

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS
ECOSISTEMAS DEL PARQUE PUMALÍN (PROVINCIA DE PALENA, CHILE)
EN EL CONTEXTO DE SU POLÍTICA DE CONSERVACIÓN**

Amílcar Guzmán Valladares

**Santiago, Chile
2010**

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS
ECOSISTEMAS DEL PARQUE PUMALÍN (PROVINCIA DE PALENA, CHILE)
EN EL CONTEXTO DE SU POLÍTICA DE CONSERVACIÓN**

**METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE CHARACTERIZATION OF THE
ECOSYSTEMS OF PUMALIN PARK (PALENA PROVINCE, CHILE) IN THE
CONTEXT OF ITS CONSERVATION POLICY**

Amílcar Guzmán Valladares

**Santiago, Chile
2010**

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA
MEMORIA DE TÍTULO

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS
ECOSISTEMAS DEL PARQUE PUMALÍN (PROVINCIA DE PALENA, CHILE)
EN EL CONTEXTO DE SU POLÍTICA DE CONSERVACIÓN**

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

AMÍLCAR ANÍBAL GUZMÁN VALLADARES

PROFESOR GUÍA	Calificaciones
Rodolfo Gajardo M. Doctor en Ecología.	7,0
PROFESORES EVALUADORES	
Álvaro Promis B. Doctor en Ciencias Naturales.	6,8
Víctor García de Cortázar G. Doctor en Ciencias de la Ingeniería.	7,0

Santiago, Chile.
2010

“Tendemos a no mirar lo que se conserva, cuando es esto, sin embargo, lo que define lo que sí se puede cambiar” (Humberto Maturana)

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas a las que podría agradecer por contribuir a que terminara de buena forma mi Memoria de Título. Fue un proceso que en ocasiones se hizo muy difícil, pero creo que valió la pena y sin la ayuda de quienes figuran en esta página estoy seguro que no hubiese sido posible.

En primer lugar, creo que el mayor esfuerzo se lo han llevado mis padres, y no sólo en este último período, sino que en todo lo que lo ha precedido y que permitió llegar hasta aquí. Gracias por las conversaciones, la comprensión, el tiempo, por todo lo que compartimos en algún cerro, río, bosque, lago o simplemente en la casa, y por todo lo que seguiremos compartiendo. Agradezco al resto de mi familia, especialmente a mi abuela Cecilia y mis hermanos, Cristóbal y Catalina.

A mis amigos y compañeros que alegraron mi paso por la universidad y por lo que fue este solitario trabajo, especialmente a Héctor M., por tener los actos más llenos de sentido y de profundo apego a la Naturaleza que me motivan a seguir en esto; a Pamela, por escuchar, acompañar y ayudarme en la Memoria desde el comienzo; a Héctor G., Denisse y Andrea por todas sus palabras de ánimo y compañía, aunque por momentos haya sido a la distancia; a Karina, por enviar toda su energía, apoyo y compañía; a Cristian, por compartir conmigo esta búsqueda desde un área tan distante; y finalmente, a Nacho, por haber tenido la voluntad de estar y ayudarme con esos detalles tan importantes.

A mi profesor guía, por la paciencia, por confiar en mi trabajo, por compartir su conocimiento, por darme la autonomía necesaria para aprender sobre temas nuevos y por toda la ayuda entregada.

A Carolina Morgado, por recibirme, por motivarme a realizar esta Memoria y por todo el apoyo logístico entregado en Puerto Varas. A Dagoberto Guzmán e Ingrid Espinoza, por el recorrido en el Parque, la ayuda logística, la coordinación y la información facilitada. A los trabajadores del Parque que me ayudaron y acompañaron durante mi breve estadía.

Por último, quiero agradecer a quienes me entregaron información u orientación de forma totalmente desinteresada: Taryn fuentes y Javier Amigo. Además de aquellos que no han sido mencionados y colaboraron en la coordinación o respondieron la entrevista elaborada: Cecilia Valladares, Jessica Casaza, Miguel Stutzin, Kyran Thelen, Miguel Díaz, Daniel Álvarez, Claudia Sepúlveda, Ricardo Bosshard, Francisco Solis y Juan Pablo Orrego.

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN	13
Objetivo General	15
Objetivos específicos.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS	15
Materiales	15
Área de estudio.....	15
Área silvestre protegida y límite geográfico	16
Estructura jerárquica de los ecosistemas	17
Zonificación de ecosistemas.....	19
Caracterización y Evaluación de las unidades.....	20
Valor ecosistémico.....	20
Sensibilidad de las unidades	21
Naturalidad.....	22
Infraestructura	23
Introducción de especies vegetales	24
Uso de suelo	25
Altitud y pendiente.....	26
Riqueza	26
Riqueza florística	27
Especies amenazadas	27
Usos de suelo	27
Fitosociología.....	28
Cobertura.....	28
Fragilidad.....	29
Uso de suelo	29

Cobertura vegetal	30
Formaciones vegetacionales.....	30
Altitud y pendiente.....	31
Esquema metodológico	32
Política de conservación y fundamentos para la conservación	33
Entrevista a expertos.....	34
Esquema general del estudio	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
Base física y biótica.....	37
Entorno biofísico y climático del Parque Pumalín	37
Geología y geomorfología.....	37
Suelos	38
Clima	39
Hidrografía	39
Flora y vegetación	40
Fauna	44
Historia ecológica reciente.....	46
Biogeografía.....	46
Ocupación y perturbaciones antrópicas	46
Factores de control y procesos biofísicos de los ecosistemas	47
Ecosistemas del Parque Pumalín	51
Montañas.....	58
Valles	59
Llanuras	60
Valoración de procesos ecosistémicos del Parque Pumalín	61
Valoración de la sensibilidad de los ecosistemas del Parque Pumalín.....	64
Naturalidad.....	66
Riqueza	67
Fragilidad.....	68
Contexto de la política de conservación del Parque Pumalín.....	69

Parque Pumalín	69
Fundamentos para la conservación y preservación de la Naturaleza.....	70
Argumentos filosóficos	70
La ecología profunda.....	72
Corrientes de las ciencias y la ecología.....	73
Consulta a expertos	74
Argumentos éticos y filosóficos para la protección de la Naturaleza	74
Imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la Naturaleza	75
Objetivos de las áreas silvestres protegidas	76
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de clasificación según tamaño de las unidades	20
Cuadro 2. Valores de provisión de procesos ecosistémicos por unidad de paisaje	21
Cuadro 3. Naturalidad según presencia de infraestructura	23
Cuadro 4. Naturalidad según introducción de especies vegetales	25
Cuadro 5. Naturalidad según uso de suelo	25
Cuadro 6. Naturalidad según altitud y pendiente.....	26
Cuadro 7. Riqueza según la flora existente en cada ecosistema	27
Cuadro 8. Riqueza según la presencia de especies amenazadas	27
Cuadro 9. Riqueza según usos de suelo presentes en el área de estudio.....	28
Cuadro 10. Riqueza según la fitosociología del área de estudio.....	28
Cuadro 11. Riqueza según cobertura de la vegetación.	29
Cuadro 12. Fragilidad ecosistémica según los usos de suelo.	29
Cuadro 13. Fragilidad ecosistémica según cobertura vegetacional	30
Cuadro 14. Fragilidad ecosistémica según formaciones vegetacionales.....	30
Cuadro 15. Fragilidad ecosistémica según altitud y pendiente	31
Cuadro 16. Escala de valoración utilizada en la consulta a expertos	34
Cuadro 17. Escala de análisis para el nivel de consenso	35
Cuadro 18. Escala de transferencia para rellenar la matriz de comparación de pares	35
Cuadro 19. Unidades geológicas del área de estudio	38
Cuadro 20. Principales cuencas hidrográficas del Santuario de la Naturaleza Pumalín	40
Cuadro 21. Principales cuerpos de agua presentes en el Santuario de la Naturaleza	40
Cuadro 22. Superficie de las formaciones vegetacionales presentes en el área de estudio y en el Santuario de la Naturaleza Pumalín.....	41
Cuadro 23. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al bosque caducifolio.....	41
Cuadro 24. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al bosque resinoso de coníferas	42

Cuadro 25. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al bosque siempreverde.....	42
Cuadro 26. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al herbazal de altitud	43
Cuadro 27. Superficie abarcada por los pisos de vegetación presentes en el área de estudio y en el Santuario de la Naturaleza Pumalín.....	43
Cuadro 28. Mamíferos terrestres presentes en el área de estudio	44
Cuadro 29. Principales aves presentes en el área de estudio	45
Cuadro 30. Principales reptiles y anfibios presentes en el área de estudio.....	45
Cuadro 31. Mamíferos de hábitats marinos de las costas del área de estudio.....	46
Cuadro 32. Listado de procesos y factores de control de los ecosistemas del Parque Pumalín	50
Cuadro 33. Ecosistemas zonificados a microescala en el área total de estudio.....	52
Cuadro 34. Principales unidades de montañas dentro de los límites del Santuario de la Naturaleza Pumalín	58
Cuadro 35. Principales unidades de los valles del Santuario de la Naturaleza.....	60
Cuadro 36. Principales unidades de las llanuras y playas presentes en el Santuario de la Naturaleza Pumalín	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área geográfica delimitada.....	16
Figura 2. Esquema de la metodología para la caracterización de ecosistemas	32
Figura 3. Esquema simplificado del enfoque empleado	36
Figura 4. Representación de los procesos y relaciones ecológicas de los ecosistemas del parque.....	49
Figura 5. Estructura jerárquica de los principales ecosistemas del área de estudio	51
Figura 6. Unidades zonificadas a mesoescala en el área total de estudio	55
Figura 7. Ecosistemas zonificados a microescala en Pumalín Sur.....	56
Figura 8. Ecosistemas zonificados a microescala en Pumalín Norte	57
Figura 9. Valor ecosistémico en el área total de estudio.....	62
Figura 10. Valor ecosistémico de las unidades zonificadas en el área total de estudio	63
Figura 11. Sensibilidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio	64
Figura 12. Pesos asignados a los criterios de evaluación de la sensibilidad.....	65
Figura 13. Naturalidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio	66
Figura 14. Ponderación de atributos para el cálculo de la naturalidad.....	67
Figura 15. Riqueza de los ecosistemas presentes en el área de estudio	67
Figura 16. Ponderación de atributos para el cálculo de la riqueza.....	68
Figura 17. Fragilidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio.....	68
Figura 18. Ponderación de atributos para el cálculo de la fragilidad	69
Figura 19. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de argumentos éticos y filosóficos para la protección de la Naturaleza.....	75
Figura 20. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de Imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la naturaleza	76
Figura 21. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de objetivos de las áreas silvestres protegidas	76

RESUMEN

La preservación de la naturaleza requiere la identificación, descripción y evaluación de los ecosistemas en diferentes niveles de percepción, para el establecimiento de políticas de conservación apropiadas a diversos objetivos, en contextos complejos, influidos por distintas corrientes filosóficas y ecológicas.

En este estudio, se formula una propuesta metodológica para abordar el análisis de los ecosistemas del Parque Pumalín, a través de su caracterización, clasificación y zonificación, más un estudio exploratorio del contexto filosófico y científico de su política de conservación. Para ello se delimitó un área homogénea geográficamente, se realizó una descripción biofísica y ecológica, y se representó su ecología en un modelo sistémico. Todo esto como base para una clasificación jerárquica de ecosistemas en tres escalas de relaciones ecológicas. Se identificó un ecosistema principal a macroescala, siguiendo el patrón general definido por el clima y la orografía; nueve unidades a mesoescala, agrupadas en valles, montañas, llanuras y playas; y, cuarenta y tres ecosistemas a microescala, determinados principalmente por las asociaciones vegetales presentes.

De la zonificación se obtuvo que la mayor superficie está dominada por montañas del batolito norpatagónico y valles aluviales o fluvioglaciales. En un nivel inferior se encuentra un mosaico de asociaciones vegetales, entre las cuales dominan las de *Nothofagus nitida*, *Nothofagus betuloides* y *Fitzroya cupressoides*.

En una evaluación de la provisión de procesos ecológicos, se obtuvieron los mayores valores en ecosistemas boscosos. En el análisis de la sensibilidad ecosistémica, se asignaron valores elevados a toda el área, mientras los más altos se obtuvieron en la península de Huequi. Se identificaron ecosistemas de muy alta naturalidad, en prácticamente toda la extensión de montañas boscosas; con una alta naturalidad y riqueza, en la península de Huequi; y con una alta naturalidad y fragilidad en los sectores montañosos más elevados.

Al analizar el contexto de la política de conservación, la información recopilada se organizó en nueve argumentos éticos o filosóficos y cinco imperativos científicos o ecológicos para la protección de la Naturaleza; además de seis objetivos de las áreas silvestres protegidas; los cuales fueron jerarquizados a partir de una consulta a expertos escogidos según su relevancia para el caso analizado.

Palabras clave: clasificación de ecosistemas, zonificación, áreas silvestres, conservación privada, análisis jerárquico.

ABSTRACT

The preservation of nature requires the identification, description and evaluation of the ecosystems at different observation levels, for the establishment of appropriate conservation policies for various targets, in complex contexts, guided by different philosophical and ecological approaches.

A methodological proposal was formulated in this study to tackle the analysis of Pumalin Park's ecosystems through its characterization, classification and zonification, besides an exploratory study of the philosophical and scientific context of the conservation policy of the protected area. To achieve this, a geographically homogeneous area was delimited, a biophysical and ecological description was realized and the ecology of the area was represented in a systemic model. All this, as the basis for a hierarchical ecosystems classification at three ecological relation scales. A main macroscale ecosystem was identified, following the general pattern defined by climate and orography; nine mesoscale units, joined in valleys, mountains, plains and beaches; and, forty three microscale ecosystems defined mainly by plant associations in the area.

After the zonification, it was concluded that the largest area is dominated by north patagonian batolith mountains, and alluvial or fluvio-glacial valleys. At a lower level, a plant associations mosaic can be found, dominated by *Nothofagus nitida*, *Nothofagus betuloides* and *Fitzroya cupressoides*.

