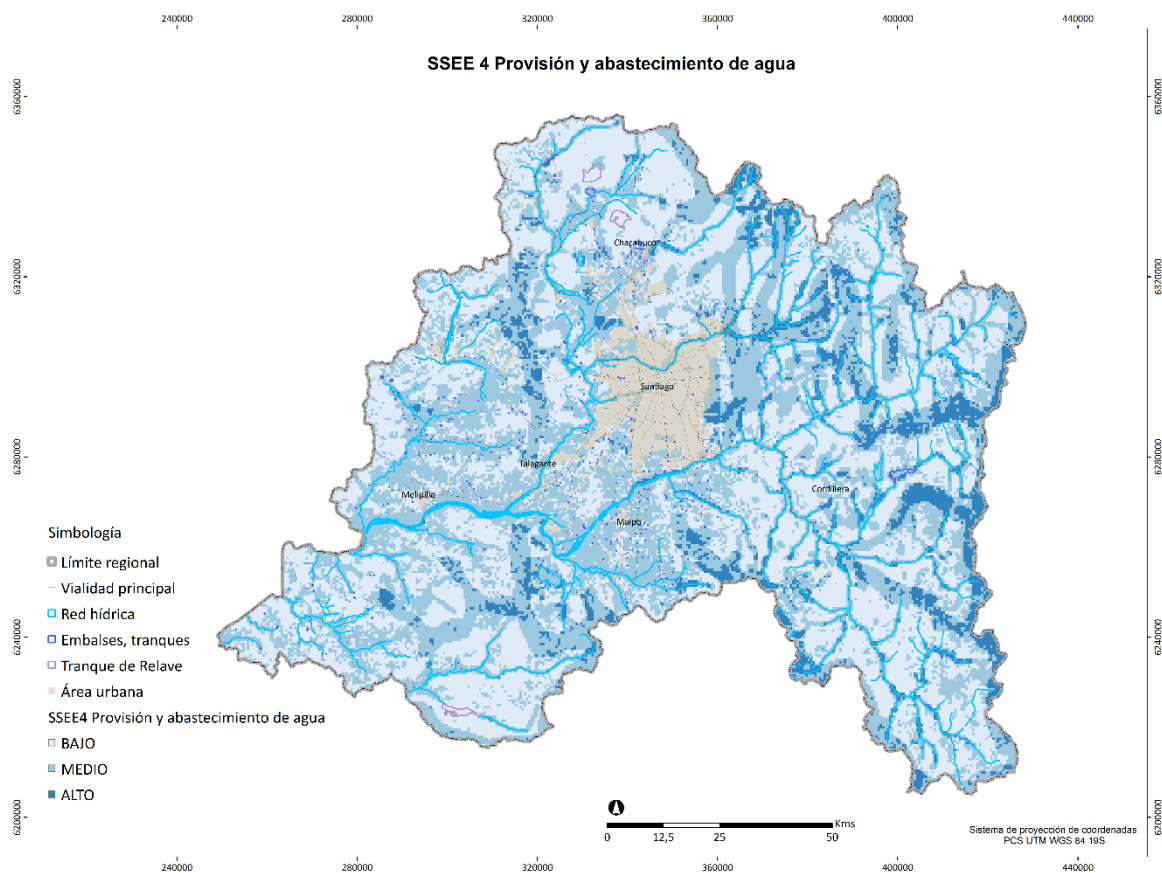
De acuerdo a lo que se aprecia de la Figura 20, los ecosistemas asociados a los ríos Mapocho y Maipo tienen un rol altamente relevante en la ventilación y regulación climática de la RMS, por un lado facilita la entrada de vientos frescos desde la cordillera de los Andes hacia el valle, asimismo los ecosistemas del piedemonte andino, la quebrada Aguas de Ramón, la zona de las Vizcachas en el cajón del Maipo. Por otra parte son altamente relevantes los ecosistemas naturales ubicados en las entradas de vientos predominantes, provenientes del suroeste y del sur, los que entran por la zona de Melipilla y Angostura.

En el ámbito del servicio de aprovisionamiento, específicamente en el abastecimiento de agua, se ha logrado identificar una serie de ecosistemas de alta relevancia para la población de la RMS. El siguiente cuadro muestra los indicadores usados, las fuentes de información y el detalle de la valoración de sensibilidad.

Indicador	Fuente	Detalle
Cobertura vegetal infiltradora de aguas lluvia	Catastro de Bosque Nativo_2013	Alto: sobre 25%; Medio: 10-25% Bajo: 0-10%
Áreas de recarga de acuíferos	SERNAGEOMIN	Alto: usos actuales del suelo no sellados
Presencia de glaciares y nieves	Catastro de glaciares (MMA), Catastro de Bosque Nativo (CONAF, 2013)	Alto: presencia de glaciares y nieves.
Nacientes de sub sub-cuencas	Microcuencas (DGA)	Alto: Identificación de cabeceras de cuencas en la región a partir de delimitación de unidades de cuenca
Ríos principales	DGA	Areas de amortiguación de 500 m de cursos principales  Alto: sobre 1000 msnm, Medio: bajo 1000 msnm
cuerpos de agua, humedales, vegas, bofedales	Catastro de Bosque Nativo (CONAF, 2013)	Alto: presencia de cuerpos de agua, humedales, vegas y bofedales.
Usos del suelo no sellados infiltradores de aguas lluvia	Catastro de Bosque Nativo (CONAF, 2013)	Medio: usos actuales del suelo no sellados con uso urbano e industrial de más de 50 ha



En la figura 21 se muestra la localización de aquellos ecosistemas con alta importancia en este servicio ecosistémico.



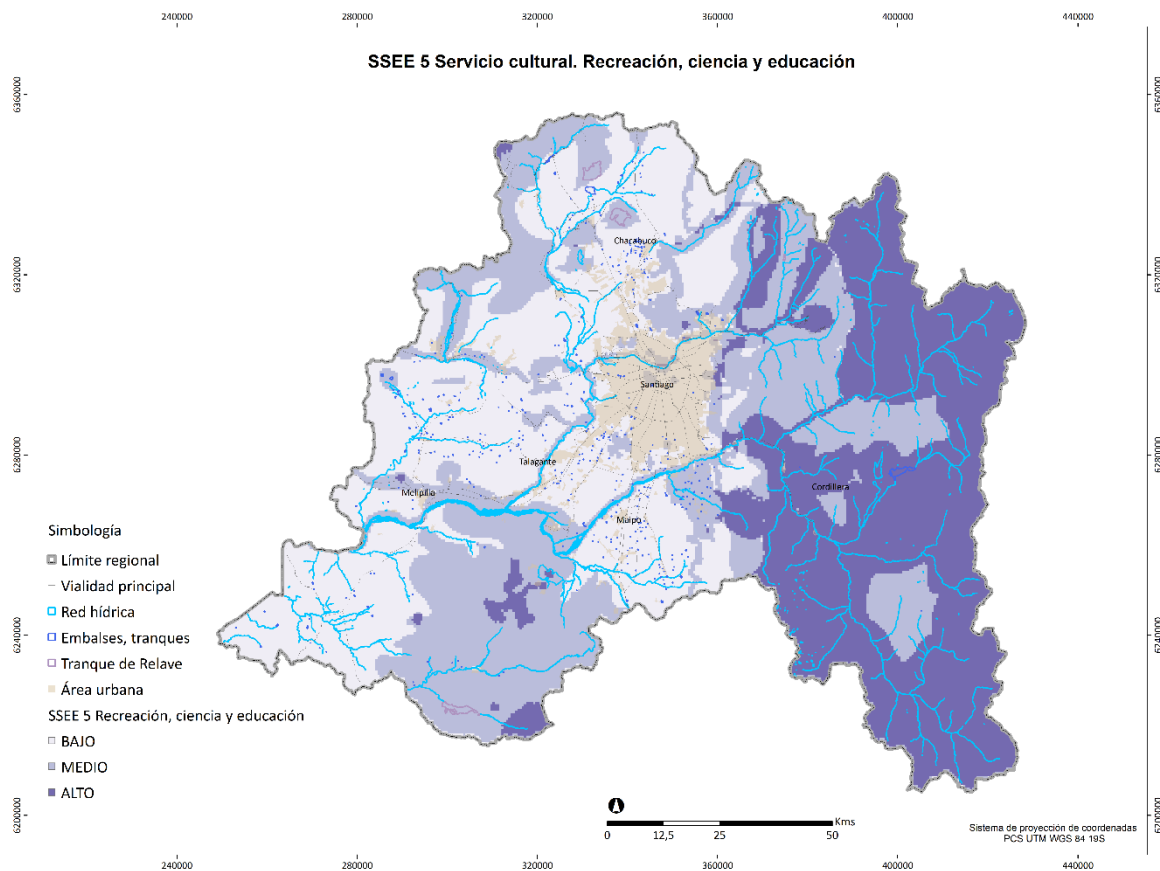
**Figura 21.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Abastecimiento de agua.

La figura 21 muestra que las zonas con ecosistemas más relevantes desde la perspectiva del abastecimiento de aguas se ubican en la alta cordillera de los andes, especialmente por la presencia de glaciares y nieves. Además se observa la alta importancia de aquellos ecosistemas presentes en las vertientes que dan hacia los centros poblados y que aportan a la recarga de los acuíferos. La red hídrica tiene vital relevancia en este componente de análisis.

Finalmente, otros ecosistemas con alto valor de sensibilidad por los servicios que ofrecen a la población, se refieren a aquellos con un rol cultural, de recreación, aporte a la ciencia o la educación. El siguiente cuadro muestra los indicadores usados, las fuentes de información y el detalle de la valoración de sensibilidad.

Indicador	Fuente	Detalle
Propuesta del OTAS	GORE RM-U. Chile-GTZ, 2005.	
Presencia de SNASPE	MMA	Medio: Monumento natural, reserva nacional
Sendero de Chile	MMA	Medio: área de amortiguación de 500 m Tramo del sendero de Chile
Atractivos turísticos	SERNATUR	Medio: Area de amortiguación de 1000 m
Zonas de Interés Turístico (ZOIT)	SERNATUR	Medio: presencia de la ZOIT
Santuario de la Naturaleza	MMA	Medio: presencia del Santuario de la Naturaleza
Iniciativas Conservación Privadas (Incluye Reserva Privada Cantillana)	MMA	Medio: presencia de iniciativas de conservación privadas
Bien Nacional Protegido	MMA	Medio: presencia de bienes de uso público
Artículo 17 n°6 Código Minería	MMA	Medio: presencia de áreas adscritas al Artículo 17 del Código de Minería.

La figura 22 muestra la localización de los ecosistemas con alto valor por su aporte cultural, científico, recreacional o educativo.



**Figura 22.** Análisis de Sensibilidad de acuerdo al Servicio Ecosistémico Recreación, Ciencia y Educación.

La figura 22 permite ver la importancia que revisten los ecosistemas de montaña andinos, por la presencia de áreas protegidas como sitios prioritarios de la ERB, o la ZOIT. También destacan los altos de cantillana o el cordón El Roble y Altos de Chicauma. Si bien aparecen con valor medio, todos los ecosistemas con vegetación cercanos a los centros poblados adquieren gran importancia, así como los cerros isla o cordones de cerros aledaños a los centros poblados.

### 5.1.3 Evaluación Ambiental

La Evaluación ambiental, como se detalló en el enfoque metodológico, se realiza a través de un Análisis de Riesgo, y para ello se requiere de una “evaluación de sensibilidad”, esto es la importancia o el valor ecológico en el territorio de la biodiversidad, ya sea de especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas, procesos, funciones y/o servicios ecosistémicos definidos. Y por otro lado de evaluar la “intensidad potencial de efectos de usos, actividades u otras intervenciones antrópicas”, ya sea considerando lo actual o lo proyectado. Con ambas evaluaciones, la de sensibilidad y la de intensidad potencial de los efectos de usos u otros, se podrá determinar el riesgo ecológico.

### 5.1.3.1 Evaluación de sensibilidad

#### 5.1.3.1.1 Sensibilidad por biodiversidad

La evaluación de sensibilidad se desarrolla considerando el valor ecológico presente en el área de estudio, esto es, relevar las áreas que tienen importancia ecológica, y para ello, mediante el uso de criterios de valoración, es posible obtener áreas o zonas territoriales con dicho valor. La siguiente Tabla 1, muestra la ponderación de los criterios de sensibilidad asociados a la biodiversidad, la que fue realizada en un Taller con informantes calificados del MMA, GORE RM, SUBDERE y equipo PUCV.

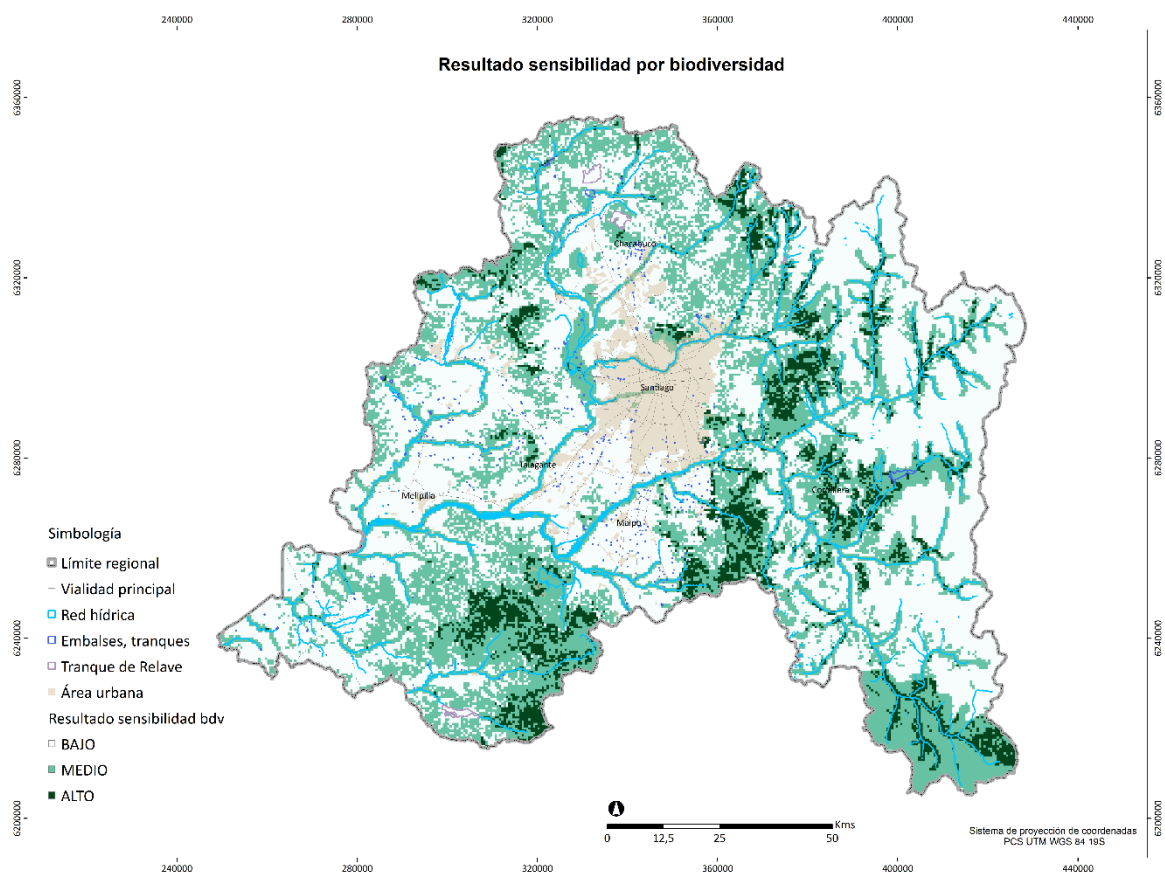
Tabla 1. Matriz de ponderación de los indicadores de biodiversidad.

<b>N°</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>PONDERACION</b>
1	Pristinidad	0,25
2	Representatividad	0,14
3	Singularidad	0,48
4	Integridad	0,13

### 5.1.3.1.2 Evaluación de Sensibilidad por Servicios ecosistémicos

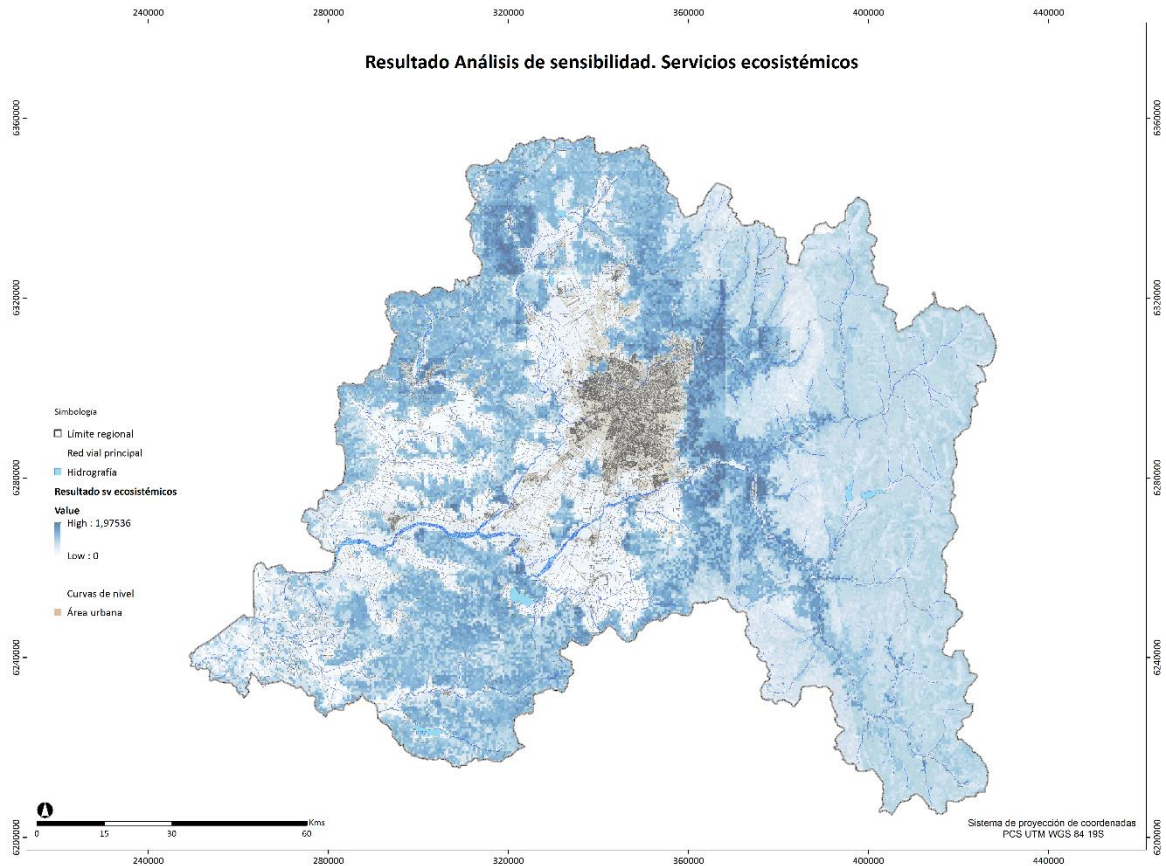
De igual forma que los criterios empleados para sensibilidad por biodiversidad, la espacialización para servicios ecosistémicos se realiza considerando la clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003)

Como resultado del análisis de sensibilidad según los criterios seleccionados, se integran y se configuran los siguientes mapas. El primero, presentado en la Figura 23 representa el Valor de Sensibilidad por Biodiversidad, el segundo mapa en la Figura 24 representa el Valor de Sensibilidad por los Servicios Ecosistémicos presentes en el territorio, y el tercer mapa presentado en la Figura 25, contiene la sumatoria de los dos mapas anteriores.