Through an evaluation of the provision of ecological processes, the highest values were obtained at wooded ecosystems. In the ecosystems sensitivity analysis, high values were assigned to the entire area, while the highest were found at Huequi's peninsula. Very high naturalness ecosystems were identified at almost the entire extension of the wooded mountains; high naturalness and richness at Huequi's peninsula; and high naturalness and fragility at the highest mountain areas

In the analysis of the conservation policy context, the information was organized in nine ethical or philosophical arguments and five scientific or ecological imperatives for wilderness protection; besides six targets of wild protected areas; which were organized into a hierarchical order, through a consultation with experts chosen by their relevance for the case of study.

Key words: Ecosystems classification, zonification, wild areas, private conservation, hierarchical analysis.

INTRODUCCIÓN

A medida que aumenta la población humana, y con ello la demanda por los servicios que proveen los ecosistemas, sus consecuencias sobre la Naturaleza -como la degradación de los recursos naturales, la alteración de procesos ecológicos o la pérdida de biodiversidad- son cada vez más generalizadas a nivel mundial (Vitousek *et al.*, 1997; UNEP, 2005). Ante esta situación, la preservación de la Naturaleza, la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos naturales, requieren la identificación, descripción y evaluación de los ecosistemas en diferentes niveles, con la finalidad de seleccionar áreas de conservación y establecer objetivos de manejo que sean llevados a cabo consistentemente (Groves *et al.*, 2002; Josse *et al.*, 2003).

El análisis ecosistémico se puede realizar a partir de clasificaciones en distintas escalas espaciales y temáticas, que identifican la diversidad de relaciones ecológicas y los componentes de los ecosistemas, además de sus patrones espaciales y origen. (Bailey, 1985; 1987; De Angelis y White, 1994; Klijn y Udo de Haes, 1994; Klijn, 1997; Montes *et al.*, 1998; Josse *et al.*, 2003; Mardones, 2006).

Al igual que en la forma de abordar tales clasificaciones, existen distintos valores y metas para guiar la preservación y conservación de los recursos naturales (Angermeier, 2000), entre los cuales se encuentran aspectos como la diversidad biológica, la naturalidad, la protección de procesos ecológicos esenciales y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos (Angermeier, 2000; De Groot *et al.*, 2002; Siipi, 2004; Ridder, 2007). A todos estos atributos, basados principalmente en teorías ecológicas, se añaden valoraciones atribuidas desde la sociedad a la Naturaleza, que han determinado históricamente la creación de áreas protegidas partiendo de aspectos que pueden ser éticos, morales, filosóficos, políticos o económicos; que por su parte, suelen no ser explícitos (Jax y Rozzi, 2004; Kalamandeen y Gillson, 2007).

Dentro de esta situación compleja y de variados enfoques, la legislación chilena considera diversos atributos para la protección de la Naturaleza. A modo de ejemplo, la Ley 19.300 (Gobierno de Chile, 1994) pone énfasis en ambientes únicos, escasos o representativos, junto con la evolución y desarrollo de especies y ecosistemas; la estrategia nacional de biodiversidad (CONAMA, 2003), en coherencia con el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica (Gobierno de Chile, 1995), destaca la dependencia del ser humano de la biodiversidad; las leyes de Caza (Gobierno de Chile, 1996) y de Pesca y Acuicultura (Gobierno de Chile, 1992), se centran en la preservación de especies y en la mantención de cierto equilibrio en los ecosistemas; y más recientemente, la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal (Gobierno de Chile, 2008), introduce en el marco legal el concepto de servicio ambiental.

Este marco regulatorio encuentra como una forma de expresión concreta el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), consolidado a partir de la ratificación, por parte del Estado de Chile, de la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América, realizada en el año 1940 en la ciudad de Washington (Gobierno de Chile, 1967).

Ante la insuficiencia de dicho sistema para la protección de determinadas áreas y atributos (Mella y Simonetti, 1994; Luebert y Becerra, 1998; Martínez Harms y Gajardo, 2008), se agregan de manera complementaria las áreas protegidas privadas (Sepúlveda, 2004; Villarroel, 2004). Estas últimas, representan un aporte, por la implementación de nuevas estrategias y por la protección de ecosistemas poco representados en el SNASPE (Sepúlveda, 2003). Y, a su vez, incluyen una variedad de enfoques y motivaciones para su creación, que pasan por el aprecio por la naturaleza, por sus atributos escénicos y recreativos, por intereses científicos o por filantropía (Villarroel, 2001; 2004; Sepúlveda, 2002; 2004).

Pese a estos aportes, en ocasiones las áreas protegidas privadas presentan tamaños insuficientes para la conservación de la biodiversidad a largo plazo y se localizan en sitios que no son prioritarios desde una perspectiva ecológica (Sepúlveda 2002; 2003).

Sobre esta base, se ha advertido la necesidad de generar metodologías que contribuyan al conocimiento de los ecosistemas naturales, de los atributos que justifican su protección y rigen su manejo, y de los fundamentos o valores sociales que han motivado su creación y enmarcan las acciones llevadas a cabo para su puesta en marcha.

Este estudio se aplica específicamente al Parque Pumalín, área protegida privada declarada como Santuario de la Naturaleza en el año 2005, cuya preservación ha sido justificada por poseer una extensa superficie (casi 300.000 hectáreas), paisajes con prácticamente nula intervención humana, ecosistemas de fiordos, gran belleza escénica, bosques lluviosos templados latifoliados y especies como *Fitzroya cupressoides*, *Austrocedrus chilensis* y otras bajo alguna categoría de conservación (Gastó *et al.*, 2000).

El análisis llevado a cabo, se centra particularmente en los ecosistemas terrestres existentes en el área y en el contexto científico y filosófico que enmarca su protección y manejo. En este sentido, cabe señalar el especial énfasis que existe, de parte de las fundaciones que han estado a cargo de Parque Pumalín (The conservation Land Trust y actualmente Fundación Pumalín), por la concientización sobre la importancia de la protección de la Naturaleza y el valor intrínseco de todas las formas de vida, centrandose su actuar bajo los principios de la “ecología profunda” (Naess, 1973; Drengson y Inoue, 1995; Capra, 1998; Devall y Sessions, 1999)

Objetivo General

Elaborar una propuesta para caracterizar y evaluar los ecosistemas del Parque Pumalín (Provincia de Palena, Chile), en el contexto de su política de conservación.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el área de estudio, a partir de procesos ecológicos y geológicos relevantes para la dinámica de los ecosistemas presentes en ella.
2. Proponer una zonificación de los ecosistemas presentes en el área, tomando en cuenta atributos biológicos y geológicos, en un contexto espacio-temporal.
3. Analizar la importancia de la preservación de los ecosistemas estudiados, dentro del marco científico y filosófico que sustenta la protección del área.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Material bibliográfico: Documentos científicos, estudios técnicos, publicaciones electrónicas y sitios web.
- Material cartográfico en formato digital, escalas: 1:50.000, 1:250.000, 1:1.000.000
- Software para el procesamiento de información cartográfica

Área de estudio

Corresponde a una gran parte de la Provincia de Palena, Región de Los Lagos, Chile, entre los 41°54' y los 43° de Latitud Sur y entre los 71°56' y los 72°49' de Longitud Oeste aproximadamente (Figura 1); históricamente, este territorio fue denominado "Chiloé Continental".

El área de estudio fue definida a partir de las principales cuencas y unidades geomorfológicas del sector. Por el noreste, el área se encuentra delimitada por la cuenca del río Ventisquero y en el extremo noroeste por la desembocadura del río Blanco. El límite sur se definió, de este a oeste por la subcuenca del río Los Mallines, afluente del río Michimahuida, la subcuenca del río Amarillo, afluente del río Yelcho, y por el sector montañoso de la subcuenca del río Chaitén.

En el sector oeste, el área limita desde Ensenada Chaitén, de sur a norte, con el canal Desertores, desde Punta Chumildén con el Fiordo Reñihué, en el extremo oeste de la península Huequi con el Golfo de Ancud y desde el nacimiento de ésta, hasta el límite norte, con el fiordo Comau. Por el este, el límite coincide con la frontera Argentina.

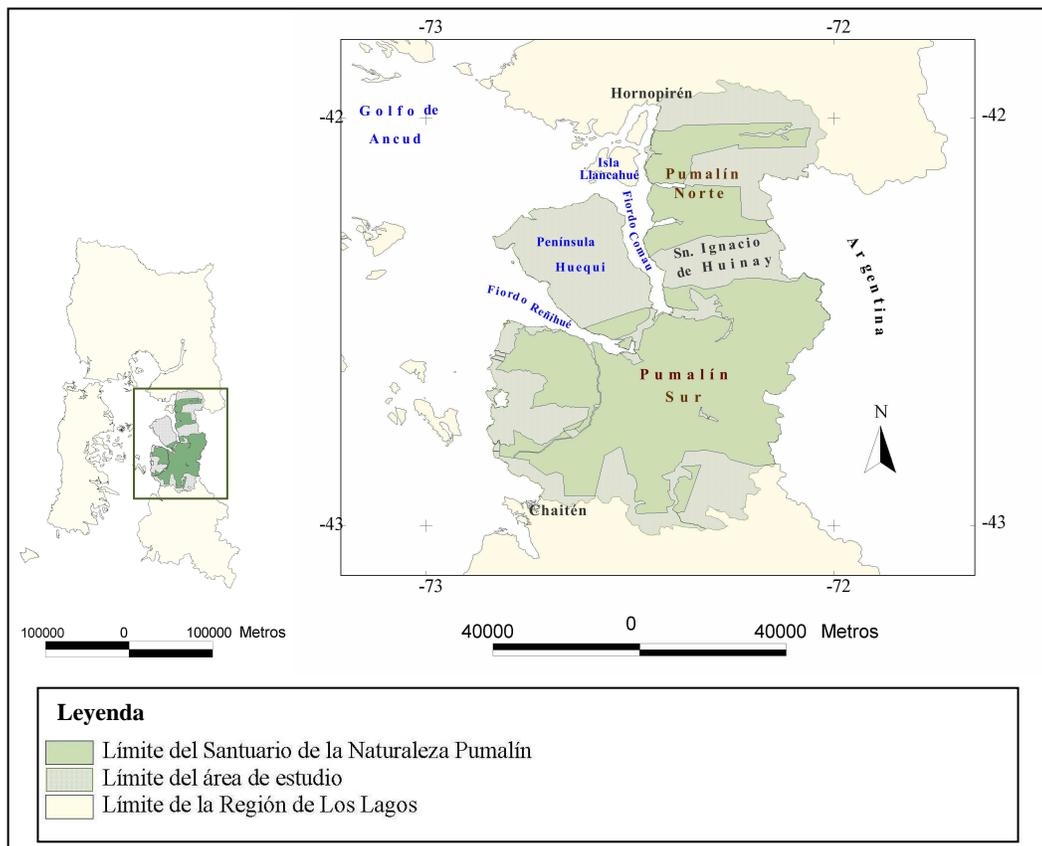


Figura 1. Ubicación del área geográfica delimitada

Área silvestre protegida y límite geográfico

Previo al análisis de los ecosistemas del Parque Pumalín, fue necesario establecer un área que incluyera, tanto los límites administrativos del parque, como una alta representatividad de las relaciones ecológicas existentes en sus ecosistemas. Con este fin, se escogieron las

unidades geomorfológicas principales y las cuencas hidrográficas mayores para realizar la delimitación, considerando que en ellas existe interdependencia entre componentes geográficos, que incluyen funciones ecológicas e interacciones biofísicas particulares, además de presentar una escala apropiada para el estudio de los procesos morfogenéticos que controlan la dinámica de los ecosistemas (Cleland *et al.* 1997; Mardones, 2006; Borja *et al.* 2008).

Como elementos de referencia para la delimitación, se utilizaron curvas de nivel de la cartografía base del Instituto Geográfico Militar y un modelo digital de elevación¹ (MDE) obtenido por un radar Landsat (SRTM). A partir de dicha información se generó una clasificación de las geoformas del área, mediante el Índice de Posición Topográfica (Jenness, 2006) para el programa Arc View 3.2., que luego fue generalizada en unidades de mayor extensión espacial, según sus características comunes.

A partir del MDE, se generó una cartografía de cuencas con el programa Idrisi Kilimanjaro, la cual fue exportada a formato vectorial y luego intersectada con las unidades geomorfológicas obtenidas previamente.

Con la capa de información resultante se demarcó el área de estudio abarcando las unidades geomorfológicas delimitadas con mayor grado de representación en Parque Pumalín y las cuencas con influencia en el sector comprendido por los límites administrativos de los predios.

Una vez establecido el límite general se realizó una descripción de los principales factores bióticos (antrópicos y naturales) y abióticos que influyen en la dinámica de los ecosistemas del área.

Estructura jerárquica de los ecosistemas

Al igual que cualquier tipo de sistema, los ecosistemas consisten en un número de componentes relacionados por interacciones y flujos de materia e información (Goodall, 1976). De esta manera conforman una unidad funcional dentro del planeta, identificable en cualquier magnitud o extensión, que se auto-organiza en el tiempo y se estructura por elementos bióticos y abióticos, ligados por una trama de relaciones biofísicas de interdependencia (Montes *et al.*, 1998).

En consistencia con dicha conceptualización, los ecosistemas se encuentran formados por subsistemas pequeños, incluidos en sistemas mayores que controlan su funcionamiento (Bailey, 1985). El comportamiento ecológico de un ecosistema, se verá entonces dominado

¹ Las imágenes utilizadas fueron obtenidas en forma gratuita del sitio web de “Earth Science Data Interface” (ESDI): <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

por una jerarquía de estructuras o de compartimentos interdependientes, con propiedades sistémicas propias, y por una jerarquía de procesos o relaciones de dominio, donde influyen mayoritariamente los compartimentos superiores (abióticos) sobre aquellos inferiores (bióticos) (Goodall, 1976; Klijn y Udo de Haes, 1994; Montes *et al.*, 1998).