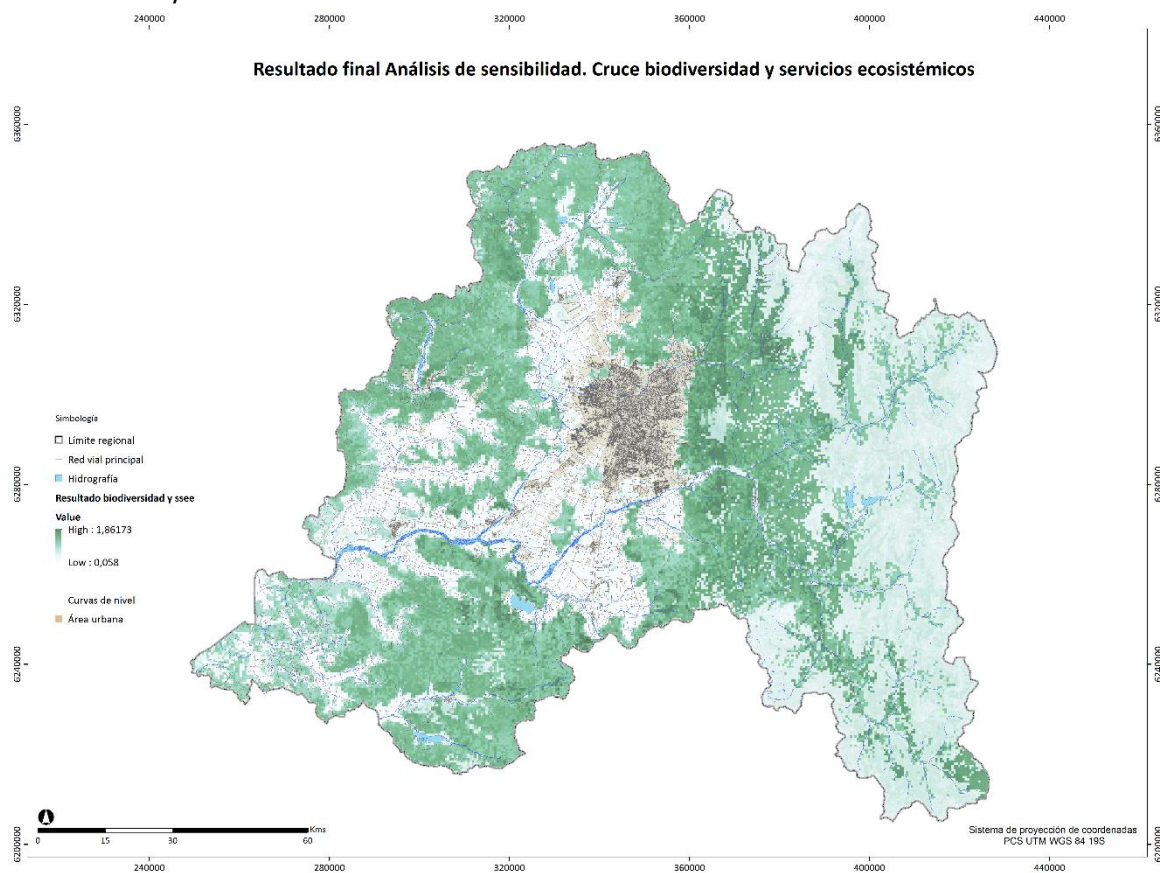
**Figura 23.** Distribución del Valor de sensibilidad por Biodiversidad en la Región Metropolitana.

La figura 24 muestra el resultado espacial de la Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos.



**Figura 24.** Valor de Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos.

La figura 25 muestra el resultado final del análisis de Sensibilidad, uniendo el análisis espacial para biodiversidad y servicios ecosistémicos.



**Figura 25.** Mapa de Valor por sensibilidad Regional.

#### 5.1.3.2 Evaluación de la Intensidad de Uso

La segunda componente del análisis del riesgo ecológico, luego de evaluar la sensibilidad, correspondió evaluar la intensidad de uso del suelo.

En este punto es preciso aclarar, que la intensidad de uso se asocia al uso actual del suelo, y entre ellos es posible identificar aquellos usos que implican una mayor presión de uso al territorio, como lo pueden ser: los usos inmobiliarios, las plantaciones forestales o frutales, hasta aquellos usos que implican un aporte positivo por su baja intensidad, como pueden ser las áreas protegidas.

Sin embargo se ha considerado relevante representar también mapas por algunos grupos de proyectos que generan una presión de carga alta, como corresponde a los proyectos del tipo: energético, viales, mineros. En algunos casos, y en la medida de la existencia de información, será posible asociar espacialmente la presencia de cargas puntuales al territorio, como pueden ser los incendios forestales o situaciones de contaminación.

Dado lo anterior, la evaluación de la intensidad del uso y sus presiones, se ha considerado apropiado abordarla desde la perspectiva del uso actual del suelo y de los proyectos de mayor impacto (vial, energía, minería), a los cuales se les establece diferentes niveles de presión, en base a ponderadores establecidos de forma participativa con paneles de expertos y en base a otras experiencias de evaluación del OTAS y del MMA en la Región del Bio Bio (UdC, 2016).

La siguiente figura 26, presenta el resultado del análisis de intensidad de uso del territorio.

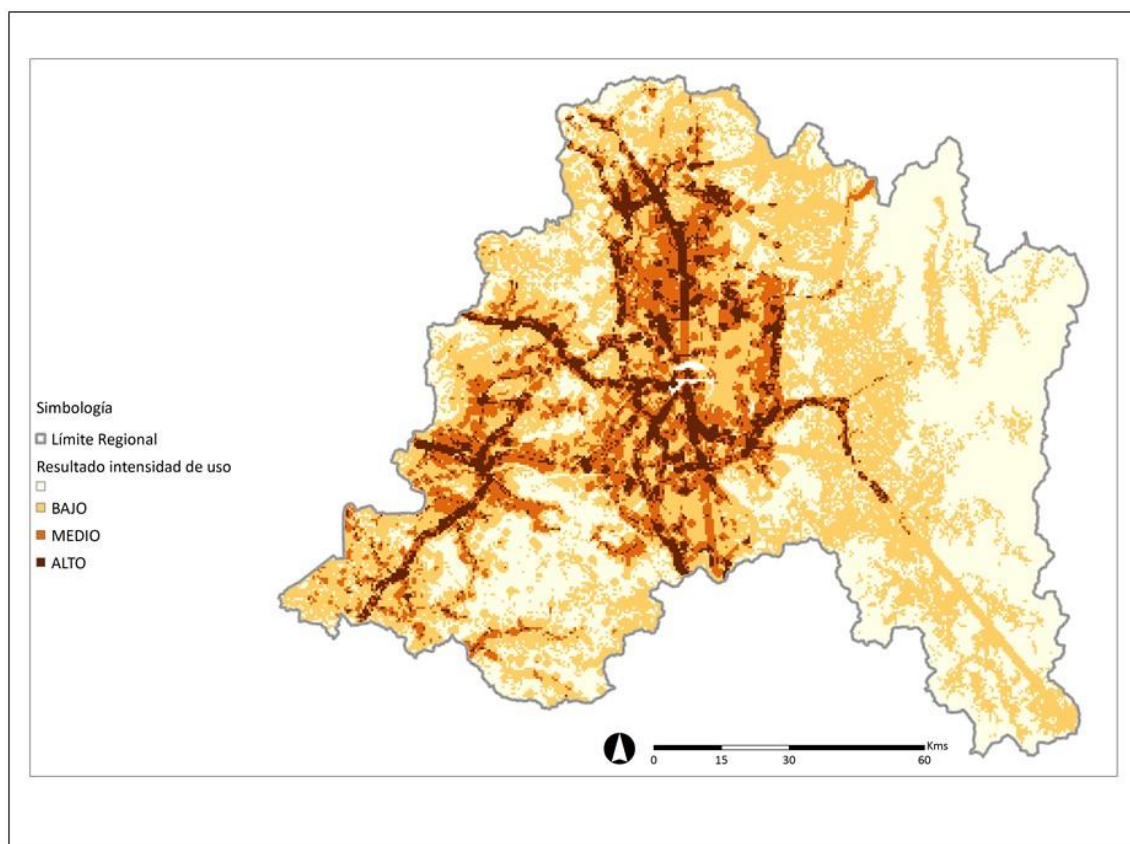


Figura 26. Mapa de intensidad de uso en la Región Metropolitana.

Como se observa en la figura 26, las mayores intensidades de uso se dan en las zonas bajas en altitud, en el valle y condicionadas por la presencia de ciudades, actividad agrícola y red vial.

### 5.1.3.3 Evaluación del Riesgo Ecológico

Teniendo como insumos los mapas de sensibilidad e intensidad de uso, de acuerdo a lo que se presenta en el capítulo de metodología, se procede a calcular el Valor de Riesgo Ecológico, el que arroja como resultado el siguiente mapa (Figura 27).



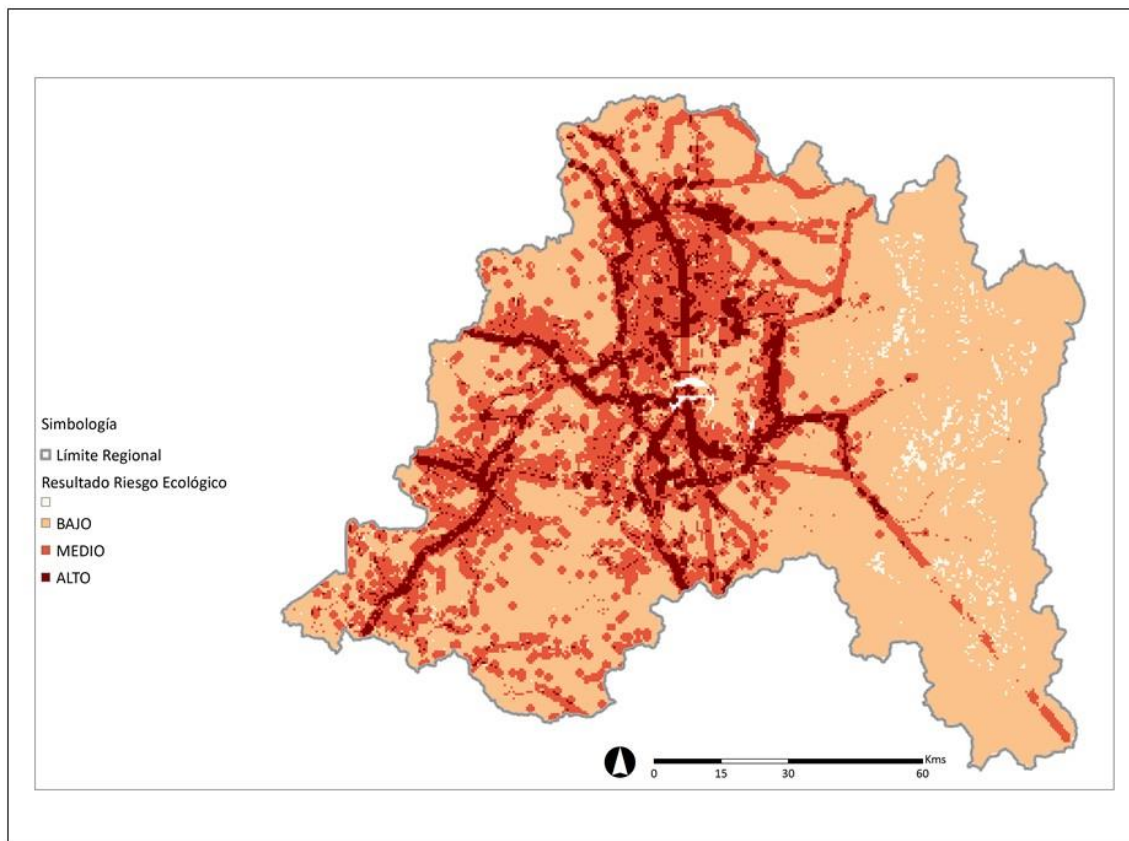


Figura 27. Mapa de riesgo ecológico Regional.

La figura 27 muestra los resultados de todo el análisis de la evaluación ambiental, generado desde el cruce de la sensibilidad y la intensidad de uso. Las áreas de color violeta oscuro, representan las zonas con alto valor ecológico y alta intensidad de uso y las zonas de violeta claro, pueden contener alto o medio valor de sensibilidad, pero no reflejan alta intensidad de uso. Este mapa cruzado con el mapa de sensibilidad permite definir los objetivos ambientales zonificados.

#### 5.1.4 Concepto Rector

La Planificación Ecológica es un instrumento en el ámbito ambiental, que tiene como objeto proteger, restaurar y propiciar espacios para el desarrollo sustentable, como medio de vida de la población humana y la biodiversidad. Este objetivo debe incorporarse tanto en la planificación territorial así como en la planificación sectorial.

La Planificación Ecológica comprende el inventario general de la situación de la biodiversidad de la Región Metropolitana, que contiene la identificación y evaluación de los servicios que esta ofrece a nivel ecosistémico a la población, describiendo su estado actual y las medidas que hay que tomar para conservarlo y mejorarlo.

En la etapa III de la planificación ecológica de la RMS, denominada "Objetivos para la Protección Ambiental" se ha elaborado el mapa de los "Objetivos Ambientales Zonificados" para los

diferentes criterios de valor ecológico evaluados. Dicha elaboración se ha realizado a partir de los mapas de Riesgo Ecológico y Sensibilidad para los diferentes componentes de la biodiversidad como de los servicios ecosistémicos.

Cabe destacar que en el proyecto OTAS se evaluó los OAZ por cada componente ambiental, esto es: aire, suelo, aguas, paisaje, vegetación, fauna y riesgos naturales. En este caso, dado que nos enfocamos de forma exclusiva a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, se harán mapas de OAZ por biodiversidad y por Servicios Ecosistémicos, pudiendo entrar en más detalle, a nivel de criterios, en análisis de caso a caso por parte de los tomadores de decisiones, y en otras escalas de mayor detalle.

Hoy se cuenta con una propuesta de objetivos ambientales zonificados, por componentes a escala regional, para la Región Metropolitana.

#### OBJETIVO

Identificar en la Región Metropolitana una propuesta de Áreas Prioritarias para la Protección y Restauración, para ser incorporadas, por la autoridad competente, al Ordenamiento Territorial de la Región Metropolitana.

#### METODOLOGÍA

En la presente Etapa se definieron dos tipos de Objetivos Ambientales para cada uno de los componentes ambientales (biodiversidad y servicios ecosistémicos) identificándose para cada uno de ellos su nivel de Prioridad (Primera y Segunda Prioridad). Estos objetivos fueron:

- a) Objetivos de Protección
- b) Objetivos de Restauración
- c) Objetivos de Uso sustentable

En la cartografía elaborada de los Objetivos Ambientales Zonificados por componente, se establecieron zonas de la Región Metropolitana, tanto para la Protección como para la Restauración.

La definición de las distintas áreas de Protección y Restauración por componentes es la base para la integración de los Objetivos Ambientales Zonificados en la Región Metropolitana. Dicha integración generó la carta de Prioridades Ambientales.

En la decisión anterior se privilegió las zonas que requieren de más urgencia tanto en los objetivos de Protección y Restauración. Por lo cual se integraron los objetivos de Primera Prioridad, tanto para Protección y como Restauración.

Se acordó que todas las zonas identificadas como P1 en los diferentes componentes ambientales conformarían las Áreas de Primera Prioridad de Protección de la Región. Las zonas identificadas como R1 en los diferentes componentes ambientales constituirían las Áreas de Primera Prioridad para la Restauración.

Tanto las Áreas Prioritarias para la Protección y como las de Restauración, se representaron cartográficamente con un gradiente de coloración en función del número de componentes

ambientales que estaban presentes en ese Objetivo Ambiental. Para las áreas de Protección se asignó el verde con sus diferentes tonalidades, siendo el tono más oscuro para aquella área que tiene como fundamento la necesidad de Protección y el más claro para aquella área en que el objetivo o fundamento de la protección se debe sólo a un componente. Para la Restauración se asignó el rojo con sus correspondientes degradaciones y se trabajó de la misma forma que para la Protección.

En algunos casos específicos del territorio no figuran áreas P1 ni R1, pues allí correspondieron Objetivos de Segunda Prioridad para la Restauración y Protección. Esas áreas se representan con color amarillo en la cartografía.

## CONCEPTO RECTOR

El análisis del territorio de la Región Metropolitana muestra que el mayor porcentaje de la superficie requiere de medidas destinadas a la Restauración y Protección. Lo anterior es coherente con el hecho de que la Región Metropolitana es la más pequeña y poblada de todas las regiones del País, lo que ha determinado una gran intervención antrópica en el territorio, particularmente en el Valle y la Cordillera de La Costa, que en la mayoría de los casos no ha considerado los criterios medioambientales.

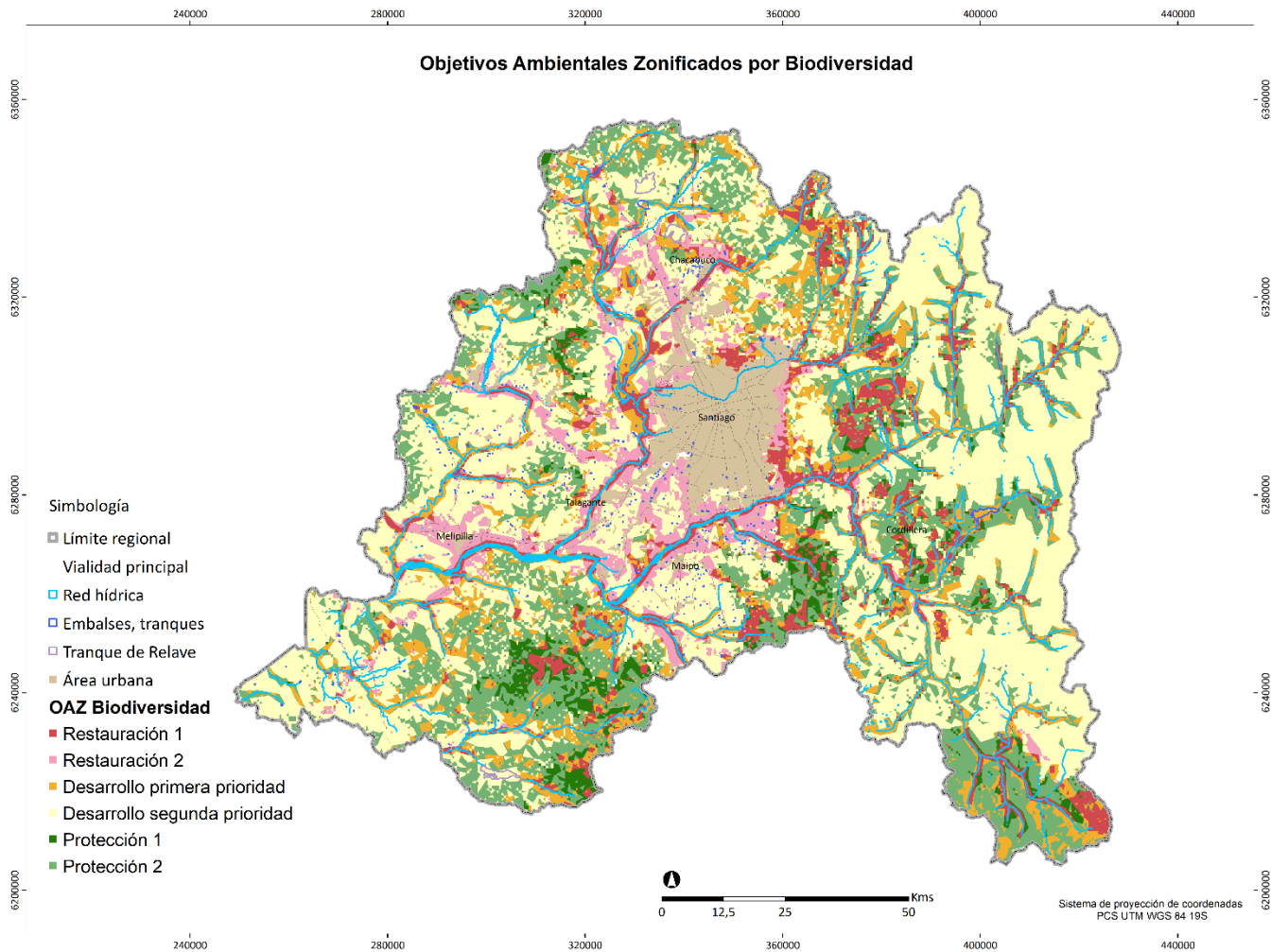
En La Cordillera de Los Andes predominan las Áreas Prioritarias para la Protección del Medio Ambiente de alta sensibilidad por la provisión de servicios ecosistémicos, especialmente provisión de aguas, lo que es coherente con el menor grado de intervención. La presencia de zonas muy poco alteradas y de alta Sensibilidad justifica la urgencia de su Preservación.

En la Depresión Intermedia, zona donde preferentemente se han instalado las actividades humanas, predominan fuertemente las Áreas Prioritarias para Restauración. Especialmente importantes son las áreas afectadas por incendios forestales, red vial y proyectos de infraestructura (minera, energética y vial). El componente más afectado es la integridad de la biodiversidad y la alta presencia de elementos singulares fuertemente amenazados por el uso intensivo del suelo.

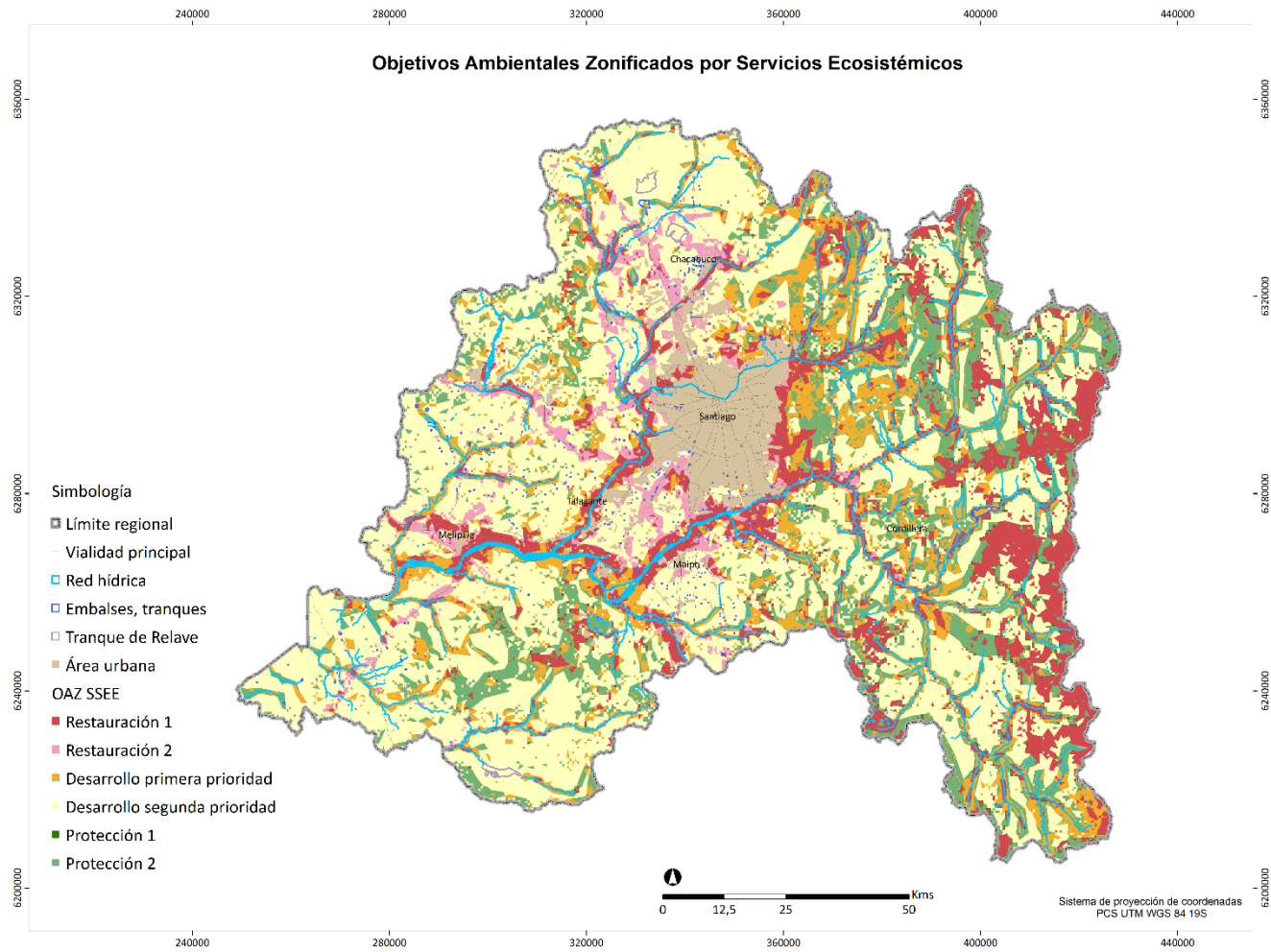
En La Cordillera de La Costa, en general, las zonas más bajas (valles, lomajes) muestran un predominio de Áreas Prioritarias de Restauración, mientras que en algunas zonas más altas aparecen zonas que debieran destinarse Prioritariamente a la Protección.

Los objetivos de primera prioridad de protección se observan en el anillo de cerros que rodea al gran Santiago, generando una red interconectada de cerros de alto valor ecológico por biodiversidad y servicios ecosistémicos a la población, que además representan baja intensidad de uso. Eso ocurre para el contrafuerte andino al oriente de Santiago, la cuesta de Chacabuco por el norte, el cerro el Roble, cerros de Colliguay y El Copado por el oeste y Cantillana y Reserva Rio Clarillo por el Sur.

La mayor prioridad de restauración se observa en el piedemonte de Santiago oriente, así como en Pirque y Colina. La figura 28 muestra el resultado de los Objetivos Ambientales Zonificados por criterios de Biodiversidad. La figura 29 por su parte, muestra el resultado al que se llega con los criterios de Servicios Ecosistémicos.



**Figura 28.** Mapa de Objetivos Ambientales Zonificados.



**Figura 29.** Mapa de Objetivos Ambientales Zonificados.

#### 5.1.5 Fichas de Objetivos Ambientales Zonificados

Se ha organizado los Objetivos Ambientales Zonificados en trece zonas, que se muestran en la figura 30, y se describen en Fichas de Objetivos Ambientales que se presentan en el Anexo 1.

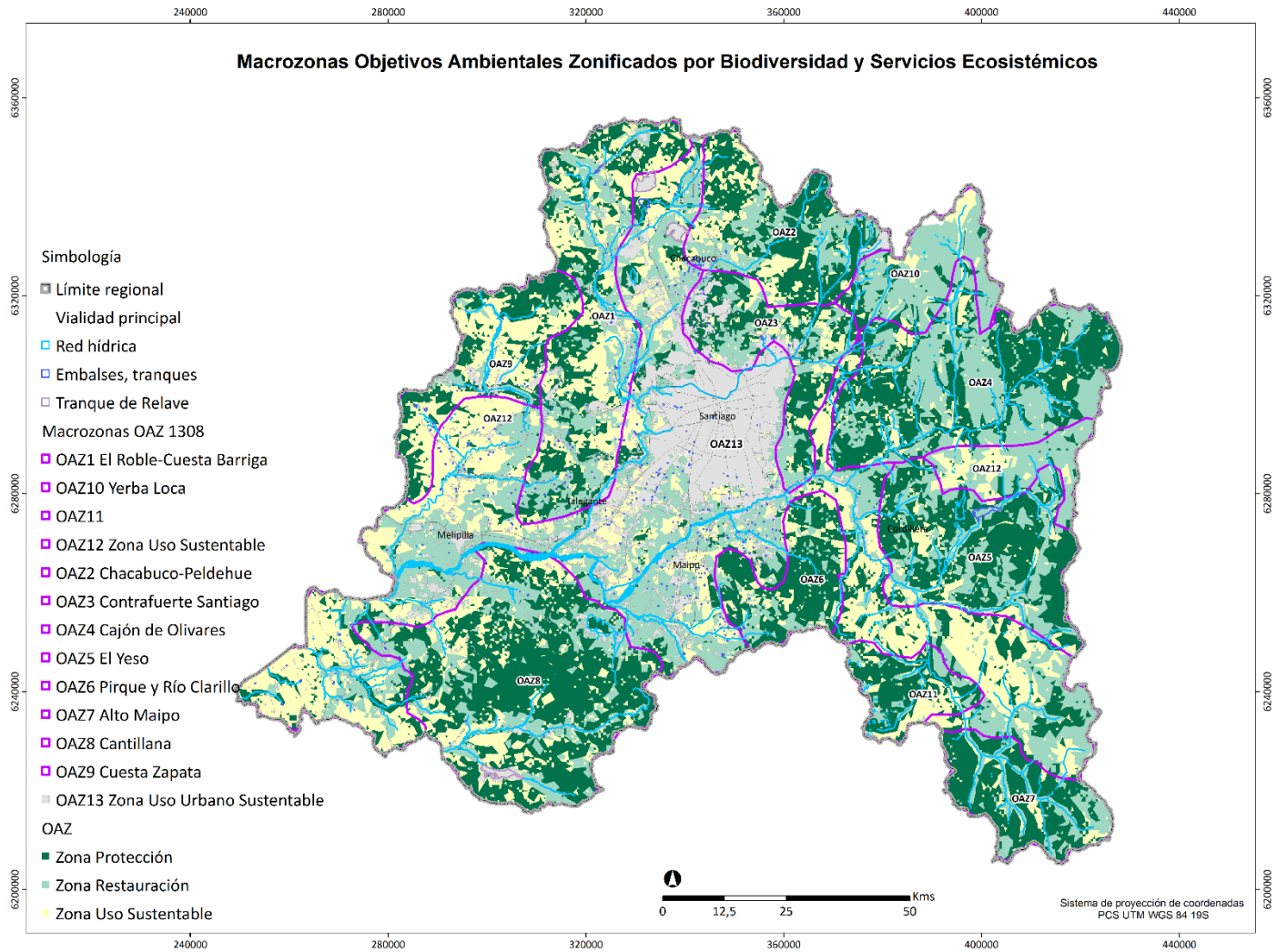


Figura 30. Macrozonificación de Objetivos Ambientales Zonificados para el desarrollo de Fichas.

## 5.1.6 Medidas y Requerimientos Ambientales a los usos

### 5.1.6.1 Uso Urbano

#### **Requerimientos generales**

##### **Mantenimiento permanente de Areas Verdes**

Se hace indispensable mantenerlas adecuadamente para que cumplan su rol ecológico y funciones para la recreación Urbana.

##### **Fomentar el uso de especies vegetales autóctonas de la Región Mediterránea en las Areas Verdes**

Existe una buena cantidad de especies vegetales autóctonas de gran valor ornamental que han sido subutilizadas como componentes de las Areas Verdes. Son especies que podrían contribuir de manera importante al paisaje urbano otorgando valor al patrimonio natural de la zona mediterránea de Chile.

##### **Fomentar una mayor diversidad de especies vegetales en las Areas Verdes:**

La diversidad florística favorece mecanismos naturales de control de plagas y enfermedades, redundando en una minimización del uso de biocidas en Areas Verdes, disminuyendo la exportación de contaminantes.

##### **Transformar sitios eriazos en Areas Verdes**

Actualmente los sitios eriazos han sido en su mayoría destinados a vivienda, pese a que mucho de ellos están considerados como Áreas Verdes. Su transformación en Áreas Verdes provocaría un mejoramiento de la calidad de la vivencia del paisaje urbano e incrementaría la superficie de áreas de potencial recreativo para la población humana en las ciudades.

Adicionalmente, en muchos de los sitios desprovistos de vegetación, altamente expuestos al sol y al tránsito vehicular y/o peatonal, se produce una degradación estructural del suelo y una pérdida de materia orgánica. Como resultado se genera polvo que entra fácilmente en suspensión, dependiendo de la velocidad del viento.



### Requerimientos específicos

OBJETIVO	MEDIDAS
Generar una red de áreas verdes interconectadas	Conservar y desarrollar áreas verdes de diferente tamaño dentro de la ciudad.
Conexión de áreas verdes con ecosistemas naturales.	Creación y desarrollo de corredores verdes con vegetación nativa, especialmente en grandes avenidas, autopistas, riberas de ríos, esteros y canales y zonas aledañas de cerros isla, que conecten las áreas verdes.
Conservación de espacios naturales en el entorno de las ciudades. Favorecer la conectividad de los ecosistemas naturales en la zona de transición entre la urbe y el medio rural	Conservación de flora, vegetación y fauna nativa en la periferia urbana y en zonas de conexión con paisajes naturales
Mitigar el deterioro ambiental que existe en las áreas industriales y evitar el sellamiento del suelo. Facilitar hábitat para zoonosis silvestres	Aseguramiento del 30% de vegetación dentro de áreas industriales

### **5.1.6.2 Uso Minero**

#### ***Requerimientos generales***

##### **Protección de la vegetación, fauna, agua, paisaje, aire y suelos de las actividades mineras**

Las actividades mineras suelen tener efectos sobre su entorno más allá de los límites de la faena misma, por lo que se hace necesario minimizar los efectos sobre las comunidades vegetales, flora, fauna, agua, paisaje, aire y suelos a través de planes de protección, de manera de asegurar la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas. El propósito es establecer una gestión ambiental efectiva de los recursos naturales en áreas de actividad minera, gestión que debe considerar las etapas de implementación, funcionamiento y abandono de la actividad.

##### **Implementación de plan de monitoreo ambiental en el entorno de las faenas mineras**

Los ecosistemas poseen límites de tolerancia más allá de los cuales pierden su capacidad de resiliencia, es decir, no pueden recuperarse frente a perturbaciones externas. Las faenas mineras frecuentemente generan perturbaciones importantes sobre alguno de los elementos del ecosistema en cual están insertas. Un plan de monitoreo ambiental permitiría detectar el nivel de perturbación antes que el ecosistema pierda su capacidad de resiliencia. Se pretende reducir al mínimo el riesgo ambiental asociado a actividades mineras. Además se requiere de información relativa al efecto a largo plazo de la acumulación de sustancias peligrosas (estudios ecotoxicológicos de bioacumulación de metales pesados). También deben considerarse medidas de estabilización de laderas afectadas por faenas directas e indirectas. Debe exigirse una adecuada planificación y gestión de residuos mineros. Las áreas propuestas como Parques Nacionales debieran ser consideradas Áreas de Interés Científico para Efectos Mineros.

### **Requerimientos específicos**

<b>OBJETIVO</b>	<b>MEDIDAS</b>
Realizar una evaluación ambiental previa del territorio que interviene una misma compañía minera en áreas de alto valor de sensibilidad	En zonas de alto valor de sensibilidad se exigirá un estudio de la presencia de altos valores de conservación en las cuencas a intervenir por parte de una misma compañía minera en una subcuenca hidrográfica.
Regular el crecimiento de áreas mineras	Limitación de la explotación minera en áreas de alta sensibilidad y definidas como de protección o restauración en el OAZ y focalizar las acciones de compensación ambiental en ellas.
Restaurar el medio natural afectado por una actividad minera	Restauración de zonas mineras
Restauración de paisajes y hábitat en áreas de faenas abandonadas	Al momento de abandono renaturalizar sitios de extracción áridos
Establecer bancos de compensación en áreas de alta sensibilidad por biodiversidad	Concentrar las compensaciones ambientales de los proyectos en áreas de alta sensibilidad por biodiversidad.

### **5.1.6.3 Uso Agropecuario**

#### Requerimientos generales

#### **Fomento al desarrollo de corredores vegetales (arbustos y árboles) en bordes prediales, caminos rurales y partes más bajas del relieve.**

En ecología del paisaje (landscape ecology) se fomenta el uso de corredores vegetales en los bordes prediales, sectores más bajos y en caminos rurales por varias razones, entre las que se puede nombrar las siguientes : los corredores, adecuadamente estructurados y bien emplazados, ayudan a controlar la migración de sedimentos desde los predios hacia los cursos de agua, favorecen, además, la desnitrificación, disminuyendo la cantidad de nitratos que acumulan los cuerpos de agua (en particular en zonas bajas hidromorfas), permiten aumentar la biodiversidad en sectores agrícolas, debido a que generan una malla fina e interconectada de hábitats para distintas especies. El desarrollo de cercos vivos contribuye a mejorar el paisaje rural y la calidad de vida y a minimizar la presión sobre la vegetación nativa para la construcción de cercos. Los cercos vivos arbóreos generalmente actúan de manera positiva como cortinas cortavientos.