Las fuerzas de carácter natural o antrópico, que dominan los procesos que afectan la estructura jerárquica de los ecosistemas, son llamadas factores de control (De Angelis y White, 1994). Estos se expresan en distintas escalas temporales (cambios graduales, perturbaciones o cambios estacionales) y espaciales fuertemente vinculadas, determinando patrones en componentes dependientes como la distribución de la biota (Klijn y Udo de Haes, 1994).

Según Bailey (1985; 1987), el control sobre los ecosistemas se encuentra dado principalmente por el régimen climático, el cual es canalizado, formado y transformado por sus compartimentos o estructura. Por lo tanto, los patrones que permiten distinguir un ecosistema de otro estarán determinados, a macroescala por factores como la latitud, la distancia del mar o la elevación; a mesoescala por la geología y la topografía (geoformas), que se hallan en directa interacción con el clima, influyendo en los procesos de formación de suelos; y a microescala, por los microclimas y condiciones del suelo, lo que determina sitios zonales, azonales e intrazonales, asociados generalmente con comunidades de plantas.

La identificación de los factores que determinan los patrones en distintas escalas espacio-temporales, permite establecer una clasificación jerárquica de los ecosistemas basada en los factores genéticos que controlan su funcionamiento. Esto ayuda a comprender los vínculos entre distintos compartimentos de un ecosistema, la forma en que pueden responder a determinadas perturbaciones o cambios, y los efectos que pueden tener en sistemas de otras escalas dentro o fuera de una jerarquía (Bailey, 1985; Montes *et al.*, 1998)

En este contexto y sobre la base de la descripción elaborada previamente sobre el entorno biofísico del Parque Pumalín, se llevó a cabo una representación sistémica tomando como referencia la aproximación metodológica propuesta por Goodall (1976), desde la cual se puede construir un modelo jerárquico, desde una escala general hasta llegar a aspectos particulares, de manera secuencial, a través de subsistemas (submodelos). La formulación previa de un modelo conceptual de las relaciones estructurales y de los procesos de los ecosistemas, permite organizar posteriormente las relaciones espaciales y temporales ya mencionadas, para establecer una clasificación de ecosistemas (Klijn y Udo de Haes, 1994; Montes *et al.*, 1998).

Junto con la elaboración del modelo, se generó un listado de factores de control y los procesos que condicionan, que luego fue clasificado de manera general en términos espaciales y temporales. Tal diferenciación permite establecer los niveles de organización para la zonificación de ecosistemas, según rangos de formación y permanencia, y del dinamismo de los procesos (Montes *et al.*, 1998).

Zonificación de ecosistemas

Como expresión de las jerarquías de estructuras y procesos mencionadas anteriormente, es posible identificar patrones a distintas escalas espaciales, en las cuales varía la importancia relativa de cada componente de los ecosistemas según los factores de control asociados. Estos últimos dependerán principalmente de la distancia del observador y de las herramientas utilizadas para la observación (Klijn y Udo de Haes, 1994).

La nomenclatura empleada para la clasificación y zonificación de ecosistemas difiere en las distintas clasificaciones utilizadas a nivel mundial, las cuales se diferencian por los factores de control asociados y la escala espacial y temporal de los distintos órdenes escalares de la jerarquía. En este caso se adaptaron los niveles de las propuestas de Klijn y Udo de Haes (1994), Montes *et al.* (1998) y Borja *et al.* (2008), asociando a éstos el listado de procesos y factores de control generado, teniendo en consideración las características del área de estudio y la escala de trabajo.

La elaboración de una zonificación consistente con lo señalado presentaría dos niveles generales, uno que muestre la integración dentro de un área local y otro que presente la integración y vinculación de ésta con otras áreas a lo largo del paisaje, para formar un sistema mayor (Bailey, 1985). Para ello se llevó a cabo una clasificación y zonificación descendente, es decir, partiendo de un gran ecosistema, correspondiente al área delimitada previamente, se realizaron subdivisiones sucesivas para identificar los ecosistemas o subsistemas de menor tamaño (Montes *et al.*, 1998; Mardones, 2006).

Los atributos espaciales determinantes en el control genético de los ecosistemas, fueron seleccionados según la escala del ecosistema general y de la información disponible, de manera que permitieran identificar discontinuidades del paisaje consistentes con las escalas espaciales y temporales definidas previamente en la clasificación.

Luego se llevo a cabo el cruce de información y las correcciones respectivas, utilizando las unidades geomorfológicas obtenidas con el Índice de Posición Topográfica (Jeness, 2006). Éstas fueron generalizadas en categorías de menor escala espacial y luego subdividas con la asignación de información geológica a escala 1:1.000.000 (SERNAGEOMIN, 2003) y 1:250.000 (SERNAGEOMIN-BRGM, 1995). Las categorías contenidas en estas últimas cartografías fueron previamente generalizadas y revisadas.

Finalmente, las unidades definitivas fueron delimitadas a partir del cruce de la base geomorfológica y geológica con la información contenida en la cartografía del “Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile” (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999), por lo cual, la zonificación resultante se trabajó en una escala 1:50.000. En los sectores con cobertura vegetal se procesó esta información según la clasificación jerárquica de la vegetación, propuesta para Chile por Gajardo (1994), delimitando las principales

comunidades vegetales presentes en el área, correspondientes a factores de control a microescala.

Caracterización y Evaluación de las unidades

Una vez delimitadas las unidades, se asignaron los atributos necesarios para la evaluación de su naturalidad, riqueza, fragilidad y sensibilidad. A lo cual se suma el cálculo del valor ecosistémico. En su conjunto, estas características permiten dar cuenta de los valores implícitos que se pueden atribuir al área en estudio.

Para facilitar el análisis, se distinguieron los ecosistemas según categorías de parche, siguiendo lo señalado por Josse *et al.* (2003). Esta distinción de tamaño es útil para la evaluación de atributos del paisaje y expresa la diferencia entre los factores de control que influyen en un ecosistema (Cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías de clasificación según tamaño de las unidades

Tipo de Parche	Superficie de ecosistema (ha)
Parche pequeño	1 - 50
Parche	50 - 4000
Matriz	4000 - 80.000

Fuente: Josse *et al.* (2003) y Fuentes (2006)

Valor ecosistémico

Contando con una definición de unidades de análisis o ecosistemas, a partir de sus características estructurales, el siguiente aspecto a analizar fue el ámbito funcional de cada uno de ellos. Los procesos ecosistémicos, entendidos como las relaciones naturales complejas que facilitan la mantención del ecosistema en sí mismo, sin interferencia humana, determinan la existencia de las funciones del subsistema ecológico global. Estas funciones ecosistémicas, representan a su vez, la capacidad de los sistemas naturales para proveer bienes y servicios que afectan, directa o indirectamente, el bienestar humano (De Groot *et al.*, 2002).

Para efectos de este estudio, se utilizó el valor ecosistémico, entendido como la capacidad de una unidad de paisaje para proveer procesos ecosistémicos (Martínez Harms, 2006; Martínez Harms y Gajardo, 2008). Éste se obtuvo a partir de un proceso de análisis jerárquico (Saaty y Kearns, 1985), en el cual se pondera cada objeto en análisis por su peso relativo dentro de un conjunto que conforma una jerarquía. Este peso es obtenido previamente mediante una comparación de pares.

Las propuestas de Martínez Harms (2006) y Martínez Harms y Gajardo (2008) calcularon los pesos relativos de una lista de 24 procesos ecosistémicos. A partir de éstos y siguiendo la metodología utilizada por Fuentes (2006), se asignó un valor de provisión de cada

proceso por unidad zonificada, luego de que cada una de ellas fuera enfrentada con el listado citado. Para dicha valoración se utilizó la escala del cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de provisión de procesos ecosistémicos por unidad de paisaje*

Valor de provisión	Descripción
0	No aplicable o nula capacidad de provisión.
1	Influencia mínima respecto del proceso ecosistémico.
2	Influencia media en la provisión del proceso.
3	Máxima influencia en la provisión del proceso.

*Adaptado de Martínez Harms (2006) y Fuentes (2006)

Posteriormente se aplicó la siguiente fórmula para obtener el valor ecosistémico total de cada unidad.

$$VE = \sum_{i=1}^J S_i P_i$$

Donde:

VE: Valor ecosistémico de la unidad

S_i: Valor asignado a cada ecosistema proveedor del proceso ecosistémico i

P_i: Peso del proceso ecosistémico i, según Martínez Harms (2006)

J: 24

Esta valoración se realizó sobre los ecosistemas zonificados de mayor escala o de menor extensión espacial, es decir, cuya estructura y funcionamiento son controlados por factores de escalas espacio-temporales inferiores.

Sensibilidad de las unidades

Para este estudio, la sensibilidad fue entendida como la susceptibilidad de un sistema a verse afectado o a responder fácilmente a amenazas de distinto origen sobre sus procesos esenciales. Para su análisis se incluyeron agentes que pudieran influir sobre los procesos genéticos de cada ecosistema o sobre aquellos procesos que afectan su funcionamiento.

Al igual que en la asignación de valor ecosistémico, se analizaron las unidades zonificadas de inferior nivel dentro de la jerarquía de clasificación. En general, mientras más bajo sea el nivel, el ecosistema será más sensible a las perturbaciones; sin embargo, también aumentará su capacidad de recuperación o resiliencia, siempre que no se altere su integridad de forma significativa, lo cual dependerá, tanto de sus patrones de sucesión ecológica como de los regímenes de perturbación (Mardones, 2006)

La sensibilidad fue estimada a partir de una suma ponderada entre la fragilidad, la naturalidad y la riqueza de cada unidad, las cuales se evaluaron individualmente a partir de la valoración de distintos atributos biofísicos y sus correspondientes ponderaciones. Estas últimas, junto a las de los criterios utilizados para el cálculo de la sensibilidad se obtuvieron con la elaboración de matrices de comparación de pares (Saaty y Kearns, 1985), mientras las sumas respectivas se llevaron a cabo aplicando la siguiente fórmula:

$$S, N, R \text{ ó } F = \sum_{i=1}^J V_i P_i$$

Donde:

S, N, R ó F: Sensibilidad, naturalidad, riqueza o fragilidad

V_i : Valor asignado a cada atributo o criterio

P_i : Peso del criterio i (en el cálculo de la sensibilidad) o del atributo i (en el cálculo de cada criterio)

J: 3(en el cálculo de la sensibilidad) o número de atributos (en el cálculo de cada criterio)

Antes de ingresar los pesos obtenidos a la fórmula señalada, se verificó el radio de consistencia de los valores calculados mediante la matriz de comparación de pares, cuyo rango aceptable se encuentra por debajo o cercano al 10% y en ningún caso alcanza el 20% (Saaty y Kearns, 1985)

La escala utilizada para la valoración según cada criterio, fue desde muy baja (MB) hasta muy alta (MA), pasando por las categorías baja (B), media (M) y Alta (A). En aquellos casos que los atributos de las unidades de paisaje no eran homogéneos y, por ende, el valor asignado según alguno de los criterios tampoco lo era, los valores se ponderaron por la proporción del área abarcada dentro de cada unidad, con la finalidad de obtener un valor único que facilitara su posterior integración con los demás criterios.

Naturalidad

La naturalidad puede ser entendida según dos interpretaciones distintas que difieren en su forma de medición. La primera de ellas, la trata como una propiedad de los seres vivos o de los ecosistemas, cuyas condiciones de existencia se asemejan a las de un estado primitivo o a algún tiempo remoto de referencia. La segunda aproximación, que se adoptó por su grado de aplicabilidad para este estudio, concibe la naturalidad como una cualidad de los ecosistemas, cuyos procesos se encuentran en armonía con la naturaleza y están libres de intervención humana (Ridder, 2007).

Siguiendo mayoritariamente la última definición señalada, este concepto ha tomado importancia en la protección de la Naturaleza, por la asignación de un mayor valor a aquellos elementos bióticos que evolucionan naturalmente, en comparación con los que lo han hecho o lo realizan de manera artificial (Angermeier, 2000). Sin embargo, pese a la

relevancia que se le atribuye, no existe consenso en los criterios para su estimación. En este sentido, Machado (2004) propone un índice de Naturalidad que ha sido adaptado para efectos de esta evaluación.

Los atributos considerados, con la escala de valoración de la naturalidad utilizada para cada uno de ellos, se presentan a continuación:

Infraestructura: La presencia o ausencia de infraestructura puede provocar cambios en la cobertura del terreno, en el aislamiento de ecosistemas y en el tamaño de los parches. Esto incrementa la exposición a perturbaciones externas y la fragmentación y pérdida de hábitats, provocando una disminución de la biodiversidad y modificando relaciones esenciales entre los organismos vivos, y entre éstos y los elementos abióticos (Forman y Alexander, 1998; Simonetti y Acosta, 2002; Smith y Armesto, 2002; Geneletti, 2004; 2006)

Para asignar un valor de naturalidad a partir de este atributo, se utilizó la cartografía disponible de Parque Pumalín y de los predios adyacentes, que incluye la presencia de infraestructura turística, habitacional, de soporte de actividades y aeródromos. A esto se sumó la red vial y la delimitación de las zonas urbanas y centros poblados del catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999).

Los valores otorgados a los ecosistemas del área de estudio según la presencia de infraestructura, se presentan en el cuadro 3 con las correspondientes categorías de naturalidad propuestas por Machado (2004).