#### **Promoción de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica no emplea agroquímicos, favorece la heterogeneidad de especies cultivadas, propende al control biológico de plagas y al reciclaje de nutrientes a través del uso de compost como abono. Estas características la hacen totalmente compatible con los objetivos de preservar las funciones ecológicas o ambientales de los sistemas naturales, aspectos básicos de la planificación ecológica. Se promoverá la agricultura orgánica especialmente en las zonas de conexión ecosistémica.

#### **Disminuir el uso de agroquímicos e impedir la aplicación de productos prohibidos que puedan contaminar cursos - cuerpos de aguas y sistemas acuíferos.**

La tendencia paulatina mundial es ir disminuyendo y/o condicionando cada vez más el empleo de agroquímicos. Entre las razones que fundamentan esta tendencia se encuentran las siguientes: muchos productos migran a través de la red trófica donde pueden bioacumularse, provocando patologías diversas, otros tienen un efecto negativo directo sobre la flora y fauna del suelo (lombrices, ácaros, colémbolos), algunas sustancias contaminantes pueden ser transferidas al agua o aire. Muchos de los productos aplicados en los predios agrícolas se detectan posteriormente en aguas subterráneas y superficiales en concentraciones que superan, en muchas ocasiones las normas. El costo para potabilizar el agua en plantas de tratamiento es muy elevado y se transmite directamente a los consumidores.

#### **Favorecer el desarrollo de espacios recreativos y de esparcimiento en zonas agrícolas**

Una manera de mejorar la calidad de vida de la población es aportar espacios para su esparcimiento y recreación. En el área urbana quedan pocos áreas disponibles para alcanzar óptimamente dichos objetivos. Ciertas zonas agrícolas, con un tratamiento paisajístico

conveniente, podrían permitir una recreación adecuada en paisajes rurales. El desarrollo de ciclovías y el fomento del agroecoturismo pueden proporcionar nuevas áreas, que deben implementarse con una gestión sustentable.

Evitar el uso de productos nocivos para insectos benéficos (abejas), propender al uso de control biológico de plagas y malezas, uso de productos con bajo período activo, mejorar el sistema de pronóstico climático en la aplicación de pesticidas u oportunidad de aplicación.

**En general evitar el uso agrícola en sectores con pendiente superior a 15%**

El uso agrícola intensivo no debe efectuarse en pendientes superiores a 15%, debido a que desencadena un proceso de erosión y/o compactación por el uso de maquinaria. Muchas veces se requiere eliminar malezas para disminuir la competencia con las plantaciones, práctica que significa dejar al suelo más expuesto a la erosión. Adicionalmente, el uso de agroquímicos en zonas de pendiente significa un riesgo inminente de transferencia de contaminantes hacia cuerpos de agua, particularmente ante la ocurrencia de eventos pluviométricos que encuentran al suelo poco provisto de vegetación. Por último, la mayor exposición del suelo a la radiación solar que suele ocurrir en estos casos, acelera la mineralización de la materia orgánica, a tasas superiores que las que presentan naturalmente los sistemas edáficos.

### Requerimientos específicos

OBJETIVO	MEDIDAS
Proteger habitats de fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe conservar el hábitat natural de las especies silvestres o nativas que se detecten en los predios. Estos lugares corresponden a los sitios de alimentación, reproducción, nidificación, crianza, dormideros, aguadas, cuevas o madrigueras de estas especies.</li> <li>• No se debe levantar nidos, destruir madrigueras, recolectar huevos o crías de especies de fauna silvestre, con excepción de las especies declaradas dañinas (Ley de Caza).</li> <li>• Se deben mantener los árboles del predio que tengan características atractivas a los polinizadores u otros insectos benéficos.</li> <li>• En zonas de protección de flora y fauna, evitar generar ruidos molestos en el predio.</li> <li>• Se recomienda mantener en el predio, dentro de las áreas de cultivos o en las áreas marginales, algunos árboles grandes y frondosos, árboles viejos o secos o árboles caídos que sirvan como percha, alimento y refugio a las aves (por ejemplo aves rapaces que controlan roedores), insectos, etc.; sin embargo, se debe evitar el desarrollo de especies plaga.</li> <li>• Se recomienda dejar hileras de granos y áreas de rezago, sin cosechar, en los bordes del potrero o también no retirar los residuos de las cosechas del predio (siempre que no intervenga con el Manejo Integrado de Plagas). Esto aumentará la disponibilidad de alimento para las aves y mamíferos silvestres, aumentando la biodiversidad en épocas de invierno, cuando el alimento y refugio son normalmente reducidos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se debe alterar humedales o zonas similares en el predio que sirvan de albergue a especies de aves migratorias u otros animales (anfibios, peces nativos, etc.).</li> <li>• Si se desea aumentar la población de abejas, las fuentes de polen y néctar preferidas por ellas son las especies de ulmo, arrayán y avellano, entre otros.</li> </ul>
Generación de corredores en la matriz agrícola	Uso de cercos vivos, protección de vegetación en ribera.
Recuperar la vegetación nativa original	Renaturalización de zonas de uso agrícola en áreas de vegetación nativa
Incrementar el número de especies vegetales nativas	Zona para el fomento de la flora silvestre

Evitar el grave desequilibrio del subsistema hipogeo	Fomento a la reconversión a ganadería intensiva
Mantener zonas paisaje cultural importante	Conservación de formas tradicionales de uso del suelo

A continuación se presentan una serie de medidas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que han sido seleccionadas según pertinencia desde la Guía Buenas Prácticas Biodiversidad Y Recursos Naturales de la Subsecretaría de Agricultura (Ministerio de Agricultura, 2008).

Conservar suelos	<p>Se recomienda mantener una cubierta vegetal sobre toda la extensión del terreno durante el período de precipitaciones, para controlar la erosión laminar. En el caso de pRestauración de suelos en la época invernal, adoptar medidas preventivas en relación a la erosión, especialmente en terrenos con pendiente. En el caso de un riesgo bajo de erosión, se recomienda adoptar medidas biológicas para el control de erosión, especialmente establecer barreras vivas continuas siguiendo curvas de nivel, espaciadas de manera regular según la inclinación del terreno. También se recomienda surcos en contorno, mantener una cobertura vegetal, labranza vertical, etc.</p> <p>En el caso de un riesgo moderado a alto de erosión, se recomienda preferir técnicas de conservación de suelos tales como, cultivo en terrazas o cultivo en curvas de nivel. Se recomienda establecer y mantener vegetación nativa, o usar mulch (restos vegetales, paja o malezas, libres de plagas y enfermedades) en zonas de cultivo en laderas cuando el suelo quede expuesto al impacto directo de gotas de lluvia. Esto permitirá proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, los flujos concentrados de escorrentía y evitar posterior pérdida de agua por evaporación desde el suelo, especialmente en zonas áridas.</p> <p>Se recomienda regular la escorrentía en laderas cultivadas, manteniendo fajas de vegetación continuas sobre la curva de nivel o la construcción de terrazas, zanjas o canales de desviación, asegurando la descarga sobre sectores protegidos o disipadores. Para controlar el acceso de flujos concentrados de escorrentía en laderas cultivadas, expuestas a erosión lineal, se recomienda construir terrazas, zanja o canal de desviación en la cabecera del área de cultivo.</p> <p>Para controlar el avance de la erosión lineal por surcos o zanjas, se recomienda construir fajinas, muretes o empalizadas, con materiales locales y/o biodegradables. No se debe usar maderas impregnadas con sales de cromo, cobre o arsénico. En el caso de presencia de cárcavas, determinar la fase de desarrollo de la</p>
------------------	--

	<p>cárcava y sobre esta base aplicar las medidas de control que correspondan.</p> <p>En el caso de cárcavas en fase inicial de desarrollo acelerado, modelamiento y estabilización, se recomienda controlar su avance mediante la construcción de canales de desviación en el área de la cabecera de la cárcava, para regular el ingreso del agua. Los caudales desviados deben ser dirigidos a una quebrada estable o construir estructuras de disipación (para que estos flujos de no provoquen socavación) con revestimiento de piedras o bolones, en caso de ser necesario. Para controlar la profundización de la cárcava se deberán construir estructuras transversales tales como empalizadas y muretes.</p> <p>Para la estabilización de los taludes de la cárcava, se recomienda hacer revegetación usando micro-surcado.</p> <p>No se debe transitar con maquinaria y animales en suelos húmedos arcillosos o de textura pesada, para evitar la compactación.</p>
<p>Conservar aguas</p>	<p>Se debe evaluar la calidad del agua para así destinarla a distintos usos (lavado, riego, bebida, etc.), según corresponda.</p> <p>Se debe evitar contaminar las fuentes y cursos de agua (por ejemplo, con basura, productos fitosanitarios, nitratos, etc.).</p> <p>Es necesario mantener las posibles fuentes de contaminación (por ejemplo, lugares de almacenamiento de fertilizantes, plaguicidas, productos derivados del petróleo, estiércol y guano) alejadas de las fuentes y cursos de agua.</p> <p>Se debe establecer y mantener franjas de vegetación entre los cultivos y los cursos de agua, para minimizar la erosión y evitar la contaminación del agua.</p> <p>Se debe implementar prácticas para la protección de cauces de agua tales como proteger taludes, plantando vegetación, colocando algún tipo de material de contención, etc.</p> <p>Las labores del predio que impliquen riesgos de contaminación del agua, se deben realizar en zonas alejadas de fuentes o cursos de agua.</p> <p>Se deben proteger los pozos o norias con el fin de evitar la entrada de contaminantes.</p> <p>Se debe nivelar los terrenos cercanos al pozo o noria, de manera de dirigir el escurrimiento de aguas superficiales lejos de esta área.</p> <p>No se debe usar aguas de mala calidad para el riego, es decir, no se debe usar agua con alto contenido salino, metales pesados, patógenos, etc. Estas aguas no necesariamente afectarán al cultivo, pero, pueden afectar al medioambiente.</p> <p>Se debe instalar bebederos para animales de forma que no haya contaminación, de las fuentes y cursos de agua, con desechos de los animales o debido al tránsito animal. Estas instalaciones deben ser mantenidas y no tener fugas.</p>



	<p>Los alimentos y suplementos alimenticios para animales se deben ubicar alejados de las riberas de cursos de agua para evitar contaminar el agua.</p>
<p>Aminorar la contaminación por fertilizantes</p>	<p>Se debe elaborar un plan de fertilización que contemple no solo el uso de fertilizantes minerales sino además la incorporación de materia orgánica, ya que esto permite mejorar la fertilidad del suelo y su capacidad de retención de agua.</p> <p>Para aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo se recomienda aplicar abonos verdes, establecer cultivos de cobertura, incorporar restos de cosechas, paja, guano o aplicar compost.</p> <p>Se recomienda incluir leguminosas en el programa de rotación de cultivos, ya que permiten la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo, transformándolo en nutriente nitrogenado para las plantas, mejorando las condiciones de fertilidad.</p> <p>Se recomienda realizar aplicaciones parcializadas de fertilizantes de acuerdo a los momentos de mayor demanda por nutrientes del cultivo.</p> <p>Se recomienda elegir fertilizantes de menor solubilidad y de entrega gradual de nutrientes (esto no se aplica en casos de fertirrigación), para evitar pérdidas por volatilización o transporte superficial a fuentes o cursos de aguas o lixiviación hacia cursos subterráneos.</p> <p>No se debe sobrefertilizar debido a que los nutrientes no aprovechados por el cultivo pueden contaminar fuentes o cursos de agua. El enriquecimiento de las aguas con nutrientes puede producir muerte de especies vegetales y animales y generación de malos olores.</p> <p>En las aplicaciones de guanos y purines es recomendable dejar una franja de protección no menor de 3 m, para proteger cursos de aguas, superficiales y subterráneos. No se debe almacenar estos productos a distancias menores de 20 m de cualquier fuente o curso de agua, para evitar su contaminación.</p> <p>No se recomienda aplicar guanos y purines en zonas inundables o afloramientos de agua, ni cuando llueva.</p>

#### **5.1.6.4 Manejo de Bosque y Matorral**

##### **5.1.6.4.1 Plantaciones**

###### ***Requerimientos generales***

###### **Aplicar técnicas de control de erosión edáfica y recolección de agua en áreas degradadas**

La mantención de una cubierta forestal permanente y la aplicación de técnicas de control de erosión, especialmente en los sectores de pendiente fuerte, es un excelente método de conservación de suelos, debido a que contribuye a disminuir su pérdida y favorece la incorporación de materia orgánica. Las hileras de las plantaciones deben efectuarse en el sentido de las curvas de nivel y no en el sentido de la pendiente, para frenar la velocidad de escurrimiento superficial del agua e impedir la formación de canales de erosión. Complementariamente, el uso de técnicas de recolección de aguas puede contribuir a proporcionar áreas para reforestaciones locales, las cuales también ayudan a frenar la escorrentía superficial y la erosión edáfica. Aplicar técnicas de estabilización de taludes en caminos de uso forestal

###### **Establecer planes de monitoreo y de control de incendios forestales**

Ampliar y mejorar la infraestructura para la detección de incendios ( torres de vigilancia) en todas las áreas forestales, de modo que los focos de incendio puedan ser controlados lo antes posible. Implementación de simuladores de comportamiento de incendios para optimizar labores de control. Vigilancia del flujo de personas y actividades al interior de las plantaciones.

Establecer planes de prevención y educación ambiental

Establecer franjas cortafuego en zonas periurbanas. Y prohibir el establecimiento de plantaciones masivas a menos de 1 kilómetro de las ciudades.

###### **Mantener el suelo con cobertura forestal**

La mantención de la cobertura forestal protege al suelo de la erosión, favorece la incorporación de materia orgánica al suelo y por lo tanto ayuda a incrementar su fertilidad. La cubierta forestal genera condiciones microclimáticas que permiten la inmigración de especies de flora y genera nuevos microhábitats para la fauna.

###### **Limitación al uso de agroquímicos**

El uso de biocidas químicos pueden producir efectos sobre la biodiversidad más allá de los organismos que se requiere controlar cuando los productos no son suficientemente específicos. El uso de biocidas en zonas de pendientes es de mucho mayor riesgo, en particular por eventos pluviométricos.

## Fomento a la renaturalización de áreas forestales y manejo del hábitat

Permite incrementar la diversidad de especies de flora y fauna nativas en áreas forestales, realizando el valor ambiental de dichas áreas y reduciendo el impacto de las actividades forestales sobre la biodiversidad. El manejo del hábitat está orientado a generar ambientes favorables para la vida silvestre a través del manejo de la composición y estructura de la vegetación para conservar diversidad biológica al interior de plantaciones.

### Manejo sustentable de la biodiversidad en áreas forestales

El diseño de las labores de intervención silvícola en las plantaciones (plantación, podas, raleos), debe incorporar como objetivo la minimización del efecto de las labores sobre la biodiversidad existente al interior de las plantaciones. Dentro de las actividades silvícolas es deseable el enriquecimiento del sotobosque con especies nativas que en lo posible, tengan valor productivo. Debe asegurarse la mantención y/o recuperación de la biodiversidad existente antes, durante y después de la cosecha.

#### 5.1.6.4.2 Manejo de Bosque Nativo

Existen diversos factores que determinan la sustentabilidad de la biodiversidad en un determinado bosque. La afectación de estos elementos por parte de faenas de manejo silvícola, puede desencadenar los procesos de vulnerabilidad de la conservación de la biodiversidad.

Dentro de dichos factores, los de mayor importancia son la pérdida de la continuidad de la comunidad forestal. Asimismo, la forma de las unidades adquiere relevancia en unidades de superficie pequeña, determinando la existencia de condición de bosque interior, o bien el predominio de la condición de borde. Por otro lado, la diversidad de estratos verticales presentes en la comunidad forestal constituye un elemento relacionado con la diversidad de fauna presente, en especial las aves. La presencia de un sotobosque con elementos arbustivos, árboles moribundos o árboles emergentes de gran copa presentes en el bosque y una abundancia de desechos leñosos gruesos, también constituyen elementos que favorecen la conservación de las poblaciones de flora y fauna nativas.

El enfoque general, es que ante un mayor nivel de biodiversidad potencial de una condición dada de bosque, es mayor la necesidad de considerar medidas para la conservación de los elementos que determinan la permanencia de las poblaciones de biota nativa.

Objetivo	Medidas
Ajustar el manejo forestal a la alta sensibilidad por biodiversidad	En áreas a intervenir mediante manejo, deberán tomarse las siguientes medidas generales: <ul style="list-style-type: none"><li>• Se prohíbe el uso del fuego en las faenas forestales.</li><li>• Excluir el ganado en los rodales. Por lo tanto, es recomendable mantener y reparar los cercos en las áreas sometidas a manejo.</li><li>• En las faenas de madereo con bueyes se prohíbe soltar los animales dentro del bosque, durante los tiempos muertos o</li></ul>

	<p>término de la faena.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causar el mínimo impacto sobre la regeneración y suelo.</li> <li>• No dañar especies en peligro, vulnerables o raras.</li> <li>• Mantener la cobertura del sotobosque, dejando en pie todos los arbustos, quilas y otras especies mencionadas como focales en el capítulo 1 de este manual.</li> <li>• No dañar árboles seleccionados que quedan en pie producto de las faenas de volteo.</li> <li>• Asegurar que las vías de saca no sean realizadas en el sentido de la máxima pendiente y sean lo más rectas posible.</li> <li>• Si se trata o detecta la presencia de especies de fauna amenazadas, se deberán aplicar como medidas obligatorias, no solo como recomendación todas aquellas señaladas en los puntos anteriores, sino además aquellas que sean adecuadas en forma concreta a la especie de que se trate (ver recomendaciones para especies focales en este mismo capítulo del Manual).</li> <li>• Mantener la conectividad entre rodales mediante corredores arbolados.</li> <li>• Si no hay conexión con otros rodales mediante cursos de agua, desarrollar conectividad entre fragmentos mediante plantación de árboles y arbustos en cercos, canales de regadío o de drenaje, que unan a los fragmentos en corredores de al menos 10 m de ancho.</li> </ul> <p><i>Dejar en pie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuos emergentes viejos remanentes de generaciones anteriores (al menos 10 por ha).</li> <li>• Árboles de especies escasas en el área y, un bajo nivel de individuos por ha en los rodales a intervenir.</li> <li>• Árboles de características especiales (gran cantidad de epífitas, cicatrices de fuego y árboles huecos útiles para la nidificación).</li> <li>• En los rodales en que se sepa o se detecte la presencia de especies en peligro, vulnerables, amenazadas o raras, éstas deberán dejarse en pie con un radio de vegetación sin tocar alrededor de ellas correspondiente a la altura mayor que pueda alcanzar la especie, si se trata de un árbol y de 10 m, si se trata de un arbusto u otra especie menor. Si se trata de helechos, musgos, líquenes o epífitas se deberá mantener sin tocar el hábitat en que se encuentran a un radio no menor a 10 m alrededor del punto en que se halla la especie, considerando ese radio desde el punto más lejano del centro, si se trata de varios individuos.</li> <li>• Árboles muertos y tocones altos.</li> </ul>
--	---

	<p><i>Dejar en el suelo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos y troncos gruesos que están antes de la intervención y material cortado no aprovechable.</li> <li>• Realizar un adecuado ordenamiento de los desechos o de todo material cortado no aprovechado y todos los troncos o trozos en malas condiciones sanitarias o torcidos, homogéneamente distribuidos en el piso.</li> <li>• Las faenas silviculturales de desrame deberán ser realizadas dentro del bosque cada vez que éstas involucren cosecha de árboles.</li> </ul>
Protección de riberas	<p>Fajas de protección de 30 metros de ancho a cada lado de los cursos de agua permanentes y de 15 m en los no permanentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de pendiente <math>\geq</math> a 60% por más de 30 m.</li> </ul>

### Establecimiento y manejo de plantaciones<sup>6</sup>

Objetivo	Medidas
Ajustar el manejo a la existencia de alta sensibilidad del territorio por biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento a establecer pequeñas unidades de manejo (10 a 20 ha) y no grandes extensiones continuas.</li> <li>• No plantar árboles comerciales a orillas de cursos de agua.</li> <li>• Al escoger una especie tenga en consideración el tipo de suelo y sus características de drenaje, ello le permitirá elegir especies adaptadas a diferentes situaciones de suelo (tipo de raíces).</li> <li>• En la fase de establecimiento de la plantación, se recomienda elegir fertilizantes de menor solubilidad y de entrega gradual de nutrientes, para evitar pérdidas por volatilización o transporte superficial a fuentes o cursos de aguas o lixiviación hacia cursos subterráneos.</li> <li>• No se debe sobrefertilizar debido a que los nutrientes no aprovechados por la plantación pueden contaminar fuentes o cursos de agua</li> </ul> <p>Sobre el tipo y límite del tamaño de las intervenciones forestales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifique si en el predio existe presencia de especies en categoría de amenaza. En caso de encontrarla haga una demarcación del o los ejemplares y referencie geográficamente su posición. Luego restrinja cualquier actividad que pudiera afectar al o los ejemplares.</li> <li>• En plantaciones, las zonas de corta a tala rasa deberán estar separadas por zonas de bosque sin cortar de una superficie equivalente, o franjas de un ancho no menor a 70 m. Estas</li> </ul>

<sup>6</sup> Basado en: Guía de Campo, Mejores Prácticas de Manejo Forestal (Gayoso y Acuña, 1999).

	<p>áreas sin cortar podrán ser cosechadas cuando la plantación establecida adyacente alcance una altura de 3 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No realice maderero terrestre en terrenos con pendientes mayores al 35%.</li> <li>• Mantener el sotobosque bajo las plantaciones, facilitan la penetrabilidad de la fauna como corredor funcional.</li> </ul>
--	--

#### 5.1.6.5 Infraestructura Vial y de Transporte

##### *Requerimientos específicos*

OBJETIVO	MEDIDAS
Minimizar el impacto visual en el entorno de la infraestructura vial	Mejoramiento/desarrollo de corredores verdes como protección contra las inmisiones y el ruido.
Minimizar fragmentación del hábitat	Corrección del efecto barrera de las grandes vías para la fauna
Protección de áreas de alta naturalidad en áreas sin o con escaso desarrollo vial	Limitación a la creación de infraestructura vial

Prevenir o aminorar los atropellos de fauna	Barreras o vallas permanentes que delimiten carreteras a lo largo de todo el perímetro -Siempre en conjunto con estructuras para que animales atraviesen carreteras -Incluir puertas de escape -Altura y separación del alambrado depende del tamaño de la especie que se pretende aislar de la carretera -Malla fina en la zona inferior para anfibios y mamíferos pequeños
	Barreras temporales para anfibios y reptiles en épocas migratorias Incluir reborde para evitar traspaso de barrera
	Deflectores de aves Pantallas elevadoras del vuelo Postes elevadores del vuelo
	Iluminación o reflectores para alejar animales
	No se ha reportado eficiencia considerable de esta medida. Puede tener consecuencias negativas sobre aves
	Puede ser permanente o activada por sensores en presencia de animales
Evitar la fragmentación hábitat y efecto barrera	Pasos bajo nivel Materiales y formas diversas: cemento, acero, madera. Cuadrados y redondos -Tamaño depende de especie objetivo -Pueden tener uso múltiple
	Alcantarillas -Flujo constante de agua -Bordes internos elevados para paso de animales terrestres -Pueden tener uso múltiple
	Viaductos -Impacto estético negativo, sin embargo una de las medidas más útiles para disminuir el efecto barrera -Evitar desarrollo urbano en los alrededores
	Reforestación
Prevenir la destrucción de hábitats	Minimización de la faja deforestada previo a la construcción
	-Estabilización de laderas -Reforestación con especies nativas -Barreras de contención

Prevenir erosión y depositación de material durante construcción	Recolección de aguas lluvia y tratamiento previo a su liberación en el cuerpo de agua más cercano
Evitar la alteración de hidrología y calidad del agua	Minimizar el uso de sal para mantención invernal de caminos
Prevenir la contaminación química	Uso de pantallas transparentes para aislamiento acústico
Prevenir la contaminación acústica	Cambiar lámparas de mercurio por sodio
Prevenir la contaminación lumínica	Programar eventos perturbadores como tronaduras, remoción de material, etc. para que no coincidan con épocas reproductivas
Perturbación de ciclos de vida de fauna local durante construcción de infraestructuras viales	



### 5.1.6.6 INFRAESTRUCTURA ENERGETICA

#### Requerimientos específicos

OBJETIVO	MEDIDAS
Minimizar el impacto visual de la infraestructura energética lineal	Desarrollo de corredores verdes con fines paisajísticos
Reducir riesgo catástrofe de gran envergadura	Elevadas exigencias en seguridad de centro nuclear

En la Figura 31, se presenta una aproximación espacial a los requerimientos del uso en el territorio.

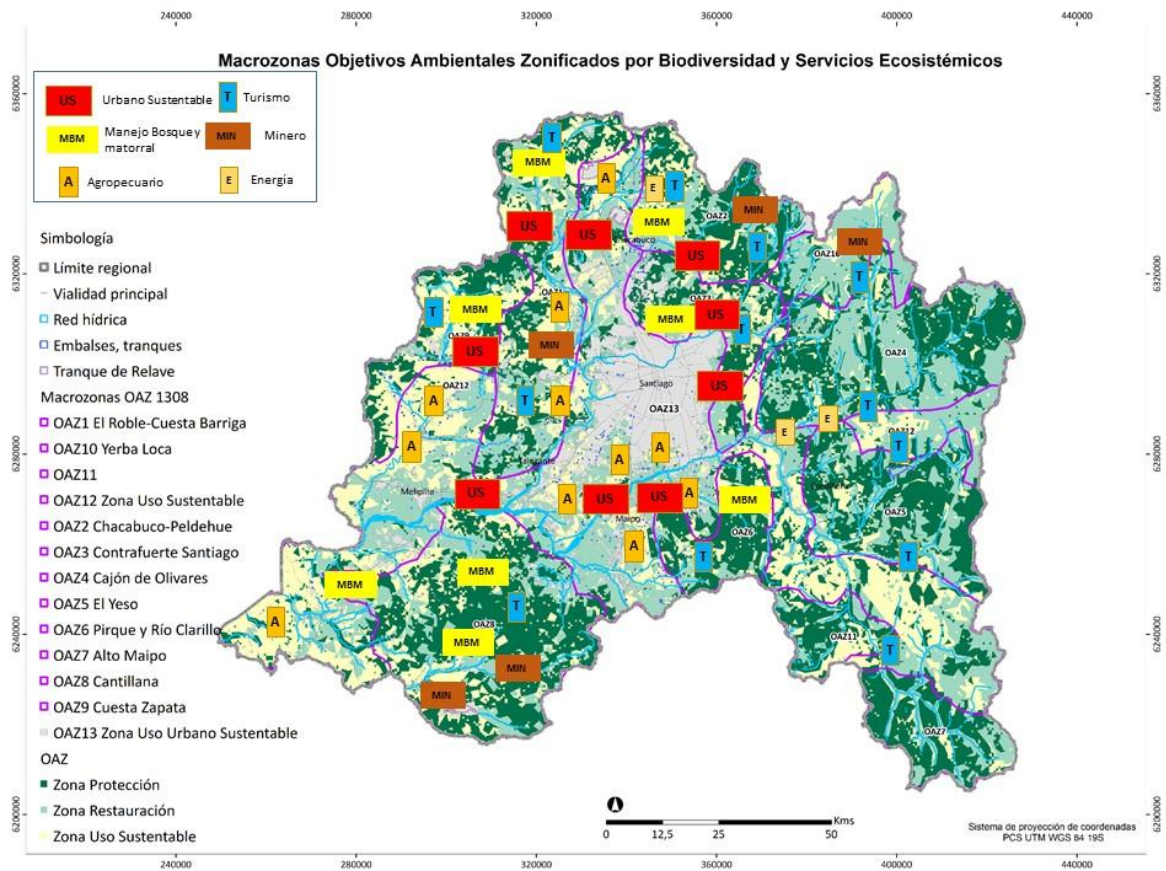


Figura 31. Descripción de los requerimientos de uso en el territorio

## 5.2 Propuesta de Infraestructura Ecológica para la Región Metropolitana

En relación a la Infraestructura Ecológica, esta integra se diseño a partir del Mapa OAZ de biodiversidad y elementos del Mapa de Sensibilidad Final de Biodiversidad. A partir de las zonas de Prioridad 1 y 2 de protección se configuró los núcleos de protección (AP: Areas Protegidas + PP: Prioridad Protección). Luego se diseño un set de corredores a través de las altas cumbres de cerros y montañas (Macro Corredores) y a través de las vías estructurantes naturales que configuran los ríos principales y secundarios (CR: Corredores Riparianos).

En torno a los principales núcleos de protección se configuran áreas de amortiguación que establecen condicionantes ambientales al uso del suelo.

La IE considera a los ríos como vías conectoras que atraviesan la ciudad de Santiago, en este caso el río Mapocho y Maipo. Los Macro Corredores corresponden, por el norte, a la cuesta de Chacabuco y Peldehue, que conecta las zonas de El Roble con la zona andina. Luego, al sur, el corredor de Angostura, que permite conectar la zona de Río Clarillo con Altos de Cantillana. Además de Corredores Oeste, que conectan la Región Metropolitana con la V región (Corredor San Pedro y Corredor Cuesta Zapata). Se usan ciertas zonas de uso intensivo como conectoras de grandes parches de paisaje ubicados a corta distancia, en los cuales se fomentará buenas prácticas agrícolas o forestales, con cercos vivos, hospederos, restricciones al uso de agroquímicos, etc.

La figura 32 muestra la propuesta de infraestructura ecológica.

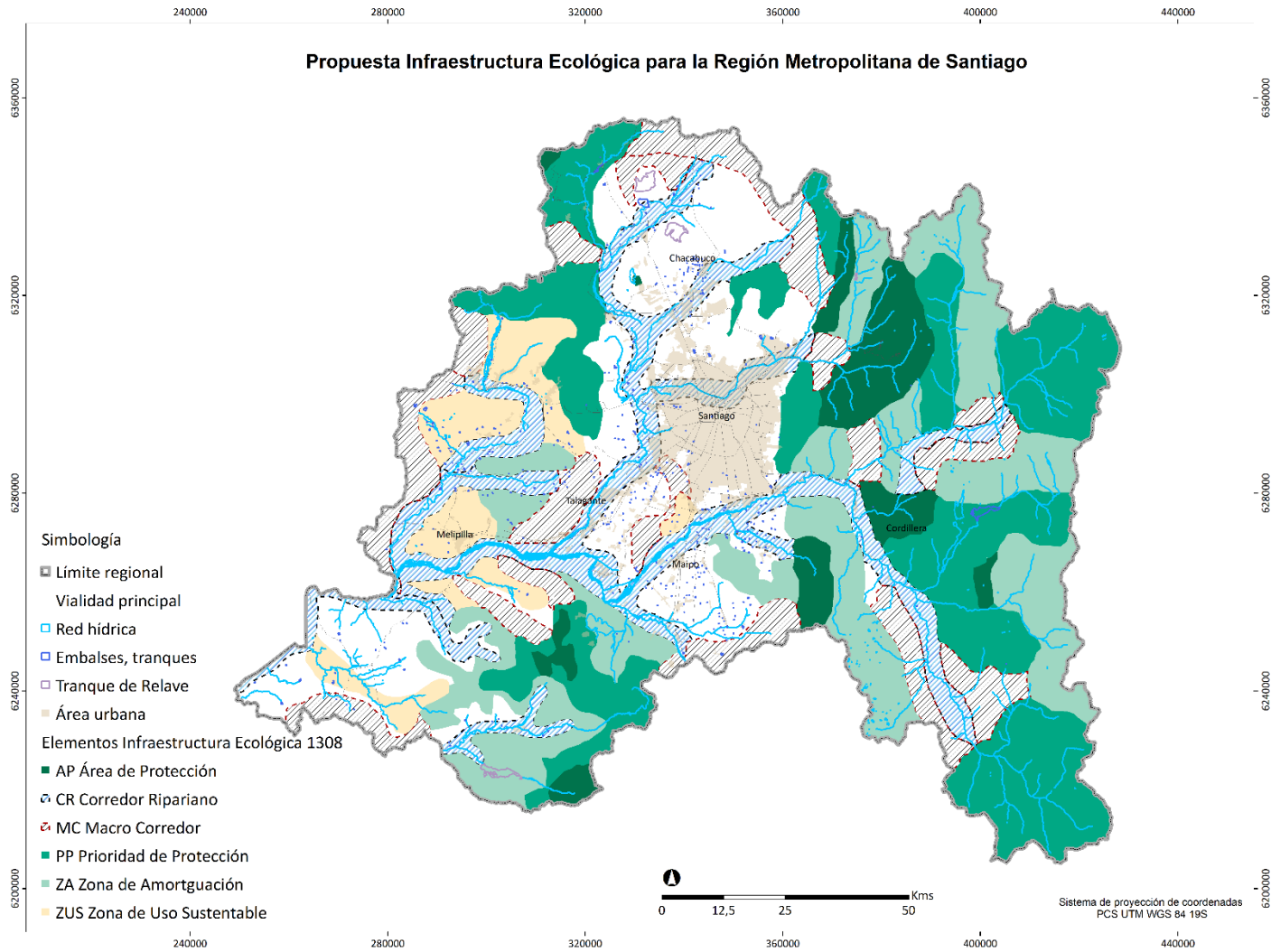
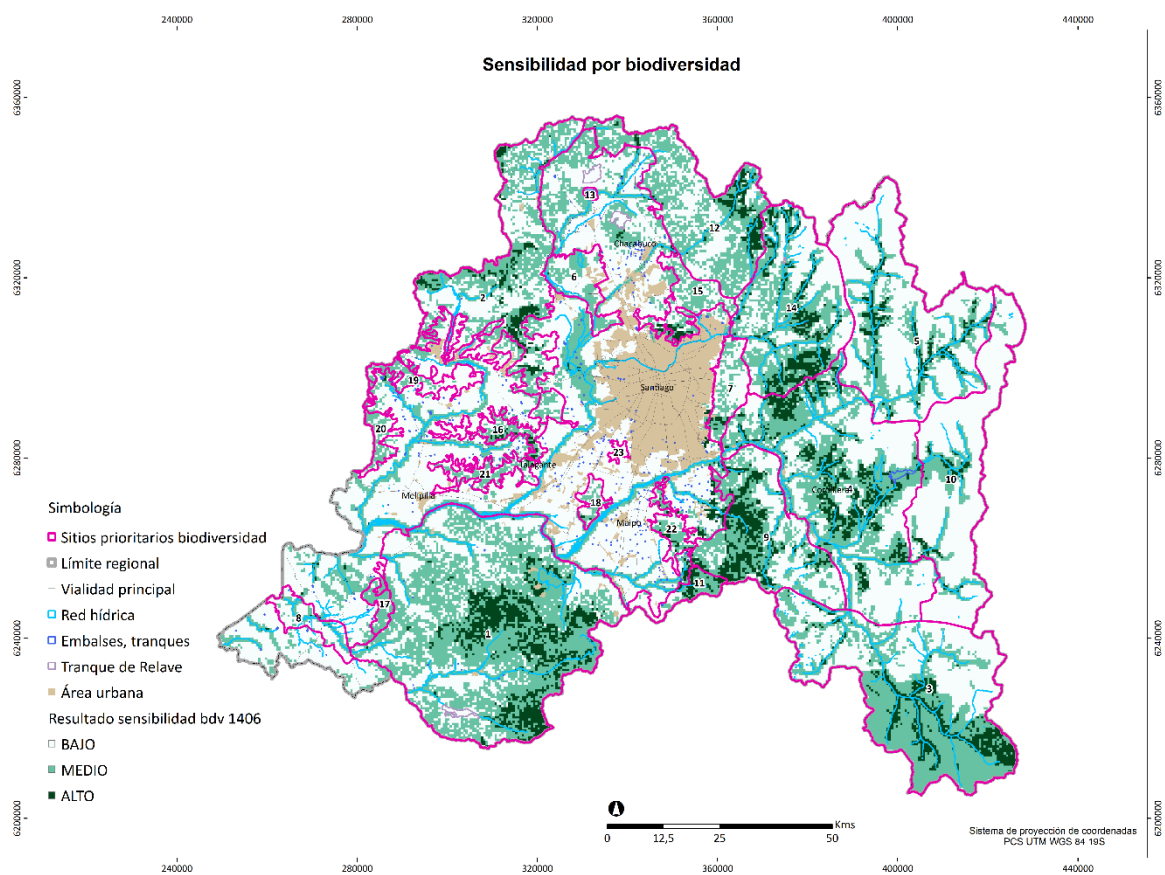


Figura 32. Propuesta de Infraestructura Ecológica (IE) en la región Metropolitana.