Cuadro 3. Naturalidad según presencia de infraestructura

Código	Categoría	Características	Categorías según Machado (2004) y Machado <i>et al.</i> (2004)
5	MA	Sin infraestructura artificial o con elementos insignificantes	Sistemas vírgenes
4	A	Infraestructura artificial mínima, temporal o removible. Se incluyen: Colmenares, senderos, huellas, potreros o cercos.	Sistemas naturales, sub-naturales y cuasi-naturales
3	M	Infraestructura artificial escasa o concentrada. Se incluyen: Áreas de acampada, caminos secundarios, instalaciones habitacionales escasas y agrupadas, construcciones turísticas menores.	Sistemas semi-naturales y culturales autosostenibles

(Continúa)

Cuadro 3 (Continuación)

			Categorías según Machado (2004) y Machado <i>et al.</i> (2004)
Código	Categoría	Características	
2	B	Infraestructura importante, sectores con predominancia de elementos antrópicos y mosaicos entre zonas con construcciones y áreas con producción biológica. Se incluye: Carretera, puentes, zonas habitadas con presencia de caminos internos, infraestructura turística de alojamiento (cabañas y hoteles), pistas de aterrizaje y embarcaderos.	Sistemas culturales asistidos, muy intervenidos y semi-transformados
1	MB	Clara predominancia de infraestructura antrópica, Sólo vestigios de elementos naturales o sistemas totalmente artificiales. Se incluyen: Ciudades y centros poblados con escasa presencia de elementos naturales	Sistemas transformados y artificiales

Introducción de especies vegetales: La introducción de especies vegetales tiene impactos, tanto en el funcionamiento, como en la estructura natural de los ecosistemas. En el funcionamiento, al transformarse en invasoras, estas especies pueden provocar cambios en las tasas de erosión y otros procesos geomorfológicos, en los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, en el régimen de incendios, en la reproducción de especies nativas, y en el gasto de energía de los ecosistemas nativos. A su vez, sobre la estructura representan amenazas por sus efectos genéticos u otros como la aceleración de las tasas locales de extinción (MacDonald, 1989; Mack *et al.* 2000).

Los efectos señalados pueden ocurrir principalmente en terrenos sometidos a perturbaciones antrópicas o con una alta vulnerabilidad, es así como en el sur de Chile, las praderas representan la mayor fuente de especies invasoras, al encontrarse dominadas por especies exóticas (Pauchard y Alaback, 2004). En el caso de Parque Pumalín, los principales efectos y riesgos para los ecosistemas por la introducción de especies se pueden asociar a la existencia de este tipo de praderas para el ganado y cultivos en áreas poco extensas, además de la existencia de zonas que han sido sometidas a perturbaciones como el sobrepastoreo o el desmonte (Gastó *et al.*, 2000), las cuales aumentan su grado de vulnerabilidad.

En la asignación de valor según este atributo, se recurrió a la información del catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999), del cual se analizaron las especies dominantes presentes en cada unidad. Además se utilizó la cartografía disponible de los predios complementarios de Parque Pumalín, para verificar la existencia de cultivos de especies introducidas y nativas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Naturalidad según introducción de especies vegetales

Código	Categoría	Características	Categorías según Machado (2004) y Machado <i>et al.</i> (2004)
5	MA	Sólo especies nativas, elementos exóticos irrelevantes. Se consideraron las unidades sin especies introducidas.	Sistemas vírgenes.
4	A	Elementos nativos dominantes, pero alterados (cultivos con especies nativas). Existencia de elementos exóticos con efectos irrelevantes. Se consideraron especies introducidas no dominantes y plantaciones nativas.	Sistemas naturales y sub-naturales.
3	M	Elementos nativos en proporciones similares a elementos exóticos. En ocasiones, elementos exóticos dominantes. Alternancia entre elementos nativos y cultivos exóticos. Se consideraron las unidades con especies introducidas entre las dominantes y predios con producción orgánica.	Sistemas cuasi-naturales, semi-naturales y culturales autosostenibles.
2	B	Notable pérdida de elementos nativos, especies exóticas dominantes. Se consideraron unidades con cultivos o plantaciones dominantes, presencia casi exclusiva de especies alóctonas.	Sistemas culturales asistidos, muy intervenidos y semi-transformados.
1	MB	Irrelevancia de ambos elementos o presencia solo de elementos exóticos. Se consideraron los centros poblados y ciudades.	Sistemas transformados y artificiales

Uso de suelo: Los usos de suelo fueron considerados por presentar el grado de intervención antrópica directa sobre los ecosistemas y afectar, entre otros factores, los procesos de invasión de especies, dadas las diferencias en el régimen de perturbaciones y en las condiciones ambientales existentes en cada categoría (Pauchard y Alaback, 2004). Para asignar un valor de naturalidad a los distintos usos se consideró la susceptibilidad de presentar intervenciones humanas y la cercanía de la vegetación al clímax, lo que implicaría una mayor integridad en los procesos naturales de cada ecosistema.

Para su evaluación se utilizó la cartografía del catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999) y las características del cuadro 5.

Cuadro 5. Naturalidad según uso de suelo

Código	Categoría	Usos de suelo
5	MA	Bosques, nieves, glaciares, terrenos sobre límite vegetacional, afloramientos rocosos, cuerpos de agua

(Continúa)

Cuadro 5 (Continuación)

Código	Categoría	Usos de suelo
4	A	Renovales, corridas de lava y escoriales, derrumbes, playas, marismas herbáceas, humedales y turbales, vegetación herbácea en orilla
3	M	Matorrales, praderas, estepa patagónica, cajas de ríos, ñadis herbáceos y arbustivos, terrenos sin vegetación
2	B	No considerado
1	MB	Ciudades y pueblos

Altitud y pendiente: Ambos atributos se consideraron por ser determinantes para el desarrollo de actividades humanas y para la accesibilidad de los ecosistemas. Esto se basa, en parte, en que la altitud es una de las características más influyentes para la invasión de especies vegetales en Chile, debido a las características de las especies que han sido introducidas (Pauchard y Alaback, 2004).

Si bien la pendiente suele tener efectos variables en ese tipo de procesos (Pauchard y Alaback, 2004), se debe considerar que en el área de estudio existe una clara predominancia de pendientes fuertemente limitantes para las actividades humanas y la formación de suelo que permita el establecimiento de cultivos (Gastó *et al.*, 2000), lo cual también es determinante en la naturalidad de estos sistemas. En el cuadro 6 se presentan las categorías utilizadas para estos criterios, los cuales fueron evaluados a partir de la información del catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999).

Cuadro 6. Naturalidad según altitud y pendiente

Código	Categoría	Altitud (m)	Pendiente
5	MA	1600-3600	> 60%
4	A	1200-1600	45 - 60%
3	M	800-1200	30 - 45%
2	B	400-800	15 - 30%
1	MB	0-400	0 - 15%

Riqueza

La riqueza o variedad de un ecosistema, se puede entender como el número de tipos de componentes por unidad de espacio. Esta característica da cuenta parcialmente de la diversidad de un ecosistema, la cual también abarca la abundancia relativa o distribución de dichos componentes. La mantención de la riqueza es esencial para mantener la integridad del ecosistema y proteger su estructura y funcionamiento de perturbaciones de distinto origen (Odum y Barrett, 2006).

En su medición, se consideró la riqueza florística, la presencia de especies amenazadas, los usos de suelo, la fitosociología y la cobertura. Dichos atributos fueron evaluados a partir de la información presente en el catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999). Para el caso particular de la fitosociología, se utilizaron las asociaciones vegetales zonificadas previamente, tomando como referencia la información contenida en la misma base cartográfica y la propuesta de clasificación de Gajardo (1994).

Riqueza florística: Para la asignación de una categoría de riqueza florística, es decir, el número de especies vegetales, se realizó inicialmente una distinción según categorías de parche, ya que el número de especies presentes en cada unidad puede variar significativamente entre parches pequeños y la matriz del paisaje (Cuadro 7).

Cuadro 7. Riqueza según la flora existente en cada ecosistema

Código	Categoría	Número de especies		
		Parche pequeño	Parche	Matriz
5	MA	7 a 9	13 a 16	18 a 25
4	A	4 a 6	9 a 12	12 a 17
3	M	1 a 3	5 a 8	6 a 11
2	B	-	1 a 4	1 a 5
1	MB	S/I*	S/I*	S/I*

*S/I: Sin información.

Especies amenazadas: Las especies amenazadas fueron consideradas por representar un valor adicional a la riqueza de un ecosistema, por su escasez y por la especial atención que generan para su manejo en general. El listado de las principales especies amenazadas en el área de estudio se obtuvo de la información presente en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989). Las categorías utilizadas se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Riqueza según la presencia de especies amenazadas

Código	Categoría	Número de especies amenazadas
5	MA	3 a 5
4	A	1 a 2
1	MB	0

Uso de suelo: Se consideraron los usos de suelo del área, con especial énfasis en las actividades humanas y el tipo de vegetación presentes en cada unidad. Se analizó este atributo teniendo en cuenta que los usos que han estado sometidos a una mayor intervención antrópica presentan una mayor pérdida de ciertos componentes y procesos naturales que constituyen la diversidad del ecosistema (Cuadro 9).

Cuadro 9. Riqueza según usos de suelo presentes en el área de estudio

Código	Categoría	Usos de suelo
5	MA	Bosques
4	A	Renovales, praderas, matorrales, estepa patagónica
3	M	Marismas herbáceas, vegetación herbácea en orilla, humedales, turbales, cuerpos de agua, ñadis herbáceos y arbustivos
2	B	Cajas de ríos, playas, corridas de lava y escoriales, nieve y glaciares
1	MB	Ciudades, áreas desprovistas de vegetación, derrumbes sin vegetación, afloramientos rocosos, terrenos sobre límite vegetacional.

Fitosociología: Las asociaciones vegetales, corresponden a agrupaciones locales de plantas y son resultado de condiciones particulares del ambiente, las cuales se expresan en una composición relativamente constante de especies y en una fisionomía característica (Gajardo, 1994). El análisis de las asociaciones vegetales permite integrar, en este tipo de evaluaciones, criterios como el valor florístico (diversidad específica), el valor fitosociológico (riqueza de taxones), la complejidad estructural, las relaciones entre organismos o el carácter biogeográfico, factores que no son considerados con métodos clásicos de medición de riqueza y abundancia (Loidi, 2008).

Tomando en consideración dichas características y utilizando la zonificación de ecosistemas a microescala, se valoraron las distintas unidades de acuerdo a la siguiente escala de riqueza:

Cuadro 10. Riqueza según la fitosociología del área de estudio

Código	Categoría	Comunidades vegetales
5	MA	Bosques de <i>E. cordifolia</i> - <i>W. trichosperma</i> , de <i>F. cupressoides</i> , de <i>N. betuloides</i> , de <i>N. betuloides</i> - <i>N. pumilio</i> , de <i>N. nitida</i> - <i>P. nubigena</i> y de <i>P. uvifera</i> - <i>T. stipularis</i>
4	A	Bosques de <i>M. exsucca</i> - <i>L. apiculata</i> , de <i>N. betuloides</i> - <i>P. nubigena</i> y de <i>N. nitida</i> , renovales, bosques achaparrados, turbales y humedales
3	M	Matorrales y estepa patagónica
2	B	Praderas y vegetación herbácea escasa
1	MB	Sectores sin vegetación

Cobertura: El porcentaje de cobertura de la vegetación (Cuadro 11) fue considerado por influir sobre la riqueza y diversidad de hábitats, en ocasiones determinar la existencia de un mayor número de especies y por representar parcialmente la integridad de los ecosistemas en lo referido a la vegetación.

Cuadro 11. Riqueza según cobertura de la vegetación.

Código	Categoría	Cobertura
5	MA	> 75%
4	A	75% a 50%
3	M	50% a 25%
2	B	Menor que 25%
1	MB	Sin cobertura

Fragilidad

La fragilidad de los ecosistemas puede ser entendida como su susceptibilidad a deteriorarse ante desequilibrios en sus componentes geomorfológicos, climáticos o vegetacionales (IREN-CORFO, 1979). En este caso se consideraron para su evaluación cinco criterios, correspondientes a: usos de suelo, cobertura vegetal, pendiente, altitud y formaciones vegetacionales.

A excepción de las formaciones vegetacionales, que fueron extraídas de la propuesta de Gajardo (1994), los atributos que definieron la fragilidad se evaluaron utilizando la información del catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999).

Uso de suelo: Representa uno de los factores más relevantes en la definición de la fragilidad de estos ecosistemas, ya que indica el grado de intervención existente e indirectamente, el nivel de deterioro de los distintos componentes de cada unidad.

Para establecer las categorías de fragilidad según este criterio, se tomó en cuenta el potencial deterioro que podrían sufrir determinados usos, además del ya existente. Los usos considerados con valores inferiores de fragilidad fueron aquellos con un alto nivel de deterioro o de reemplazo de las relaciones naturales presentes en el ecosistema, mientras que los valores más altos se otorgaron a aquellos con mayor cantidad de relaciones naturales susceptibles de ser afectadas por desequilibrios ocasionados principalmente por intervención antrópica (Cuadro 12).

Cuadro 12. Fragilidad ecosistémica según los usos de suelo.

Código	Categoría	Usos de suelo
5	MA	Bosques, cuerpos de agua, nieves y glaciares, humedales, turbales
4	A	Renovales, praderas, matorrales, estepa patagónica
3	M	Playas, marismas herbáceas, vegetación herbácea en orilla

(Continúa)

Cuadro 12 (Continuación)

Código	Categoría	Usos de suelo
2	B	Ñadis herbáceos y arbustivos, cajas de ríos
1	MB	Ciudades, áreas desprovistas de vegetación, derrumbes sin vegetación, corridas de lava y escoriales, afloramientos rocosos

Cobertura vegetal: La cobertura de la vegetación proporciona estabilidad a los ecosistemas por su contribución en la regulación hídrica, en la regulación climática, en la prevención de eventos catastróficos naturales o antrópicos y en la formación y retención de suelo (De Groot *et al.*, 2002). La pérdida de cobertura vegetal, determina entonces una mayor susceptibilidad a los desequilibrios dentro del ecosistema, que puedan deteriorar su estructura y funcionamiento. En el cuadro 13 se presentan los valores de fragilidad asignados a los ecosistemas según el grado de cobertura vegetal.