## 5.2 Análisis de los Sitios Prioritarios de la Estrategia Regional de Biodiversidad

En base a la información ambiental sistematizada en el presente proyecto y la definición de zonas de valor ecológico para la región, se realizó un análisis comparativo entre la Sensibilidad por Biodiversidad y los objetivos ambientales zonificados para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (de protección, restauración y uso sustentable) y los 23 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad delimitados en la Estrategia Regional de Conservación de la Biodiversidad (2014) (Figura 33). Se incluyen además las actuales áreas protegidas presentes en la región, bajo las distintas figuras de protección oficial existentes a la fecha.



**Figura 33.** Valor de sensibilidad con las áreas protegidas y sitios prioritarios de la región.

La delimitación de los Sitios Prioritarios (SP) representa el 70% de la superficie total regional y en la Figura 33, se observa la correspondencia con las áreas de Valor de sensibilidad por Biodiversidad.

La siguiente Tabla (2) revisa la presencia del valor de sensibilidad por biodiversidad de los Sitios Prioritarios según los diferentes indicadores seleccionados por este estudio.

Tabla 2. Revisión de Sitios Prioritarios según cumplimiento de criterios de sensibilidad por biodiversidad.

ID	NOMBRE	Naturalidad	Singularidad	Representatividad	Integridad	SSEE	Suma	Cubrimiento espacial		Corredor
								Total	Parcial	
1	Cordon de Cantillana	1	1	1	1	1	5		1	
2	El Roble	1		1	1	1	4		1	1
3	Altos del Rio Maipo	1	1	1	1	1	5		1	
4	El Morado	1	1	1	1	1	5		1	1
5	Rio Olivares, Rio Colorado, Tupungato	1	1	1	1		4		1	1
6	Humedal de Batuco		1	1		1	3		1	
7	Contrafuerte Cordillerano				1	1	2	1		1
8	Cuenca Estero El Yali		1				1		1	1
9	Rio Clarillo	1	1	1	1	1	5	1		1
10	Sector Alto Andino	1	1	1	1	1	5	1		1
11	Corredor Limitrofe Sur (Angostura)						0			1
12	Chacabuco-Peldehue			1	1		2			1
13	Fundo Huechun			1		1	2	1		1
14	Alto de la Cuenca del Mapocho	1	1	1	1	1	5	1		1
15	Colina-Lo Barnechea		1	1	1	1	4	1		1
16	Mallarauco	1			1	1	3	1		1
17	San Pedro Nor Oriente						0			
18	Cerro Lonquen					1	1	1		1
19	Cerro Aguilas					1	1	1		1
20	Cerros Limitrofes Melipilla-San Antonio	1		1	1		3	1		1
21	Las Lomas-Cerro Pelucon					1	1			1
22	Cerros Alto Jahuel-Huelquen					1	1			1
23	Cerro Chena					1	1			1

De acuerdo a lo observado en la Figura (33) y en la Tabla (2), y en base al análisis de la información ambiental incorporada en el presente proyecto, los mayores valores de coincidencia o correspondencia con mayor número de indicadores se dan en los casos de Cantillana, Morado, Rio Clarillo, Sector Alto Adino y Alta cuenca del Rio Mapocho.

Sin embargo, solo 2 Sitios Prioritarios actuales, no se corresponden con ninguno de los indicadores de sensibilidad por biodiversidad. Estos serían en el borde sur de la RMS el sitio Corredor Angostura y el sitio San Pedro Nor oriente. Sin embargo, analizando la figura 33, su delimitación permite la conectividad entre 2 áreas de alto valor de sensibilidad por biodiversidad y un corredor entre los ecosistemas preandinos y la cordillera de la Costa en el sitio Altos de Cantillana.

Respecto del análisis de correspondencia espacial entre la delimitación de los actuales Sitios Prioritarios y las áreas de valor de conservación, reflejado por los indicadores respectivos, se observa la necesidad de un rediseño de los límites del SP o su zonificación, ya que por ejemplo, los siguientes SP tienen una delimitación mayor a las áreas de valor de conservación: Cordon de Cantillana, El Roble, Altos del Rio Maipo, El Morado, Rio Olivares, Rio Colorado, Tupungato, Humedal de Batuco, Cuenca Estero El Yali. Probablemente, la delimitación incluye áreas agrícolas que cumplen una función de amortiguamiento o conectividad respecto de la intensidad de los usos del suelo aledaños, la cual se recomienda definir de manera de poder concordar el análisis con ambas aproximaciones.

Finalmente, en base a la comparación de ambos análisis cartográficos, se concluye que, salvo unas pocas excepciones, los Sitios Prioritarios son coherentes con los indicadores de sensibilidad y además cumplen con valores de servicios ecosistémicos o de conectividad del paisaje ecológico. Si bien los Sitios Prioritarios de mayor importancia presentan límites que incluyen áreas de bajo valor de conservación, dado principalmente por suelos de uso agrícola, debido a la fuerte influencia de la matriz aledaña y el alto riesgo ecológico presente en el entorno, es adecuado establecer delimitaciones de mayores áreas y generar una zonificación, en una escala de mayor detalle que permita establecer diferentes condicionantes de uso y fomento de actividades de conservación diferenciadas. Sobre todo considerando que ecosistemas presentes en esta región clasificados por Martínez-Tellería et al. (2017) carecen de representación en el SNASPE y en las metas sobre porcentaje de protección establecidas en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2005).

Estas zonificaciones pueden usar como referencia el Mapa de los Objetivos Ambientales Zonificados que se presenta a continuación (Figura 34).

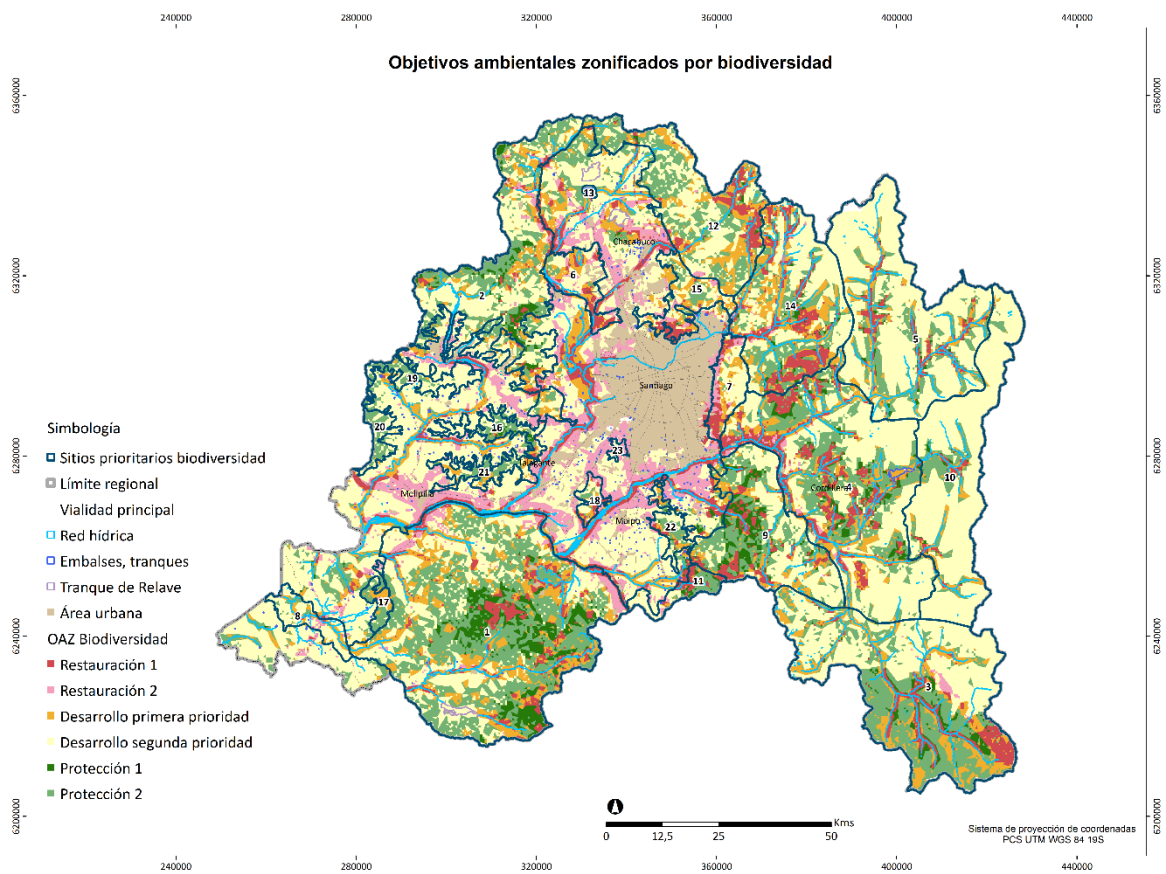


Figura 34. Opciones de zonificación de Sitios Prioritarios según OAZ.

ANEXOS



## ANEXO 1. FICHAS DE OBJETIVOS AMBIENTALES ZONIFICADOS

<b>CODIGO:</b> OAZ-1	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>Superficie (ha):</b> 132.520
<b>NOMBRE:</b> Cordón de Protección Cerro El Roble - Cuesta la Dormida – Altos de Chicauma		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección Primera Prioridad de sectores con robledales.</li> <li>• Restauración de formaciones esclerófilas degradadas.</li> <li>• Mantener condición de integridad evitando la fragmentación</li> </ul>		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Está ubicada en la Cordillera de La Costa, destaca en su singularidad por la existencia de las Roblerías ( <i>Nothofagus macrocarpa</i> ) relictuales y más septentrionales de Chile. En su Flora, además, figuran elementos de gran importancia de origen andino y otros propios de zonas más sureñas. Su fauna es de alta relevancia por la presencia de especies amenazadas y poco comunes para la Región como son puma, aguilucho de cola rojiza, peuquito, guiña. Existe la presencia de ecosistemas muy escasos a nivel nacional y que son casi exclusivos de la Región Metropolitana, tales como: Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i> , así como de Bosque espinoso de mediterráneo andino Acacia caven y <i>Baccharis paniculata</i> . Además en las montañas aún es posible encontrar bajos niveles de fragmentación del ecosistema, lo que ofrece un soporte a la existencia de grandes mamíferos. Se considera fundamental la inclusión del Cerro El Roble en el Parque Nacional La Campana. Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Representatividad</li> <li>– Pristinidad o naturalidad</li> <li>– Singularidad</li> <li>– Integridad</li> </ul> <u>Sensibilidad por servicios ecosistémicos:</u> Todos los servicios ecosistémicos de regulación tienen alta importancia en este OAZ, especialmente por la presencia de las localidades de Til Til, Lampa, Curacaví y Mallarauco y su cercanía a los cerros que contienen a dichos ecosistemas. Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Servicio de Regulación de la erosión y la remoción en masa</li> <li>– Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>– Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>– Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>– Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		

**RIESGO ECOLOGICO:**

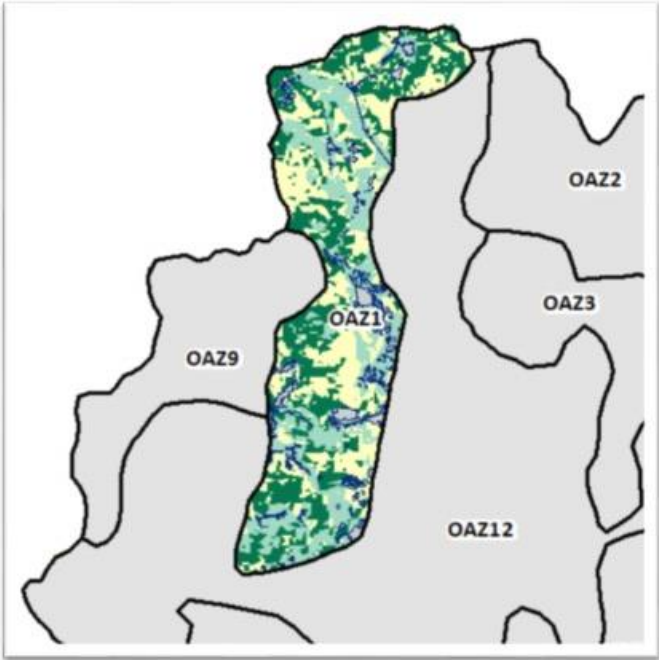
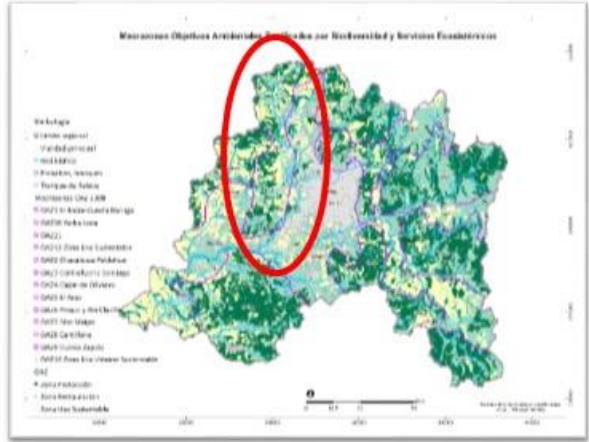
El Riesgo Ecológico se considera Alto en el sector del Cerro El Roble por el grado de intervención presente en el área (Andarivel, instalación de antenas, visitas no reguladas). El resto del área presenta un Riesgo Ecológico entre Alto y Medio. Representa un alto riesgo la fragmentación que genere la construcción de caminos y autopistas que pudieran generar la fragmentación de los ecosistemas íntegros. Otro factor de riesgo muy alto lo representa el alto poder de ignición de incendios que presenta el área, con la alta ocurrencia de incendios en los últimos 5 años.

**CONVENIENCIA DE PROTECCION:**

Si bien el Riesgo Ecológico es Alto, la Alta sensibilidad del área norte del OAZ-1, hace necesario su protección como primera prioridad.

**USOS PREFERENTES:**

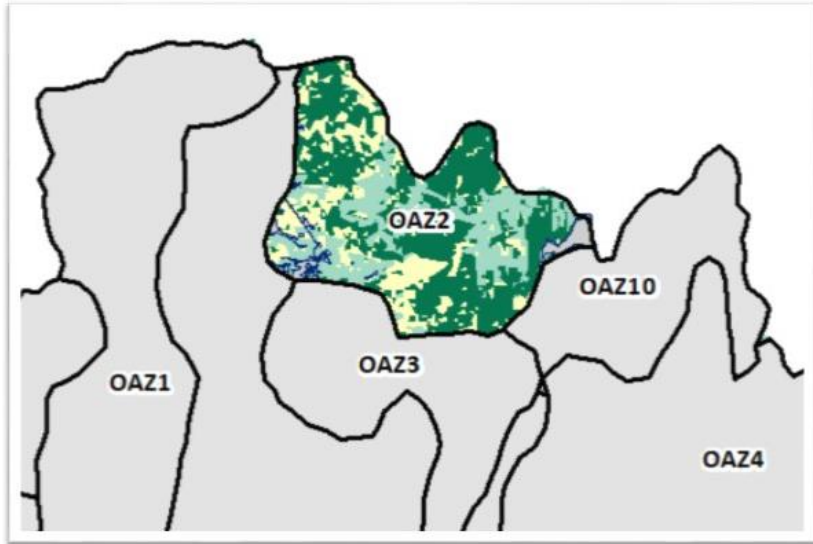
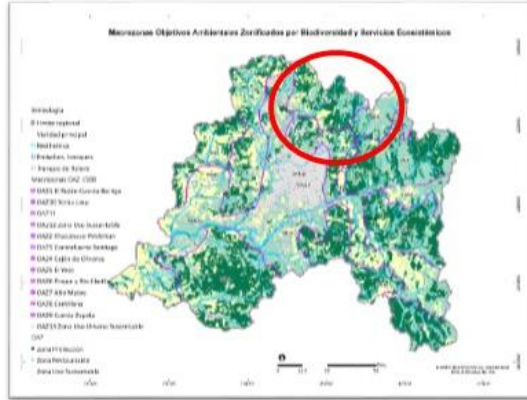
- Restauración de formaciones de matorrales
- Buenas prácticas agropecuarias
- Conservación de robledales y formaciones íntegras
- Turismo natural



<b>CODIGO:</b> OAZ-2	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 81.510
<b>NOMBRE:</b> Sector Corredor Peldehue		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección de primera prioridad de ecosistemas andinos y humedales. Restauración de Primera Prioridad de matorrales		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Zona de alta singularidad para la Región por la presencia de una formación de Bosques Espinosos Abiertos de Algarrobos ( <i>Prosopis chilensis</i> ) y Bosque Espinoso de la Serranías que tiene su límite sur en la Región Metropolitana. El área es hábitat importante para reptiles y otros elementos faunísticos que se desarrollan en estos ecosistemas xéricos y que se favorecen por la conectividad del área a las zonas cordilleranas (Cuenca Estero Colina). En el límite alto de la cuenca hay ecosistemas con alto grado de naturalidad, mientras en la zona baja de Quitapilún se manifiestan valiosas formaciones de matorral esclerófilo con especies en categoría de amenaza.  Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Representatividad</li> <li>- Pristinidad o naturalidad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Reviste especial importancia la presencia de ecosistemas que aportan los siguientes servicios ecosistémicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Zona de Alta sensibilidad para la biodiversidad, el Uso antrópico es bajo a medio por lo que se considera que presenta un Riesgo Ecológico Medio (frente a los potenciales impactos que se desarrollan en áreas cercanas como el uso minero, en sector noreste, como el uso energético con paneles solares que se da en la parte suroeste).		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Por su Singularidad, integridad y representatividad, se señala esta zona como parte de un área de Prioridad de Protección por su rol de conector entre ecosistemas costeros y andinos.		

**USOS PREFERENTES:**

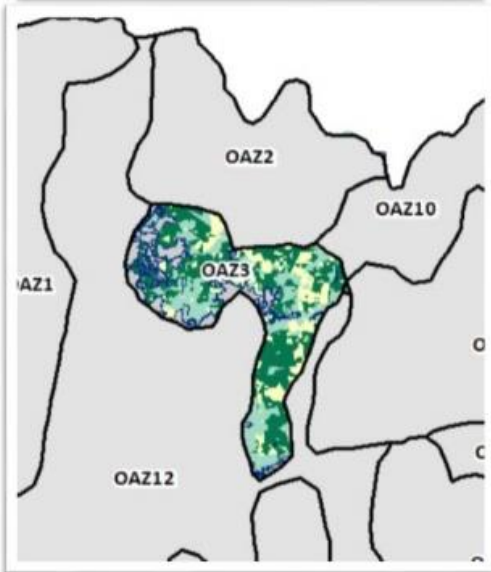
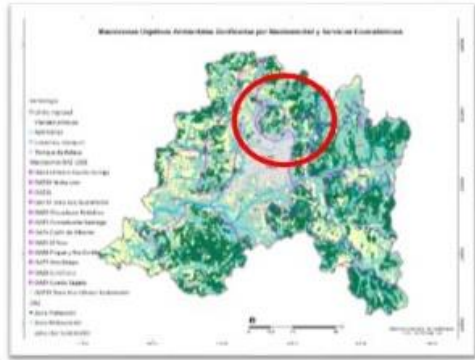
- Restauración de formaciones de matorrales
- Conservación de humedales y ecosistemas altoandinos
- Turismo natural



<b>CODIGO:</b> OAZ-3	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 63.700
<b>NOMBRE:</b> Piedemonte Andino de Santiago Nor-Oriente		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Restauración de Primera Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b>  <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Presencia de un ecosistema amenazado, como lo es el Bosque espinoso de mediterráneo andino <i>Acacia caven</i> y <i>Baccharis paniculata</i> . Se han registrado además la presencia de diversas especies de flora y fauna en categorías de conservación.  Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Representatividad</li> <li>- Integridad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Zona de alta importancia de protección por los servicios ecosistémicos que cumplen para la ciudad de Santiago, en relación a: control de erosión y remoción en masa, regulación de la escorrentía e inundaciones, regulación del aire y el clima, regulación hídrica y abastecimiento de agua. Muy especialmente relevante es el aporte de los ecosistemas de la zona, para la recreación e investigación y educación ambiental.  Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de Regulación de la erosión y la remoción en masa</li> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Zona considerada de Alta sensibilidad, especialmente por la presencia de los servicios ecosistémicos ya señalados, pero con un muy alto Riesgo Ecológico producto de la presencia de proyectos inmobiliarios, energéticos, viales, y un muy alto riesgo de incendios.		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Por la relevancia y cantidad de servicios ecosistémicos en que aporta se señala esta zona como parte de un área de Conveniencia de Protección y una delimitación de los espacios de urbanización y extensión de redes viales sin generar fragmentación de los ecosistemas.		

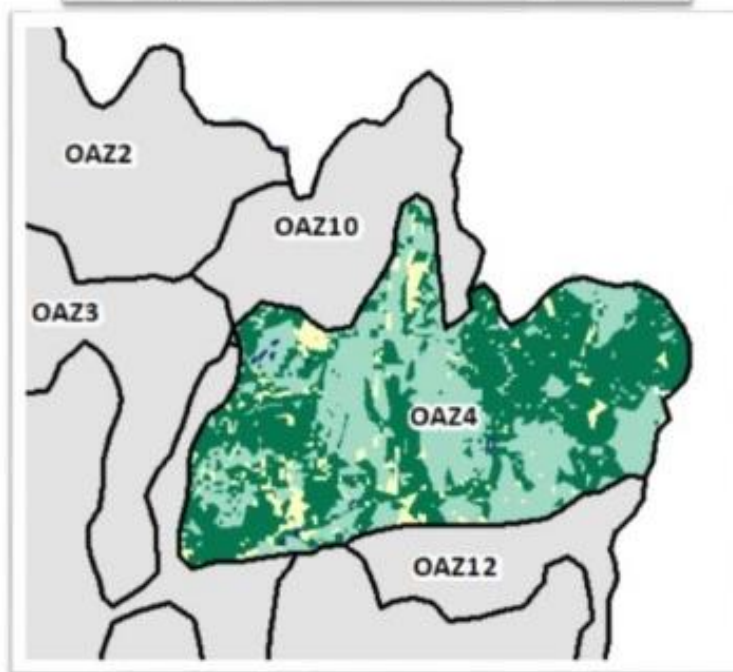
**USOS PREFERENTES:**

- Protección de formaciones vegetacionales con cobertura densa y semidensa
- Restauraciones de formaciones vegetales con cobertura abierta y semiabierta.
- Turismo natural
- Educación ambiental
- Desarrollo de infraestructura inmobiliaria y de servicios con estándar ecológico

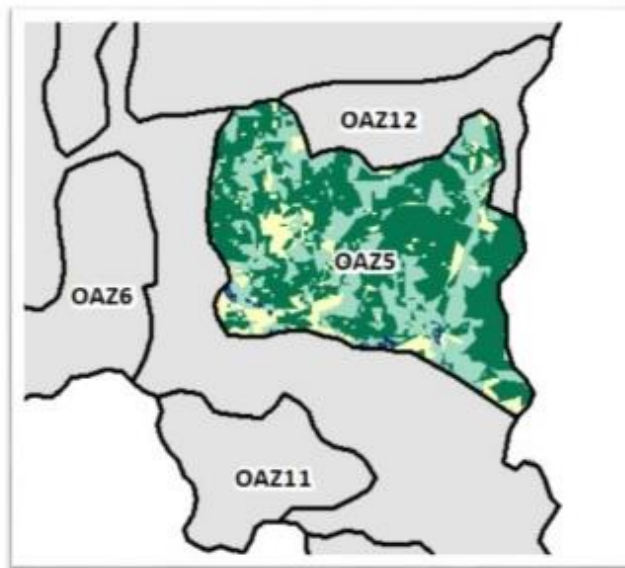




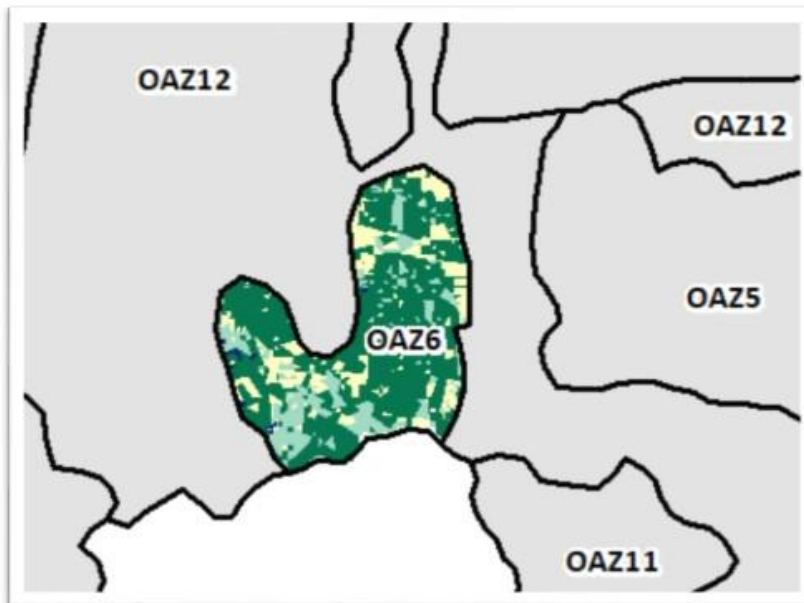
<b>CODIGO:</b> OAZ-4	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 145.870
<b>NOMBRE:</b> Sector Río Olivares		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Primera Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b>  <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Zona propia de la Estepa Alto-Andina de Santiago y de los Matorrales Andinos Esclerófilos. Su poca accesibilidad ha mantenido al área con un alto grado de naturalidad. Es una zona de gran importancia para la Flora y Fauna andina. El área mencionada involucra también a la cuenca del Río Colorado y el Tupungato. Existen altos valores de sensibilidad en las zonas de Yerba Loca y el Cajón del Río Colorado.  Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Representatividad</li> <li>- Pristinidad o naturalidad</li> <li>- Singularidad</li> <li>- Integridad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Zona considerada de Alta sensibilidad para Vegetación y Fauna por su inaccesibilidad presenta un bajo grado de intervención presentando sectores con Riesgo Ecológico Bajo y Medio		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b>  Por la Singularidad y Biodiversidad presente se señaló esta zona como parte de un área de amortiguación entre áreas protegidas		
<b>USOS PREFERENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación de la naturaleza, nieves y glaciares.</li> <li>- Turismo natural</li> <li>- Actividades recreativa y educativas</li> </ul>		



<b>CODIGO:</b> OAZ-5	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 102.500
<b>NOMBRE:</b> Embalse El Yeso – Laguna Negra		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Restauración Primera Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por biodiversidad:</u> Zona altoandina, que presenta dos cuerpos de aguas de importancia regional. Vegetacionalmente la zona involucra formaciones del Matorral Andino Esclerófilo y la Estepa Alto – Andina de Santiago. Estas formaciones tienen un alto valor por la presencia de especies endémicas y amenazadas, y por constituir hábitat importante para la Fauna andina. Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representatividad</li> <li>• Pristinidad o naturalidad</li> <li>• Singularidad</li> <li>• Integridad</li> </ul> <u>Sensibilidad por servicios ecosistémicos:</u> Los criterios de valoración de la sensibilidad presentes en la zona son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>• Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>• Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> La actividad minera que se desarrolla en la zona conlleva un Riesgo Ecológico Alto para la Vegetación y Fauna del área.		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Señalada como parte de un área de Conveniencia de Protección por su importante aporte a la biodiversidad regional.		
<b>USOS PREFERENTES:</b> - Conservación de la naturaleza, nieves y glaciares. - Turismo natural - Actividades recreativa y educativas		



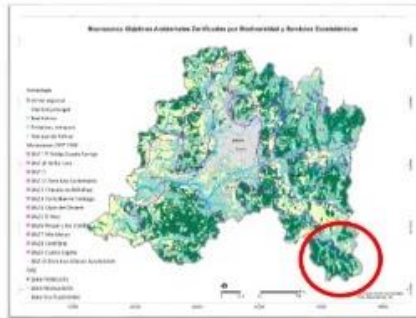
<b>CODIGO:</b> OAZ-6	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 48.700
<b>NOMBRE:</b> Sector Rio Clarillo		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Primera Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por biodiversidad:</u> Zona propia de los Matorrales Andinos Esclerófilos. En el área señalada destacan importantes sitios actualmente protegidos (Reserva Nacional Rio Clarillo). Destacan los altos valores de sensibilidad por la presencia de los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representatividad</li> <li>• Singularidad</li> <li>• Integridad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Los principales servicios ecosistémicos presentes en el área corresponden a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de Regulación de la erosión y la remoción en masa</li> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Se considera que los Usos Actuales sobre una sensibilidad estimada como alta conlleva un Riesgo Ecológico Medio.		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Se recomienda la ampliación de la Reserva Nacional y el establecimiento de un área de amortiguación en torno a ella.		
<b>USOS PREFERENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación</li> <li>- Turismo natural</li> <li>- Buenas practicas silvoagropecuarias</li> <li>- Restauración de formaciones vegetales</li> </ul>		



<b>CODIGO:</b> OAZ-7	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 53.320
<b>NOMBRE:</b> Sector Nacimiento del Río Maipo		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Primera Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por biodiversidad:</u> Zona ubicada en el tercio superior del Río Maipo, vegetacionalmente corresponde a la formación de la Estepa Alto– Andina de Santiago. Es un corredor importante para especies animales que se desplazan entre Chile y Argentina como son Pumas, Guanacos, Pericos cordilleranos. Se considera al área como de alta relevancia para la Biodiversidad regional. Los criterios de sensibilidad con que cumplen los ecosistemas allí presente son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- integridad,</li> <li>- singularidad y</li> <li>- pristinidad.</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>– Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>– Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>– Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> La instalación del gasoducto GASANDES implicó un Uso del territorio que afectó a un área de Alta sensibilidad. Existe la permanente presión por la instalación de proyectos energéticos y mineros en la zona. Por lo anterior se considera necesario restaurar la cuenca y Preservar el área.		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Los atributos ya mencionados del área llevan a proponer la zona como de Conveniencia de ampliación del área protegida, por su relevancia para la Flora y Fauna.		

**USOS PREFERENCIALES:**

- Conservación de la naturaleza, nieves y glaciares.
- Turismo natural
- Investigación científica
- Ganadería ecológica





<b>CODIGO:</b> OAZ-8	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 184.700
<b>NOMBRE:</b> Sector Altos de Cantillana		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Primera Prioridad Restauración de primera prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Zona ubicada en el área sur de la Cordillera de La Costa, en la Región Metropolitana. En su composición figuran las formaciones vegetacionales del Bosque Caducifolio de Santiago (bosques relictos de <i>Nothofagus</i> ), elementos del Bosque Esclerófilo Costero y en algunos cajones palmares de <i>Jubaea chilensis</i> . En esta área se encuentran poblaciones de <i>Avellanita bustillosii</i> , especie endémica del área y En Peligro de extinción (Benoit, 1986). Es un área de alto valor para la Biodiversidad Nacional, por lo que resulta prioritaria su protección. Entre los elementos florísticos de gran singularidad figuran el Roble de Santiago ( <i>Nothofagus macrocarpa</i> ), el Hualo ( <i>N. glauca</i> ) y la <i>Avellanita bustillosii</i> (endémica del sector). En la Fauna destaca entre otros el lagarto <i>Pristidactylus valeriae</i> (endémico del cerro Cantillana), Pumas, Zorros, Aguilucho de cola rojiza, Concón. Entre los valores de sensibilidad que se dan en esta zona están: - integridad, - singularidad, - representatividad y - pristinidad. <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Entre los valores de sensibilidad que se dan en esta zona están: - Servicio de regulación de infiltración y retención - Servicio de Regulación de aire y clima - Servicio de provisión y abastecimiento de agua - Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> La alta sensibilidad de la zona y la acelerada intervención por actividades mineras conlleva un Riesgo Ecológico alto. Especialmente amenazantes son las evidencias de construcción de caminos hacia las altas cumbres y las zonas de sondaje allí presentes, que podría llevar a la destrucción a corto plazo de estos valiosos ecosistemas hasta ahora poco intervenidos.		

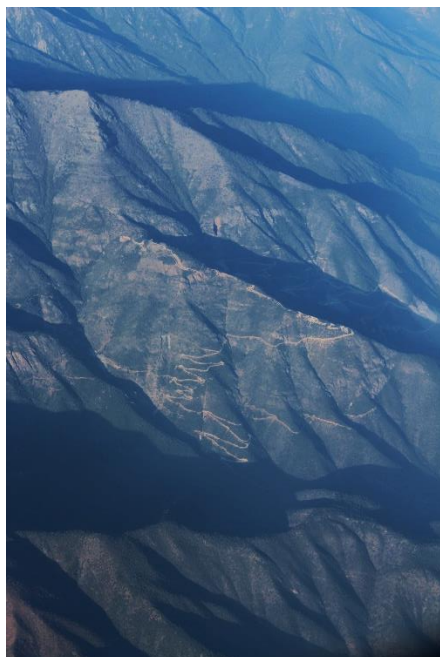


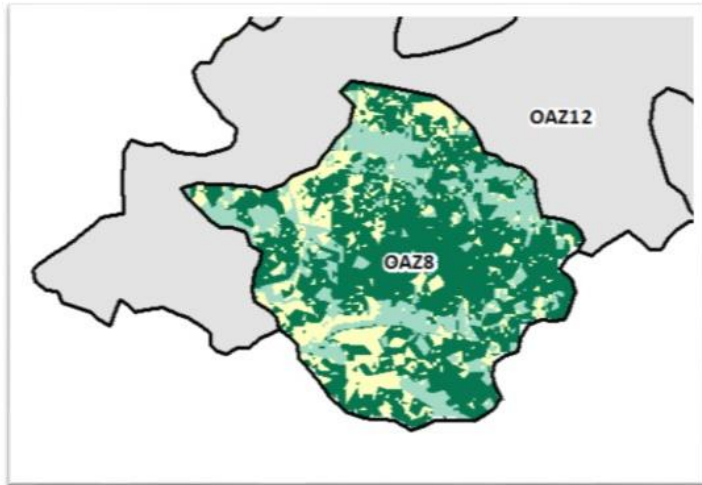
Foto. Reciente construcción de caminos mineros para acceder a las cumbres de los altos de Cantillana, en la cuenca del Estero Alhué.

**CONVENIENCIA DE PROTECCION:**

Se propone dar protección oficial los altos de Cantillana bajo una modalidad de Santuario de la Naturaleza o Reserva de la Biósfera, que permitan diferentes opciones de uso sustentable en el territorio, pero evitando los procesos de destrucción y degradación que actualmente se evidencian en el Sitio.

**USOS PREFERENTES:**

- Protección de altas cumbres y ecosistemas íntegros
- Restauración de ecosistemas degradados
- Buenas practicas silvoagropecuarias
- Turismo natural
- Recreación, investigación y educación ambiental.



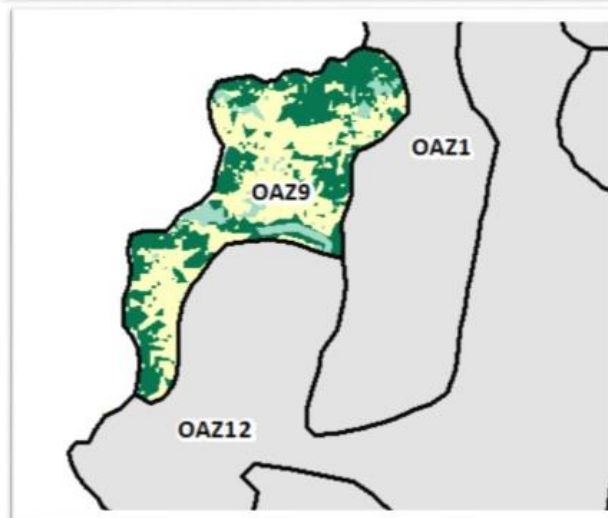
<b>CODIGO:</b> OAZ-9	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 67.750
<b>NOMBRE:</b> Sistema Cuenca del Estero Puangue, Cuesta Zapata y Cuesta Ibacache.		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Segunda Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Zona ubicada en los cordones montañosos costeros, que presenta un grado de deterioro importante, pero que en algunos sectores más altos y cajones pocos accesibles logra un importante desarrollo de su formación característica el Bosque Esclerófilo Costero y que en sectores más húmedos presenta elementos higrófilos de interés como Belloto del Norte, Canelo, Naranjillo, entre otros. En algunos sectores más denso de la formación se encuentran entre otros el Gato Colocolo, la Guiña, Quiques, Chingues y Zorros. Los criterios de sensibilidad con que cumplen los ecosistemas allí presentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- integridad,</li> <li>- representatividad</li> <li>- singularidad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Entre los valores de sensibilidad que se dan en esta zona están: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Los Usos Actuales (de baja a moderada intensidad) sobre una zona donde predomina una Sensibilidad Media, con sectores de Sensibilidad Alta, determina un Riesgo Ecológico Medio.		

## CONVENIENCIA DE PROTECCION:

Fomento a las buenas practicas.

## USOS PREFERENTES:

- Desarrollo inmobiliario de baja densidad
- Turismo natural
- Buenas prácticas silvoagropecuarias
- Investigación y educación ambiental
- Restauración ecológica.