Cuadro 13. Fragilidad ecosistémica según cobertura vegetal

Código	Categoría	Cobertura vegetal
5	MA	Sin cobertura
4	A	Muy abierto, <25%
3	M	Abierto, 25 - 50%
2	B	Semidenso, 50 - 75%
1	MB	Denso, >75%

Formaciones vegetacionales: Las formaciones vegetacionales, como respuesta biológica a la acción de los factores físicos de distintos tipos de ambientes (Gajardo, 1994), expresan diferencias en las escalas espacio-temporales de sus procesos, debido a que las dinámicas de distintas formaciones difieren en los períodos que tarda la vegetación en alcanzar el clímax y en reponerse ante perturbaciones particulares. Es por ello que se otorgaron mayores valores de fragilidad a aquellas formaciones con relaciones y procesos correspondientes a escalas temporales más extensas (Cuadro 14)

Cuadro 14. Fragilidad ecosistémica según formaciones vegetacionales

Código	Categoría	Formaciones vegetacionales
5	MA	Bosque siempreverde andino y caducifolio altoandino húmedo
4	A	Bosque siempreverde de Puyuhuapi y siempreverde montano
3	M	Bosque laurifolio de Chiloé y caducifolio de Aysén
2	B	No considerado
1	MB	No considerado

Altitud y pendiente: Se utilizaron ambos atributos como indicadores de amenazas sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, como también por su importancia sobre los procesos morfogénéticos y edafogénéticos que pueden afectar la fragilidad de una unidad. En consistencia con lo anterior, se asignaron valores superiores de fragilidad a altitudes y pendientes mayores (Cuadro 15).

Cuadro 15. Fragilidad ecosistémica según altitud y pendiente

Código	Categoría	Altitud (m)	Pendiente
5	MA	1600-3600	> 60%
4	A	1200-1600	45 - 60%
3	M	800-1200	30 - 45%
2	B	400-800	15 - 30%
1	MB	0-400	0 - 15%

Esquema metodológico

A continuación se presenta un esquema detallado de la secuencia metodológica llevada a cabo para las etapas mencionadas. En su interior se presentan los principales materiales utilizados, los procesos llevados a cabo y los resultados obtenidos en las etapas de caracterización general del área de estudio, clasificación de ecosistemas, zonificación de ecosistemas y su evaluación a través de la utilización de criterios y atributos de las unidades.

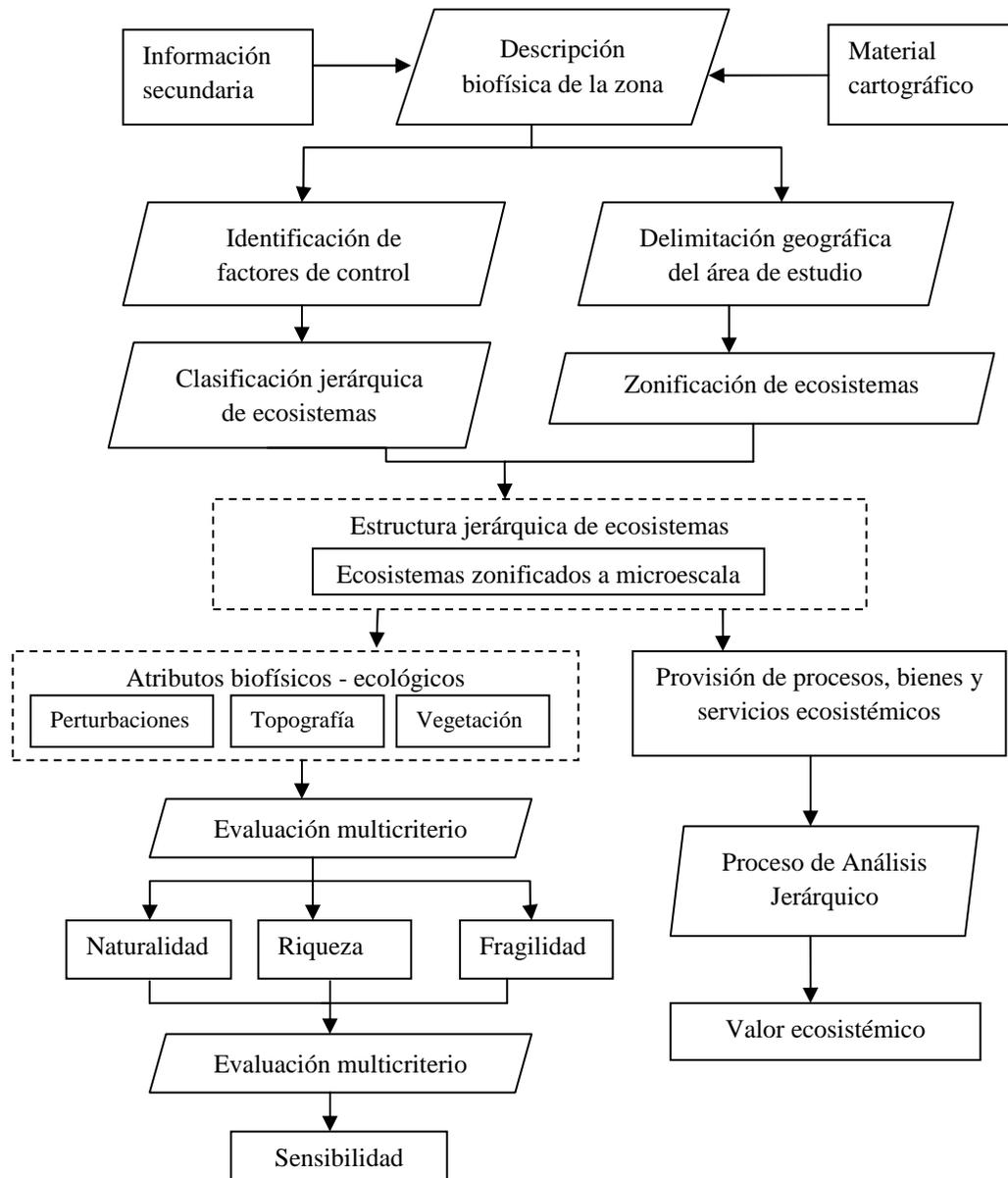


Figura 2. Esquema de la metodología para la caracterización de ecosistemas

Política de conservación y fundamentos para la conservación

Luego del análisis realizado sobre los ecosistemas del área de estudio, se llevó a cabo un estudio exploratorio sobre los fundamentos científicos y filosóficos que justifican la protección de la Naturaleza y que forman parte del contexto en que se inserta la política de conservación del sistema natural abarcado por Parque Pumalín.

Se entendió como política de conservación al conjunto de objetivos y metas, identificados en el sentido que establece el término conservación, para el desarrollo de un territorio determinado, los cuales pueden formularse para ser aplicados en distintas escalas espaciales y cuya responsabilidad recae sobre diversos actores públicos o privados.

En este ámbito, la política de conservación se puede encontrar matizada por acciones concretas y por los motivos inspiradores del grupo humano que administra un territorio, que incluye un repertorio de ideas y creencias particulares de una civilización (De Terán, 1982). Siguiendo esta línea, Scheele (1975) plantea que esta “colección de hipótesis tácitas sobre el mundo o una parte de este”, es lo que llamamos realidad, sobre la cual actúan los grupos humanos e incluyen la asignación de valoraciones e interpretaciones, en este caso, sobre el mundo natural. Todo esto es lo que se entenderá en este estudio, como contexto filosófico de una política de conservación, que como tal, incluye todos los aspectos de un tipo sabiduría contenedora de normas, reglas, postulados, enunciados de prioridades valóricas e hipótesis acerca de la naturaleza de nuestro universo (Naess, 1973).

Las distintas filosofías de conservación que han existido durante los últimos dos siglos combinan elementos de diverso índole, tanto sociales como científicos (Jax y Rozzi, 2004), abarcando elementos estéticos, espirituales, psicológicos, económicos, utilitarios, morales, éticos y científicos para la designación y manejo de áreas protegidas (Kalamandeen y Gillson, 2007). Este tipo de determinaciones sobre la protección de la Naturaleza entran por tanto a formar parte de las preferencias políticas, actitudes morales, valoraciones económicas e interrogantes sobre lo que es relevante para la ciencia (Jax y Rozzi, 2004), además de moldear las ideas y políticas de conservación a lo largo del mundo (Callicot *et al.*, 1999)

Considerando que un claro entendimiento y consenso sobre los conceptos normativos en la conservación y preservación de la Naturaleza, ayuda a articular políticas efectivas (Callicot *et al.*, 1999), se ha planteado la necesidad de indagar en aquellos motivos inspiradores que influyen sobre el manejo y gestión de los sistemas naturales, particularmente de parte de los tomadores de decisiones, públicos o privados, con algún grado de injerencia en el área en estudio; y en actores de importancia en el manejo de la información, capaces de influir en la generación de las hipótesis que conforman la realidad en la cual transita el actuar humano sobre los ecosistemas evaluados.

Las motivaciones señaladas anteriormente, fueron entendidas como parte del contexto filosófico de la política y se resumieron en fundamentos éticos, valóricos, filosóficos y científicos de la protección de la Naturaleza. Como una forma de acercamiento a éstos, se recopilaron y contrastaron diversos planteamientos que contribuyen a la justificación de áreas protegidas con características similares a las del Parque Pumalín y que forman parte de la filosofía que sustenta la existencia de esta área en particular, además de planteamientos científicos que conforman la argumentación vigente de la protección de la Naturaleza.

Paralelamente, se recopiló y procesó la información disponible que pudiera reflejar la política de conservación existente en Parque Pumalín, recurriendo a estudios técnicos e información de las fundaciones que aportan recursos para su desarrollo.

Entrevista a expertos

Luego de sistematizar la información recopilada, se realizó una consulta a expertos, con la finalidad de dar valor y establecer jerarquías entre los diversos argumentos analizados. Para ello, se siguió la propuesta de Saaty y Kearns (1985), que consiste en organizar grupos de postulados que respondan a un mismo tipo de interrogante, situada en una escala específica de la toma de decisiones, para luego realizar una comparación de pares entre los elementos de un mismo nivel. En este caso, se optó por establecer niveles de importancia según una escala modificada de la propuesta de los mismos autores (Cuadro 16), a partir de la cual se elaboró un cuestionario estructurado para establecer valoraciones por postulados independientes.

Cuadro 16. Escala de valoración utilizada en la consulta a expertos

Valor	Importancia
0	Nula
1	Baja
3	Moderada
5	Media
7	Alta
9	Muy Alta
2, 4, 6 y 8	Para valores intermedios

Fuente: Adaptado de Saaty y Kearns (1985)

La selección de expertos se realizó según su conocimiento y vinculación con el tema, junto al grado de aceptación reconocido previamente sobre la protección del área y la preservación de la naturaleza en general. Se escogieron once expertos de la institucionalidad pública, organizaciones sociales, ámbito científico, administración del parque y fundaciones que han aportado a su desarrollo.

La aplicación de la consulta se llevó a cabo personalmente y por correo electrónico, para lo cual se adjuntó a la entrevista una breve introducción presentando los objetivos del estudio y la forma en que se debía completar el cuestionario. Esto varió, dependiendo de la disponibilidad de tiempo y accesibilidad de los entrevistados.

Una vez obtenida la puntuación asignada por cada experto a todos los postulados, se analizó el grado de consenso o polarización (Turoff, 1975), para ello se elaboró una escala basada en la diferencia media del puntaje asignado por todos los actores a un planteamiento en particular (Cuadro 17), a partir de la cual fue posible establecer niveles de consenso entre los diversos actores.

Luego se seleccionaron aquellos postulados que tuvieron un grado de consenso de medio a alto en la valoración y se estableció una jerarquía mediante una matriz de comparación de pares (Saaty y Kearns, 1985), utilizando como insumos los pesos otorgados por los participantes de la consulta.

Cuadro 17. Escala de análisis para el nivel de consenso

Valor*	Nivel de consenso
0	Absoluto
Inferior a 1	Casi absoluto
De 1 a 2,9	Alto
De 3 a 4,9	Medio
De 5 a 6,9	Bajo
De 7 a 8,9	Muy bajo
9	Nulo

*Diferencia media del puntaje asignado por todos los consultados a un postulado específico

En la elaboración del cuestionario, se descartó la posibilidad de solicitar una comparación de pares de manera directa por su alta demanda de tiempo, en consecuencia, se estableció una escala de transferencia de los resultados obtenidos (Cuadro 18) de acuerdo a rangos de diferencia en el puntaje asignado a cada postulado según el cuadro 16. Ésta se basó en la escala propuesta por Saaty y Kearns (1985). Consistentemente con lo señalado por dichos autores, para integrar los juicios del grupo completo se calculó la media geométrica de los puntajes asignados por planteamiento.

Cuadro 18. Escala de transferencia para rellenar la matriz de comparación de pares

Diferencia asignada en entrevista*	Importancia de un criterio sobre otro	Valor de transferencia a la matriz
0	Nula	1
1	Baja de uno sobre otro	1,5 ó 1/1,5
2		2 ó 1/2
3	Moderada de uno sobre otro	3 ó 1/3
4	Media de uno sobre otro	4 ó 1/4
5		5 ó 1/5
6	Alta de uno sobre otro	6 ó 1/6
7		7 ó 1/7
8	Muy alta de uno sobre otro	8 ó 1/8
9		9 ó 1/9

*Diferencia del valor de importancia entre dos postulados, asignado por cada entrevistado

Esquema general del estudio

A continuación se presenta un esquema simplificado del enfoque utilizado para la definición de la metodología en forma general, considerando sólo aquellos aspectos que influyen directamente en el tema en estudio:

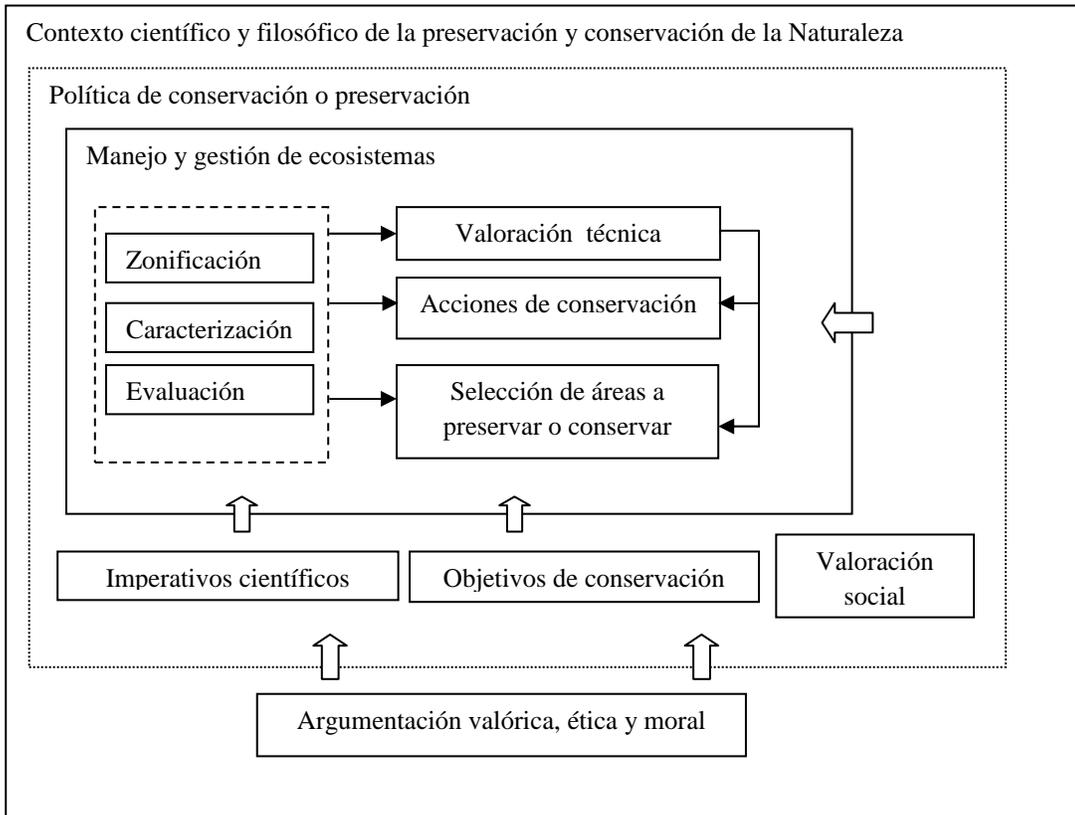


Figura 3. Esquema simplificado del enfoque empleado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Base física y biótica

Entorno biofísico y climático del Parque Pumalín

Siguiendo la delimitación del área de estudio señalada previamente, se llevó a cabo la siguiente caracterización:

Geología y geomorfología: El área de estudio se ubica entre la región central lacustre y del llano glacio-volcánico, y la región patagónica y polar del inlandsis antártico (Börgel, 1983). El paisaje de la zona se ha visto influido por la acción glacial en una gran medida, la cual se ha combinado con el efecto de la actividad volcánica y de la tectónica de placas, generando una topografía quebrada y la penetración de fiordos como Reñihué y Comau (Peralta, 1980; Börgel, 1983; Pinto, 1990).

Lo señalado se ve determinado, en gran medida por algunos rasgos notables como la presencia de la falla Liquiñe Ofqui y de centros volcánicos activos (Hauser, 1997), ubicados dentro del Santuario de la Naturaleza Pumalín, como el Michinmahuida (2.404 m) y el Chaitén (962 m), o en sus alrededores, como es el caso de los volcanes Hornopirén con 1.572 m y Corcovado con 2.300 m (Gastó *et al.*, 2000). A estas características se asocian también, fuentes de aguas termales pertenecientes al ambiente Liquiñe-Ofqui (AFLO), entre las cuales destacan, en el área de estudio, las de Cahuelmó, Porcelana, Chilco, El Peñón, El Amarillo y Michinmahuida (Hauser, 1989; 1997).

Siguiendo los rasgos más notables para la conformación del relieve del área, ésta se puede dividir longitudinalmente en cuatro sectores (Pinto, 1990): Un sector costero, un sector montañoso elevado, un sector angosto y deprimido entre el fiordo Reñihué y el volcán Chaitén, y un sector separado del anterior por un angosto bloque elevado donde se sitúa una angosta depresión. Los materiales que conforman el área incluyen batolito patagónico en casi toda su extensión, materiales paleozoicos en la parte más externa y sedimentos mesozoicos fuertemente plegados en el sector oriental (Fuenzalida, 1965a).

De acuerdo con la información de SERNAGEOMIN (2003) y SERNAGEOMIN-BRGM (1995), las rocas intrusivas abarcan la mayor proporción de la superficie de este sector, siendo originarias del Jurásico al Cretácico (202 a 90 millones de años a.p.) y en menor medida (algunas rocas plutónicas) del Mioceno (18 a 6 millones de años a.p.). En conjunto, forman parte del batolito norpatagónico, que en general, también se compone por granitos, dioritas, granodioritas, tonalitas de hornblenda y dioritas cuarcíferas.

Las rocas metamórficas presentes se asocian al complejo metamórfico Liquiñe y en general incluyen rocas de edades del Devónico al Triásico (408 a 248 millones de años a.p.), con procesos de metamorfismo del Pérmico al Jurásico (286 a 248 millones de años a.p.).

Los materiales más recientes son de origen volcánico y sedimentario; los primeros se componen por complejos volcánicos formados por conos, domos, depósitos piroclásticos y en una menor superficie por secuencias lávicas, cuyas edades van del Pleistoceno al Holoceno (menos de 2 millones de años a.p.); mientras los materiales de origen sedimentario, corresponden en su mayor parte a depósitos aluviales, fluvio-glaciales, coluviales y de remoción en masa, del Pleistoceno al Holoceno, que se asocian a los valles y llanuras. En sectores costeros y de planicies, existen también secuencias sedimentarias marinas litorales y fluviales estuarinas del pleistoceno (2 millones de años a.p.), junto a depósitos litorales del pleistoceno al holoceno.

En el cuadro 19 se resumen las principales unidades geológicas presentes en el área de estudio (SERNAGEOMIN, 2003).

Cuadro 19. Unidades geológicas del área de estudio

Tipo de unidad	Superficie del Santuario de la Naturaleza Pumalín		Superficie del área de estudio	
	Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas	Porcentaje
Rocas intrusivas	174.404	59,7	302.794	56,7
Rocas metamórficas	41.069	14,1	81.384	15,2
Secuencias volcánicas	39.628	13,6	55.679	10,4
Secuencias sedimentarias	21.418	7,7	72.221	13,5
Cuerpos de agua	3.464	1,2	3.808	0,7
Hielo	10.691	3,7	16.700	3,1
Sin Clasificar	423	0,1	1738	0,3
Total	291.097	100	534.324	100

Suelos: Los suelos del área se encuentran en un paisaje que aún no alcanza su equilibrio, donde la acción glacial labró farellones sobre los cuales se depositaron cenizas volcánicas sin anclaje de ningún tipo y que producto de las abruptas pendientes, están sujetas permanentemente a derrumbes y deslizamientos hacia los valles glaciales que cruzan la cordillera (Börgel, 1983; Ahumada *et al.*, 2004).

Estos escasos sectores en que existen procesos de edafogénesis activa, poseen suelos originados a partir de materiales volcánicos de diferente granulometría, entre los cuales se encuentran principalmente trumaos, ubicados en posiciones de lomajes con relieve fuerte,

pero no escarpado. Éstos son suelos profundos, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica (Luzio, 1994).

Hacia el sector sur del área delimitada, principalmente en los ríos Michimahuida, Amarillo y Chaitén se encuentran angostas quebradas, con materiales de gran tamaño y una escasa presencia de terrazas fluviales estrechas. En la cabecera de algunos de estos valles se ubican suelos de texturas finas, sedimentarios y de origen aparentemente lacustre. Hacia el sector norte del área de estudio, existen suelos que se sitúan sobre abundantes fallas geológicas, ocupando valles con rellenos de origen basáltico que fueron arrastrados por mecanismos glaciales y fluviales, donde se depositaron posteriormente materiales finos volcánicos (Ahumada *et al.*, 2004)

Clima: La zona climática en que se inserta el área en estudio presenta un carácter oceánico según la clasificación de Köppen y se encuentra dentro de la región húmeda, lo cual determina la existencia de lluvias homogéneas durante todo el año y de ciertos rasgos templados, aunque con ausencia de período seco estival (Di Castri y Hajek, 1976). A su vez, existe un leve descenso de las temperaturas hacia el sur y durante los meses estivales se presentan vientos del oeste con una gran intensidad (Fuenzalida, 1965b).

De acuerdo con la clasificación bioclimática de Luebert y Pliscoff (2006), basándose en la propuesta de Amigo y Ramírez (1998), el área de estudio se encuentra inserta en el macrobioclima templado, con un tipo de continentalidad hiperoceánico (Rivas-Martínez, 1993; 2008).

Tomando como base los termotipos y ombrotipos identificables en el área de estudio (Rivas-Martínez, 1993; 2008), los principales pisos bioclimáticos definidos en ésta son (Amigo y Ramírez, 1998; Luebert y Pliscoff, 2004): Mesotemplado hiperhúmedo, supratemplado hiperhúmedo, supratemplado ultrahiperhúmedo y orotemplado hiperhúmedo.

La escasez de estaciones meteorológicas impide una clasificación bioclimática exacta para esta zona y el territorio templado en general (Amigo *et al.*, 2007), sin embargo, los datos analizados de la estación Huinay por Soto (2008), verifican las características del macrobioclima templado en el fundo San Ignacio de Huinay y señalan la existencia de una fluctuación de las precipitaciones anuales entre 4500 y 6300 mm, con máximos de lluvias en invierno, temperatura promedio anual de 10,5°C y precipitación en forma de nieve a partir de los 700 metros.

Hidrografía: Entre las cuencas de los ríos Blanco y Puelo, que delimitan el área de estudio por el norte, y la cuenca del río Yelcho, por el sur, es posible identificar 12 cuencas hidrográficas con un régimen mayoritariamente pluvio nival (Cuadro 20). La mayor superficie de Parque Pumalín se encuentra distribuida entre las cuencas de los ríos Vodudahue y Reñihué, el arroyo Ventisquero y el estero Cahuelmó (Gastó *et al.*, 2000)

Además de los cursos principales de cada cuenca, existe un gran número de flujos pequeños que recorren valles y quebradas, provenientes de lagos, lagunas, derretimiento de nieves, deshielos y salidas de mallines. Todos éstos, al igual que muchas caídas de agua temporales, saltos y cascadas, dependen en gran medida de las abundantes precipitaciones de la zona (Gastó *et al.*, 2000).

Cuadro 20. Principales cuencas hidrográficas del Santuario de la Naturaleza Pumalín

Cuenca	Régimen	Área (km ²)
Río Mariquita	Pluvio nival	24,29
Arroyo Ventisquero	Pluvio nival	533,28
Río Cholgo	Pluvio nival	50,32
Río Panquén	Pluvial	20,8
Río Quintupeu	Pluvio nival	83,25
Estero Cahuelmó	Pluvio nival	206,41
Río Vodudahue	Pluvio nival	920,48
Río Pillán	Pluvial	80,9
Río Negro	Pluvio nival	135,42
Río Reñihué	Pluvio nival	488,18
Estero Gonzalo	Pluvial	42,47
Río Rayas o blanco	Pluvio nival	344,5

Fuente: Gastó *et al.* (2000)

Dentro de la superficie del Santuario de la Naturaleza existen 7 lagos y 7 lagunas (Cuadro 21), además de un gran número de pequeños cuerpos de agua sin identificación y en su mayoría inaccesibles por ubicarse en pequeños valles sobre los cerros y montañas (Gastó *et al.*, 2000).

Cuadro 21. Principales cuerpos de agua presentes en el Santuario de la Naturaleza

Sector	Nombre	Superficie (ha)
Fundo Rorohuentro	Laguna Mariquita	64,29
	Laguna Las Mellizas	49,18
	Laguna Verde	2,02
	Laguna Escondida	2,81
	Laguna Chiquita	1,01
Fundo Quintupeu	Lago Abascal	504,74
	Lago Orfa	66,41
	Lago Soledad	8,76
	Laguna Orellana	1,76
Fundo Vodudahue	Laguna Fría	49,94
Fundo Reñihue	Lago Inferior	481,91
	Lago Reñihue	1841,41
Fundo Pumalín y Fundo Los Alerces	Lago Río Negro	318,02
	Lago Río Blanco	228,33

Fuente: Gastó *et al.* (2000)

Flora y vegetación: De acuerdo con la clasificación jerárquica de la vegetación natural de Chile propuesta por Gajardo (1994), que define formaciones vegetacionales potenciales a

partir de criterios fisionómico - ecológicos, se pueden identificar 6 formaciones vegetacionales al interior de los límites del Santuario de la Naturaleza y del área total de estudio (Cuadro 22).

Cuadro 22. Superficie de las formaciones vegetacionales presentes en el área de estudio y en el Santuario de la Naturaleza Pumalín.

Formación	Superficie en Pumalín (ha)	Superficie en área total de estudio (ha)
Región del bosque laurifolio		
Subregión del bosque laurifolio valdiviano		
Bosque laurifolio de Chiloé	58.362,19	112.682,24
Región del bosque andino-patagónico		
Subregión de las cordilleras patagónicas		
Bosque caducifolio altoandino húmedo	98.844,33	172.569,15
Bosque caducifolio de Aysén	1.913,54	10.867,45
Región del bosque siempreverde y de las turberas		
Subregión del bosque siempreverde con coníferas		
Bosque siempreverde andino		
Bosque siempreverde de Puyuhuapi	90.197,06	141.987,45
Bosque siempreverde montano	38.661,37	89.775,31
	3.701,84	6.445,41
Total	291.680,33	534.327,01

Un piso de vegetación representa la respuesta de la vegetación, a través de su fisionomía y especies dominantes, a la influencia del clima en una escala espacio-temporal específica. Luebert y Pliscoff (2004; 2006), identificaron 127 pisos de vegetación a lo largo de Chile, de los cuales 55 pertenecen a la ecorregión valdiviana y 8 se encuentran representados en la superficie del Santuario de la Naturaleza Pumalín. En los cuadros 23, 24, 25 y 26 se presentan los pisos de vegetación identificados para el área de estudio, las especies características de cada estrato y las comunidades representativas; mientras en el cuadro 27, se muestra la superficie abarcada por cada piso en el área total de estudio y en el Santuario de la Naturaleza.