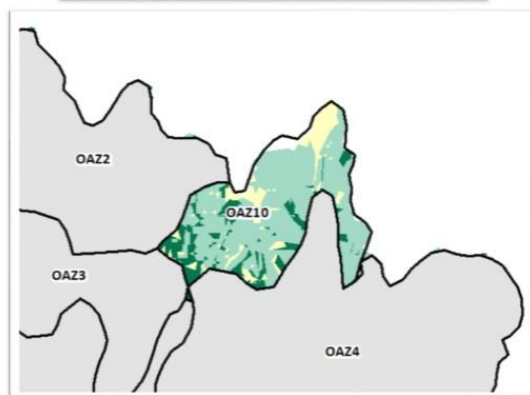
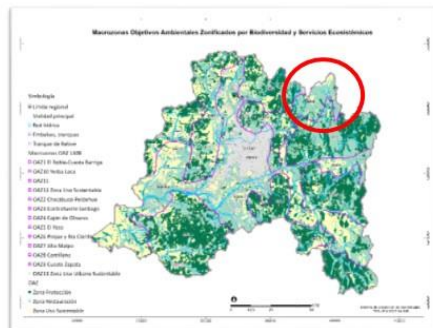
<b>CODIGO:</b> OAZ-10	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 49.110
<b>NOMBRE:</b> Sector Yerba Loca		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Segunda Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por Biodiversidad:</u> Zona propia de la Estepa Alto-Andina de Santiago y los Matorrales Andinos Esclerófilos. En el área señalada destacan importantes sitios actualmente protegidos (Santuarios de la Naturaleza Yerba Loca y El Arrayán). En la Fauna destacan los elementos andinos, en especial un anfibio endémico para la Región <i>Telmasodes montanus</i> .  Los criterios de sensibilidad con que cumplen los ecosistemas allí presente son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- integridad,</li> <li>- naturalidad</li> <li>- singularidad y</li> <li>- representatividad.</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Entre los valores de sensibilidad que se dan en esta zona están: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b>  Se considera que los Usos Actuales sobre una sensibilidad alta conlleva un Riesgo Ecológico Medio. En las zonas donde se realizan deportes invernales el Riesgo Ecológico es Alto		

**CONVENIENCIA DE PROTECCION:**

Ampliación del área protegida.

**USOS PREFERENTES:**

- Turismo natural
- Conservación de la naturaleza, nives y glaciares.

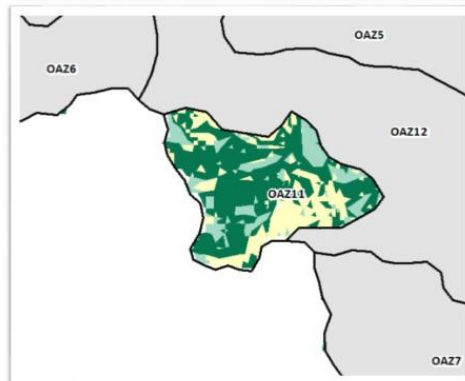
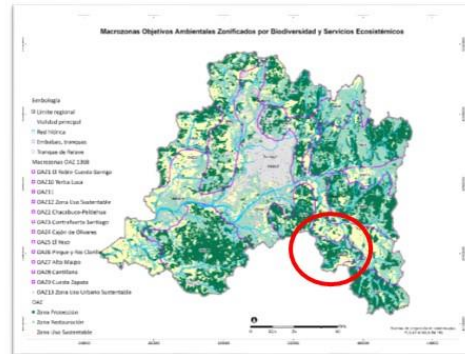


<b>CODIGO:</b> OAZ-11	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b>
<b>NOMBRE:</b> Sector Cerro Azul (Cajón del Maipo)		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Protección Segunda Prioridad		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <u>Sensibilidad por biodiversidad:</u> Ecosistema propio de la Estepa Alto-Andina de Santiago y los Matorrales Andinos Esclerófilos. Cumple con los criterios de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integridad</li> <li>- Representatividad</li> <li>- Naturalidad</li> </ul> <u>Sensibilidad por Servicios Ecosistémicos:</u> Entre los valores de sensibilidad que se dan en esta zona están: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación de la erosión y remoción en masa</li> <li>- Servicio de regulación de infiltración y retención</li> <li>- Servicio de Regulación de aire y clima</li> <li>- Servicio de provisión y abastecimiento de agua</li> <li>- Servicio aporte cultural, esparcimiento y recreativo</li> </ul>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> La instalación del gasoducto GASANDES implicó un Uso del territorio que afectó a un área de Alta sensibilidad. Existe la permanente presión por la instalación de proyectos energéticos y mineros en la zona. Por lo anterior se considera necesario restaurar la cuenca y Preservar el área.		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b>		

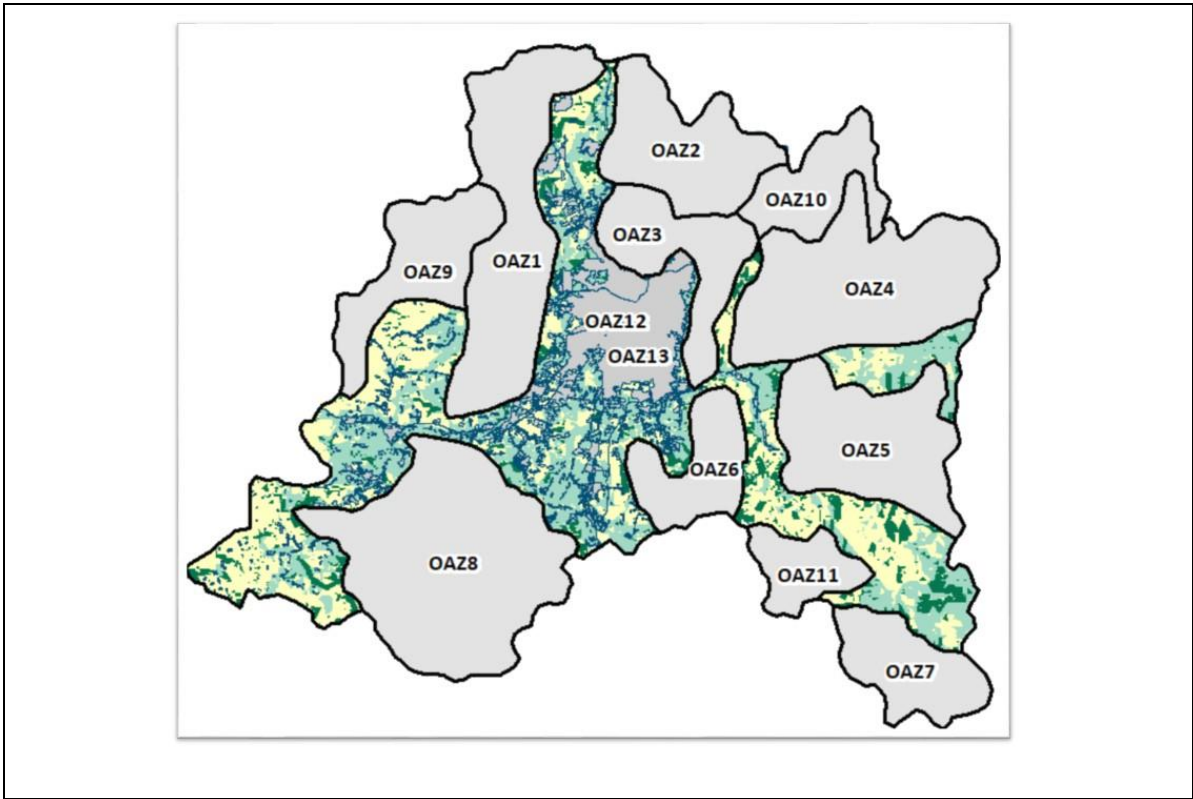


## USOS PREFERENTES:

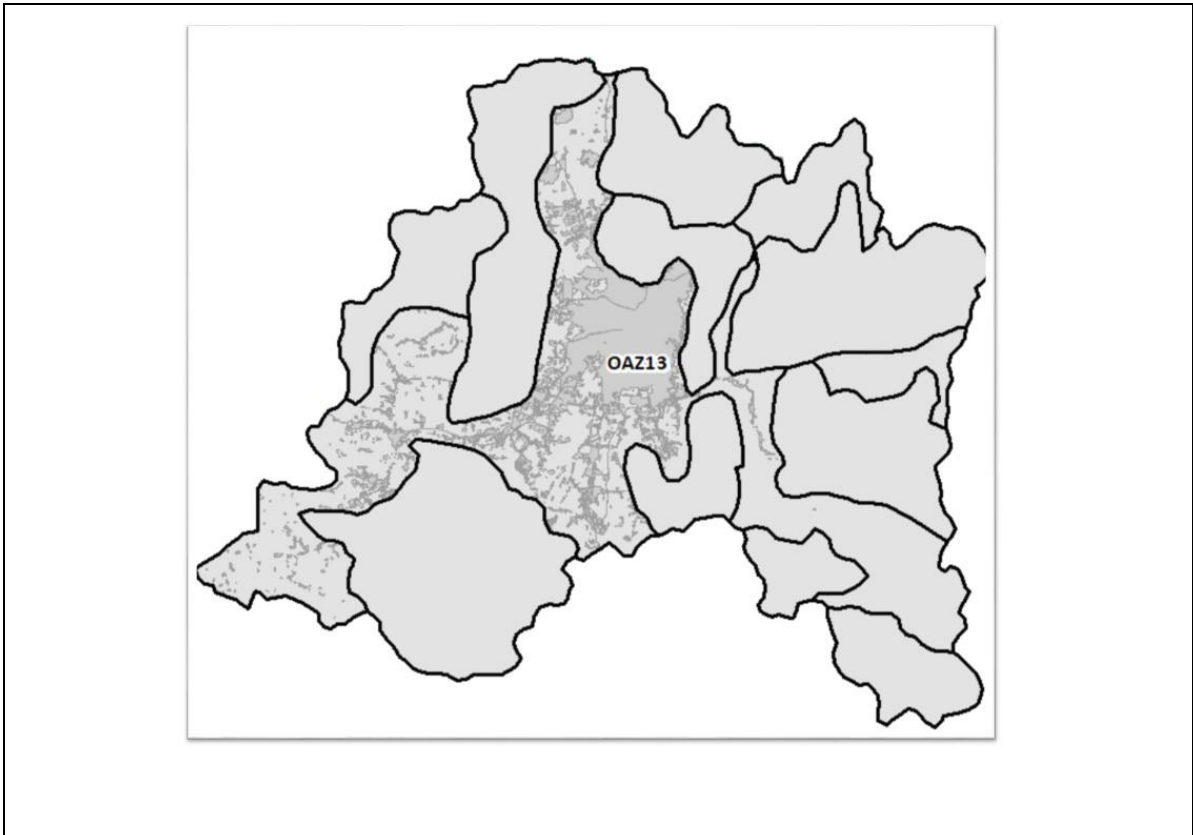
- Conservación naturaleza, nieves y glaciares
- Turismo natural
- Investigación y educación ambiental
- Restauración ecológica.



<b>CODIGO:</b> OAZ-12	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 510.000 aprox.
<b>NOMBRE:</b> Área de Uso Sustentable y Manejo de Recursos Naturales		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Manejo de recursos naturales de forma sustentable		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> <p>Corresponde preferentemente a las zonas del territorio que sostienen recursos naturales de mediano a bajo valor ambiental, fundamentalmente actividades agrícolas, pecuarias y manejo de formaciones vegetales.</p>		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> <p>Sostiene un riesgo ecológico de medio a bajo. Si bien contienen altos niveles de intensidad de uso, los valores de sensibilidad ambiental son bajos.</p>		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Sin protección.		
<b>USOS PREFERENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buenas practicas agrícolas y ganaderas</li> <li>- Manejo de formaciones vegetacionales</li> <li>- Loteos de baja densidad y acordes a lineamientos de PROT.</li> <li>- Desarrollo de turismo sustentable</li> <li>- Usos recreativos y culturales</li> <li>- Infraestructura productiva</li> </ul>		



<b>CODIGO:</b> OAZ-13	<b>UBICACIÓN</b> (coordenadas UTM en metros):	<b>SUPERFICIE (ha):</b> 125.000
<b>NOMBRE:</b> Uso Urbano e Industrial Sustentable		
<b>TIPO DE OBJETIVO:</b> Uso urbano e industrial		
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> Corresponde al área actualmente consolidada como uso urbano e industrial.		
<b>RIESGO ECOLOGICO:</b> Mediano a alto riesgo ecológico		
<b>CONVENIENCIA DE PROTECCION:</b> Normativa vigente		
<b>ORIENTACIONES A LOS USOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar una red de áreas verdes interconectadas</li> <li>- Conexión de áreas verdes con ecosistemas naturales.</li> <li>- Conservación de espacios naturales en el entorno de las ciudades. Favorecer la conectividad de los ecosistemas naturales en la zona de transición entre la urbe y el medio rural</li> <li>- Mitigar el deterioro ambiental que existe en las áreas industriales y evitar el sellamiento del suelo. Facilitar hábitat para zoocenosis silvestres</li> </ul>		



## ANEXO 2. BIBLIOGRAFIA

- Chan KMA, Shaw MR, Cameron DR, Underwood EC, Daily GC (2006) Conservation planning for ecosystem services. 4(11).
- CONAF-CONAMA, 1997. Catastro y evaluación de formaciones vegetacionales de Chile.
- CONAF, 2013. Catastro de los recursos vegetacionales de Chile y actualizaciones para la RM
- Connell JH. (1978) Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- Connell JH (1975) Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments, 460-490 en ML Cody y JM Diamond editors. *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts. Xii + 454 pp
- Dodd, CK Jr (1990) Effects of habitat fragmentation on a stream-dwelling species, the flattened musk turtle *Sternotherus depressus*. *Biological Conservation*. 54(1): 33-45
- Gibbons JW, Winne CT, Scott DE, Willson JD, Glaudas X, Andrews KM, Todd BD, Fedewa LA, Wilkinson L, Tsaliagos RN, Harper SJ, Greene JL, Tuberville TD, Metts BS, Dorcas ME, Nestor JP, Young CA, Akre T, Reed RN, Buhlmann KA, Norman J, Croshaw DA, Hagen C, Rothermel BB (2006) Remarkable Amphibian Biomass and Abundance in an Isolated Wetland: Implications for Wetland Conservation
- GORE-RMS - SEREMI MMA RMS. 2013. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago. Licitación 1261-3- LP12/2012. Código BIP N°30096753-0. 145 pp.
- GORE RM-GTZ –DID-Universidad de Chile (2002). Planificación Ecológica del Territorio. Guía Metodológica. 93 p
- GORE RMS, 2013. Diagnóstico de Riesgos por amenazas naturales, que incorpora perspectiva territorial para el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Región Metropolitana de Santiago
- Isaac N, Mace GM (1998) The IUCN criteria review: report of the scoping workshop. IUCN, Gland, Switzerland
- Lara, A, Soto D, Armesto J, Donoso P, Wernli C, Nahuelhual L, Squeo F. 2003: "Componentes Científicos Clave para una Política Nacional Sobre Usos, Servicios y Conservación de los Bosques Nativos Chilenos". Libro resultante de la Reunión Científica sobre Bosques Nativos realizada en Valdivia, los días 17-18 de julio de 2003". Universidad Austral de Chile. Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
- Launer AE, Murphy DD. (1994) Umbrella species and the conservation of habitat fragments: A case study of a threatened butterfly and a vanishing grassland ecosystem. *Biological Conservation* 69: 145-153.

- Luebert F y Becerra P (1998) Ambiente y Desarrollo VOL XIV - N° 2, pp. 62 – 69. Representatividad vegetal del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.
- Marquet PA (2000) Informe Final Proyecto Elaboración del Anteproyecto de Reglamento que fija los Procedimientos para la Clasificación de Especies de Fauna y Flora Silvestres en Categorías de Conservación. CONAMA, Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente - CEA (2011). Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago.Chile.164 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2010. Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad.
- Millennium Ecosystem Assessment (2003). Ecosistemas y Bienestar Humano: El Marco de la Evaluación. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca G, Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853-858.
- Kates RW, Clark WC, Corell R, Hall JM, Jaeger CC, Lowe I, McCarthy JJ, Schellnhuber HJ, Bolin B, Dickson NM, Faucheux S, Gallopin GC, Grubler A, Huntley B, Jager J, Jodha NS, Kaspersen RE, Mabogunje A, Matson P, Mooney H, Moore B III, O’Riordan T, Svedin U . 2001. Sustainability science. Science 292: 641–642.
- Neira E, Verscheure H, Revenga C. (2002) Frontier Forests: Conserving A Global Treasure. Global Forest Watch is an Initiative of the World Resources Institute. World Resources Institute, Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora y Universidad Austral de Chile
- Noss RF (1987). From plant communities to landscapes in conservation inventories: A look at The Nature Conservancy (USA). Biological Conservation 41: 11-37.Conservation Biology.
- Parrish, J.D., D.P. Braun, and R.S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. Bioscience 53: 851-860.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014. Catastro de áreas verdes de Santiago.
- Ridder B (2007) The naturalness versus wildness debate: ambiguity, inconsistency, and unattainable objectivity. Restor Ecol 15: 8–12
- Squeo FA, Cavieres LA. (2001) Descripción de la Metodología Utilizada para la Definición y Priorización de los Sitios para la Conservación de la Flora Nativa con Problemas de Conservación. En Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo, F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez, editores. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile 8:145 – 147. Capítulo 8
- Squeo, FA (2003). Clasificación revisada de los ecosistemas terrestres del país y sus prioridades de conservación. Informe Final. Departamento de Biología, Universidad de La Serena. [www.biouls.cl/ecosistemas/](http://www.biouls.cl/ecosistemas/).

- Squeo, FA (2003). Clasificación revisada de los ecosistemas terrestres del país y sus prioridades de conservación. Informe Final. Departamento de Biología, Universidad de La Serena. [www.biouls.cl/ecosistemas/](http://www.biouls.cl/ecosistemas/).
- Smith-Ramirez C, Armesto JJ, Valdovinos C. (2005). Historia, Biodiversidad y ecología e los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Steffen W.L., A. Sanderson, P.D. Tyson, J. Jager, P.A. Matson, et al. 2004 Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure. Springer-Verlag, New York.
- Tognelli MF, Ramirez de Arellano PI, Marquet PA (2008) How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile? Diversity and Distributions, 14, 148–158
- Universidad de Concepción-GORE Bio Bio-SEREMI de Medio Ambiente Región del Bio Bio (2016). "Metodología base 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".
- Universidad de Chile, 2015. Estudio para la definición de áreas de protección natural y/o patrimonial, en el piedemonte andino del sector oriente. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Ward CG 1992 India's wildlife dilemma. National Geographic 181:2-29
- WWF & WB, 1995. Evaluación del Estado de Conservación de las Regiones Terrestres de América Latina y el Caribe.
- WCED. 1987. Our common future. Oxford University Press, New York.
- Wu J. 2013. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. Landscape Ecology 28, 999-1023.