Cuadro 23. Pisos de vegetación del área de estudio asociados al bosque caducifolio

Piso de vegetación	Estrata arbórea	Estrata arbustiva	Comunidades representativas
Templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Drimys andina</i>	<i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga)	<i>Drimys andina</i> , <i>Maytenus magellanica</i> , <i>Empetrum rubrum</i> , <i>Ribes cucullatum</i> , <i>Berberis serratodentata</i>	<i>Nothofagus pumilio</i> - <i>Drimys andina</i> y <i>Nothofagus betuloides</i> - <i>Nothofagus pumilio</i>

(Continúa)

Cuadro 23 (Continuación)

Piso de vegetación	Estrata arbórea	Estrata arbustiva	Comunidades representativas
Templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Berberis ilicifolia</i>	<i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga) y <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes)	<i>Berberis ilicifolia</i> , <i>Escallonia alpina</i> , <i>Berberis serratodentata</i> , <i>Myoschilos oblonga</i> , <i>Maytenus disticha</i>	<i>Nothofagus betuloides</i> - <i>Nothofagus pumilio</i> , <i>Embothrium coccineum</i> - <i>Baccharis obovata</i> y <i>Pernettya mucronata</i> - <i>Chiliodendron diffusum</i>
Templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Ribes cucullatum</i>	<i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga)	<i>Maytenus disticha</i> , <i>Chiliodendron</i> <i>rosmarinifolium</i> , <i>Ribes cucullatum</i> y <i>Pernettya myrtilloides</i> var. <i>nana</i>	<i>Nothofagus pumilio</i> - <i>Ribes cucullatum</i>

Fuente: Luebert y Pliscoff (2004; 2006)

Cuadro 24. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al bosque resinoso de coníferas

Piso de vegetación	Estrata arbórea	Estrata arbustiva	Comunidades representativas
Templado andino de <i>Fitzroya cupressoides</i>	<i>Fitzroya cupressoides</i> (Alerce) y <i>Podocarpus nubigena</i> (Mañío) y <i>Nothofagus nitida</i> (Coihue de Chiloé) o <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes) en el estrato arbóreo intermedio	Estrata arbórea baja y arbustiva: <i>Gevuina avellana</i> , <i>Chusquea macrostachya</i> , <i>Drimys andina</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>Desfontainia spinosa</i> , <i>Ugni molinae</i> y <i>Ugni candollei</i>	<i>Fitzroya cupressoides</i> - <i>Nothofagus betuloides</i> , <i>Fitzroya cupressoides</i> - <i>Tepualia stipularis</i> y <i>Fitzroya cupressoides</i> - <i>Nothofagus nitida</i>

Fuente: Luebert y Pliscoff (2004; 2006)

Cuadro 25. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al bosque siempreverde

Piso de vegetación	Estrata arbórea	Estrata arbustiva	Comunidades representativas
Templado andino de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Saxegothaea conspicua</i>	<i>Nothofagus Dombeyi</i> (Coihue). <i>Saxegothaea conspicua</i> , <i>Podocarpus nubigena</i> , <i>Laureliopsis philippiana</i> y ocasionalmente <i>Weinmannia trichosperma</i> en estratos arbóreos intermedios	<i>Chusquea culeou</i> , <i>Azara lanceolata</i> , <i>Ribes punctatum</i>	<i>Nothofagus dombeyi</i> - <i>Laureliopsis philippiana</i>

(Continúa)

Cuadro 25 (Continuación)

Piso de vegetación	Estrata arbórea	Estrata arbustiva	Comunidades representativas
Templado interior de <i>Nothofagus nitida</i> y <i>Podocarpus nubigena</i>	<i>Nothofagus nitida</i> , <i>Podocarpus nubigena</i> , <i>Eucryphia cordifolia</i> , <i>Laureliopsis philippiana</i> , <i>Drimys winteri</i> , <i>Saxegothaea conspicua</i> , <i>Amomyrtus luma</i> y <i>Weinmannia trichosperma</i>	<i>Tepualia stipularis</i> , <i>Desfontainia spinosa</i> , <i>Pseudopanax laetevirens</i> y <i>Chusquea quila</i>	<i>Nothofagus nitida</i> - <i>Podocarpus nubigena</i> y <i>Nothofagus nitida-Tepualia stipularis</i>
Templado interior de <i>Nothofagus betuloides</i> y <i>Desfontainia spinosa</i>	<i>Nothofagus betuloides</i> , <i>Drimys winteri</i> y <i>Podocarpus nubigena</i>	<i>Desfontainia spinosa</i> , <i>Blechnum magellanicum</i> , <i>Fuchsia magellanica</i> y <i>Pseudopanax laetevirens</i>	<i>Nothofagus betuloides</i> - <i>Podocarpus nubigena</i>

Fuente: Luebert y Pliscoff (2004; 2006)

Cuadro 26. Pisos de Vegetación del área de estudio asociados al herbazal de altitud

Piso de vegetación	Estrata herbácea
Herbazal templado andino de <i>Nassauvia dentata</i> y <i>Senecio portalesianus</i>	<i>Nassauvia dentata</i> , <i>Senecio portalesianus</i> y <i>Senecio tródo</i> , a las cuales se asocian los subarbustos <i>Perezia pedicularifolia</i> , <i>Senecio poeppigii</i> y <i>Berberis empetrifolia</i> , y las herbáceas <i>Saxifraga magellanica</i> , <i>Cardamine glacialis</i> y <i>Nanodea muscosa</i>

Fuente: Luebert y Pliscoff (2004; 2006)

Cuadro 27. Superficie abarcada por los pisos de vegetación presentes en el área de estudio y en el Santuario de la Naturaleza Pumalín.

Piso de vegetación	Superficie en Pumalín (ha)	Superficie en área total de estudio (ha)
Bosque Caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Drimys andina</i>	75.020	127.342
Bosque Caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Berberis ilicifolia</i>	1.807	10.155
Bosque Caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Ribes cucullatum</i>	14.019	23.893
Bosque resinoso templado andino de <i>Fitzroya cupressoides</i>	81.680	127.958
Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Saxegothaea conspicua</i>	49.838	98.670
Bosque siempreverde templado interior de <i>Nothofagus nitida</i> y <i>Podocarpus nubigena</i>	31.487	68.515

(Continúa)

Cuadro 27 (Continuación)

Piso de vegetación	Superficie en Pumalín (ha)	Superficie en área total de estudio (ha)
Bosque siempreverde templado interior de <i>Nothofagus betuloides</i> y <i>Desfontainia spinosa</i>	22.881	48.547
Herbazal templado andino de <i>Nassauvia dentata</i> y <i>Senecio portalesianus</i>	0	355
Total	276.732	505.435

Fuente: Luebert y Pliscoff (2004; 2006)

Fauna: Una de las principales funciones de los ecosistemas naturales es proporcionar hábitats para plantas y animales silvestres, con lo cual contribuyen con la provisión de todos los bienes y servicios ecosistémicos, directa o indirectamente (De Groot *et al.*, 2002). La fauna es el componente que representa una mayor sensibilidad ante las perturbaciones y, simultáneamente, una mayor resiliencia (Klijn y Udo de Haes, 1994; Klijn, 1997; Montes *et al.*, 1998), además de jugar un rol esencial en los flujos de intercambio entre ecosistemas (Bailey, 1985). Los ecosistemas terrestres del Parque Pumalín presentan variados tipos de hábitats para animales silvestres, los cuales se presentan con sus respectivas especies en los cuadros 28, 29 y 30.

Cuadro 28. Mamíferos terrestres presentes en el área de estudio

Orden	Principales especies	Hábitat
Marsupalia:	Monito del monte (<i>Dromiciops gliroides</i>)	Bosques
Quiroptera:	Murciélago orejas de ratón (<i>Myotis chiloensis</i>), murciélago orejón grande (<i>Histiotis macrotus</i>),	Bosques
Rodentia:	Ratón de cola larga (<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>), ratón topo valdiviano (<i>Geoxus valdivianus</i>), ratón oliváceo (<i>Abrothrix olivaceus</i>), ratón lanudo (<i>Abrothrix longipilis</i>), pericote andino (<i>Loxodontomys micropus</i>), rata arbórea chilena (<i>Irenomys tarsalis</i>), coipo (<i>Myocastor coypus</i>), Lauchón austral (<i>Ausliscomys micropus</i>)	Bosques, matorrales y cuerpos de agua (<i>Myocastor coypus</i>)
Carnivora:	Zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>), chingue (<i>Conepatus chinga</i>), quique (<i>Galictis cuja</i>), puma (<i>Puma concolor</i>), güiña (<i>Leopardus oncfelis</i>) guigna, huillín (<i>Lontra provocax</i>) y entre las especies introducidas, el visón (<i>Neovison vison</i>)	Bosques y matorrales
Artyodactyla:	Huemul (<i>Hippocamelus bisulcus</i>), pudú (<i>Pudu puda</i>) y como especie introducida el jabalí (<i>Sus scrofa ferus</i>)	Bosques, praderas, matorrales y estepa.
Lagomorpha:	Especies introducidas de conejos y liebre (<i>Lepus europaeus</i>)	Praderas, matorrales, estepa y bosques.

Fuente: Gastó *et al.* (2000), Chester (2008) e Iriarte (2008)

Cuadro 29. Principales aves presentes en el área de estudio

Orden	Principales especies	Hábitat
Sphenisciformes:	Pingüino de Magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>)	Borde costero, Mar
Pelecaniformes:	Guanay (<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>), yeco (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>), cormorán imperial (<i>Phalacrocorax atriceps</i>)	Borde costero y Fiordos
Ciconiformes:	Bandurria (<i>Theristicus melanopis</i>)	Praderas y estepa.
Ansariiformes:	Canquén (<i>Chloephaga poliocephala</i>), pato cortacorrientes (<i>Merganetta armata</i>), cisne de cuello negro (<i>Cygnus melancoryphus</i>)	Praderas, matorrales, humedales, lagos, lagunas y ríos.
Falconiformes:	Cóndor (<i>Vultur gryphus</i>), jote de cabeza colorada (<i>Cathartes aura</i>), aguilucho (<i>Buteo polyosoma</i>), vari (<i>Circus cinereus</i>), tiuque (<i>Milvago chimango</i>), traro (<i>Caracara plancus</i>), bailarín (<i>Elanus leucurus</i>)	Todos
Charadriiformes:	Gaviota austral (<i>Larus scoresbii</i>), gaviota dominicana (<i>Larus dominicanus</i>), gaviota de franklin (<i>Larus pipixcan</i>), treile o queltehue (<i>Vanellus chilensis</i>),	Borde costero, humedales, praderas y humedales
Psittaciformes:	Cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>), Choroy (<i>Enicognathus leptorhynchus</i>)	Bosques y matorrales
Strigiformes:	Chuncho (<i>Glaucidium nanum</i>)	Bosques, praderas y matorrales
Paseriformes:	Golondrina chilena (<i>Tachycineta meyeni</i>), chucao (<i>Scelorchilus rubecula</i>), hued-hued del sur (<i>Pterotochos megapodius</i>), rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>), churrete (<i>Cinclodes patagonicus chilensis</i>), comesebo grande (<i>Pygarrhichas albogularis</i>), colegial (<i>Lessonia rufa</i>), diucón (<i>Xolmis pyrope</i>), fio-fío (<i>Elaenia albiceps</i>), chercán (<i>Troglodytes musculus</i>), zorzal (<i>Turdus falklandii</i>), yal (<i>Phrygilus fruticeti</i>), cometocino de gay (<i>Phrygilus gayi</i>), chirihue (<i>Sicalis luteola</i>)	Bosques, praderas, matorrales, lagos, lagunas y ríos
Apodiformes:	Picaflor chico (<i>Sephanoides sephanoides</i>)	Bosques y matorrales
Piciformes:	Carpintero (<i>Campephilus magellanicus</i>), pitío (<i>Colaptes pitius</i>)	Bosques
Coraciformes:	Martín pescador (<i>Ceryle torquata</i>)	Lagos, lagunas y ríos

Fuente: Gastó *et al.* (2000), Jaramillo (2005) y Chester (2008)

Cuadro 30. Principales reptiles y anfibios presentes en el área de estudio

Orden	Principales especies	Hábitat
Squamata:	Lagartija pintada (<i>Liolaemus pictus</i>)	Bosques, matorrales y renovales.
Anura:	Sapo variegado (<i>Nannophryne variegata</i> [<i>Bufo variegatus</i>]), rana moteada (<i>Batrachyla leptopus</i>), sapito de antifaz (<i>Batrachyla taeniata</i>), rana jaspeada (<i>Batrachyla Antartandica</i>), <i>Eupsophus calcaratus</i> , sapito de cuatro ojos (<i>Pleuroderma thaul</i>), sapito vaquero (<i>Rhinoderma darwini</i>) y rana grande chilena (<i>Calyptocephalella gayi</i>)	Bosques, lagunas, humedales y ríos.

Fuente: Mella (2005), Chester (2008) y Rabanal y Núñez (2009)

A los hábitats ya mencionados, se suman los fiordos que rodean al parque y el golfo de Ancud, que son ecosistemas de intercambios complejos de elementos bióticos y abióticos con aquellos directamente protegidos por el Santuario de la Naturaleza Pumalín y que se encuentran seriamente amenazados por actividades como la acuicultura, tanto para la producción de choritos (*Mytilus chilensis*), como de salmonídeos (Viddi, 2004). En estos ecosistemas habitan las siguientes especies de mamíferos marinos:

Cuadro 31. Mamíferos de hábitats marinos de las costas del área de estudio.

Orden	Principales especies	Hábitat
Carnívora:	Lobo de un pelo (<i>Otaria flavescens</i>), chungungo (<i>Lontra felina</i>), delfín chileno (<i>Cephalorhynchus eutropia</i>), delfín austral (<i>Lagenorhynchus australis</i>), orca (<i>Orcinus orca</i>)	Fiordos Comau, Reñihue y Golfo de Ancud

Fuente: Gastó *et al.* (2000), Viddi (2004) y Chester (2008)

Historia ecológica reciente

Biogeografía: Estudios palinológicos y estatigráficos (Villagrán, 1985; Abarzúa *et al.*, 2004) sugieren que, para la región en que se sitúa el área de estudio, existieron condiciones frías-templadas y húmedas entre los 14.000 y los 10.000 años a.p., seguidas, entre los 10.000 y los 7.000 años a.p., por condiciones más tibias y secas que las actuales, que permitieron el establecimiento de elementos termófilos del bosque valdiviano. Posteriormente, desde los 5.800 años a.p., habría ocurrido un enfriamiento e incremento de las precipitaciones que se vio acompañado de una expansión de los bosques norpatagónicos de coníferas y de la inclusión del género *Nothofagus*.

Lo señalado anteriormente, permitió la conformación de un mosaico vegetacional, con un gradiente altitudinal que no ha sufrido mayores variaciones por efectos climáticos durante los últimos 3.000 años (Abarzúa *et al.*, 2004; Solari, 2007). Sin embargo, la antropización del medio que ha venido ocurriendo en esta región ha logrado modificar la estructura de la vegetación, los ecosistemas y el paisaje en general, como resultado de diversos procesos culturales y perturbaciones como el fuego o la tala (Solari, 2007).

Ocupación y perturbaciones antrópicas: Los primeros grupos humanos en llegar a la zona fueron Cuncos de Chiloé, Chonos del Archipiélago y Poyas del sector cordillerano, los cuales obtenían recursos principalmente marinos y utilizaban algunos sectores de los valles como espacio de tránsito o contacto, en especial aquellos con aguas termales (Ramírez, 1996; Gastó *et al.*, 2000). Estas actividades no significaron mayores impactos en los ecosistemas terrestres del área, ya que desconocieron la explotación maderera (Gastó *et al.*, 2000).

Con la entrada hispana, y una vez fundado el fuerte de Calbuco, en el siglo XVII, se inició la explotación del Alerce (*Fitzroya cupressoides*) como una de las actividades más importantes de Chiloé, lo cual movilizaba a españoles y mestizos hacia la zona de “Chiloé Continental”, agotando lentamente las poblaciones costeras de esta especie, particularmente en el Seno de Reloncaví (Ramírez, 1996), límite norte del área de estudio. En forma

paralela, se extraían ejemplares de Mañío (*Podocarpus nubigena*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), Tapa (*Laureliopsis philippiana*), Luma (*Amomyrtus luma*), Maqui (*Aristotelia chilensis*) y Tepu (*Tepualia stipularis*), que fueron agotándose a medida que la llegada de distintos grupos hacía crecer la población de la isla (Ramírez y Folchi, 1999).

La búsqueda de la Ciudad de los Césares, fue el principal motivo por el que se dieron a conocer bosques adultos de Alerce de los valles de Vodudahue y Reñihue, y los senderos habilitados para su búsqueda sirvieron, a fines del siglo XVII, para la explotación de estas poblaciones de coníferas, cuando ya se había terminado con los bosques costeros más accesibles (Ramírez, 1996; Ramírez y Folchi, 1999)

Esta situación perduró de la misma forma hasta cerca de 1920, cuando se inicia la colonización de Vodudahue y Chaitén, y desde 1930, del valle de Reñihué, tanto por habitantes de la isla de Chiloé, como por familias expulsadas de la faja fronteriza de Argentina (Ramírez y Folchi, 1999; Gastó *et al.*, 2000). Los nuevos habitantes de los valles viajaban a la isla para comercializar madera y leña de las especies ya nombradas, además de despejar los terrenos para la agricultura de subsistencia (Gastó *et al.*, 2000).

Posteriormente a lo señalado, existieron nuevos intentos fallidos de colonización de sectores de los valles, para los cuales incluso se llevó a cabo el roce de bosques para despejar los terrenos. A esto se suma la llegada de empresas forestales que empujaron a colonos a cortar e incendiar poco a poco los bosques de los valles interiores (Ramírez y Folchi, 1999).

Todo lo mencionado, ha llevado a que en los valles se presente un bajo potencial agrícola; que exista una menor cohesión en los materiales que conforman el suelo, provocándose derrumbes y erosión; y a que las poblaciones de *Fitzroya cupressoides* en particular, actualmente se encuentren refugiadas en los sectores montañosos, luego de la explotación de poblaciones milenarias como las que habrían existido en el valle de Vodudahue (Ramírez, 1996).

Factores de control y procesos biofísicos de los ecosistemas

Los componentes que caracterizan a los ecosistemas del área de estudio poseen una amplia diversidad de relaciones, asociadas a procesos ecosistémicos y dominadas por factores de control particulares, que se expresan en la figura 4. Para estas variables se distinguieron escalas espaciales indicativas de zonificación y escalas temporales de los factores y procesos de los ecosistemas (Cuadro 32), ajustando al contexto analizado las propuestas de Klijn y Udo de Haes (1994), Montes *et al.* (1998), Mardones (2006) y Borja *et al.* (2008).

En la figura 4, tomando al área total de estudio como un gran ecosistema, se pueden distinguir dos subsistemas principales: Natural (biótico y abiótico) y antrópico (artificial).

El subsistema natural abiótico se divide a su vez en las dos unidades principales de la geomorfología del área, que corresponden al sector costero y al sector montañoso (Pinto, 1990), los cuales se constituyen por unidades funcionales y estructurales más básicas que interactúan con los elementos de los demás subsistemas. El subsistema natural biótico se representa, en este caso, a partir de aquellos elementos relevantes para la zonificación, es decir, vegetación y fauna, subestimando por efectos de escala, la amplitud real del medio biótico. El subsistema antrópico o artificial, se compone en el área de estudio, por los elementos asociados a la agricultura y la ganadería, junto con la infraestructura ligada a los asentamientos humanos y su conectividad.

A macroescala, el control sobre los patrones de los ecosistemas se encuentra dado por las grandes formas del relieve y por características macroclimáticas que pueden ser determinadas por la latitud (Bailey, 1985; 1987). Para el caso de estudio, los factores de control de carácter climático influyen sobre las precipitaciones, la radiación solar, la temperatura y la evaporación, mientras que las grandes formas del relieve se encuentran determinadas por la orogénesis, expresada en el levantamiento orográfico y el hundimiento tectónico del sector costero. Las relaciones de este nivel se representan como variables externas del sistema, corresponden a una escala espacial de tipo regional (1:1.000.000) y sus procesos ecológicos se pueden asociar a cambios graduales de cientos de miles de años.

A mesoescala, las características climáticas se ven modificadas por las geoformas (topografía y geología), las pendientes y los factores que influyen en los ciclos hidrológicos y los pisos bioclimáticos (Bailey, 1985; 1987; Mardones, 2006). Éstos determinan a su vez, los procesos de formación de suelos y del relieve (Balance morfogénesis - edafogénesis), junto con regular los ciclos hidrológicos a nivel de cuencas. Las principales relaciones que se identifican en este nivel corresponden a los flujos de materiales, materia orgánica y agua. La escala de zonificación puede ir, dependiendo de los factores a representar, desde 1:100.000 hasta 1:500.000, mientras la escala temporal de sus procesos es variable, tratándose de cambios graduales (de decenas a cientos de miles de años) a cambios estacionales y a perturbaciones.

Al evaluar los ecosistemas a microescala, los principales factores de control son las características del suelo y su interacción con la estructura de la vegetación, lo cual tiene efectos sobre las sucesiones ecológicas y los ciclos de nutrientes. Uno de los principales patrones espaciales controlados por dichos factores corresponde a las comunidades o asociaciones de plantas (Bailey, 1985; 1987; Gajardo, 1994). Las relaciones que se pueden distinguir en este orden escalar son diversas e incluyen perturbaciones a las que se han visto sometidos los bosques de la zona, como la extracción de leña e incendios, y cambios que pueden ser, dependiendo del caso, estacionales o graduales (de cientos a miles de años), entre los que se incluyen relaciones variables según aspectos como la cobertura, estructura y fisionomía de la vegetación. La escala de zonificación para los ecosistemas de este nivel va de 1:50.000 a 1:100.000.

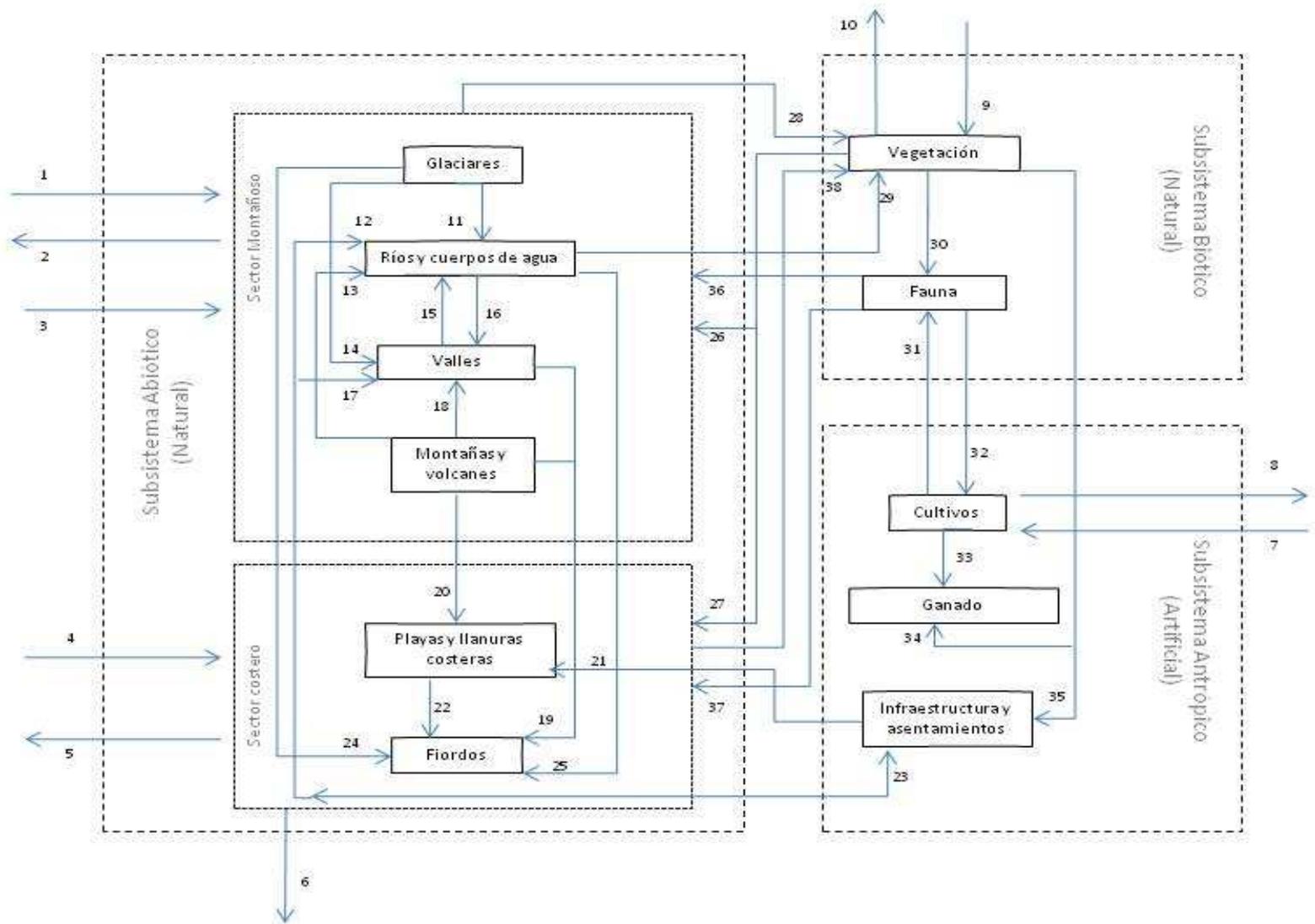


Figura 4. Representación de los procesos y relaciones ecológicas de los ecosistemas del parque

Cuadro 32. Listado de procesos y factores de control de los ecosistemas del Parque Pumalín

Escala espacial de zonificación	Factor de control	Procesos	Escala temporal	Relaciones	
1:1.000.000	Clima	Macro-climáticos (Cambio climático)	Cambio gradual	1, 4 y 7	Precipitaciones/ Radiación solar/Temperatura
				2 y 5	Evaporación
1:250.000 a 1:500.000	Macromodelado	Orogénesis	Cambio gradual	3	Levantamiento orográfico
				6	Hundimiento tectónico
1:250.000 a 1:500.000	Mesomodelado (Topografía)	Morfogénesis	Cambio gradual	15	Extracción de material
				14, 18, 19, 20, 22 y 24	Transporte de material
1:100.000 a 1:250.000	Basamento Geológico	Edafogénesis	Cambio gradual	13, 16, 17, 18, 20, 21, y 25	Transporte de material
	Pendientes			17 y 23	Extracción y aporte de material
	Pisos bioclimáticos	Regulación de ciclos hidrológicos	Perturbación	12	Extracción y transporte de agua
	Ciclo hidrológico a nivel de cuenca		Cambio estacional	9	Precipitaciones/ Radiación solar/Temperatura
1:50.000 a 1:100.000	Vegetación y suelos	Sucesión ecológica y ciclos de nutrientes	Perturbación Cambios estacionales y graduales	10 y 8	Evapotranspiración
				11	Derretimiento glaciar
				25	Aporte hídrico
				35	Extracción de Leña e incendios
				29	Hidratación
				32, 36 y 37	Hábitat
30, 31, 33 y 34	Alimentación				
				22, 25, 26, y 27	Aporte de nutrientes
				28 y 38	Extracción de nutrientes

Fuente: Elaboración propia a partir de Bailey (1985; 1987), Klijn y Udo de Haes (1994), Montes *et al.* (1998), Mardones (2006) y Borja *et al.* (2008)

Ecosistemas del Parque Pumalín

En consistencia con el análisis sistémico de la ecología del área estudio, se puede distinguir un ecosistema a macroescala correspondiente a la cordillera norpatagónica de clima templado hiperoceánico (Fuenzalida, 1965a; Börgel, 1983; Luebert y Pliscoff, 2004; 2006; Rivas-Martínez, 1993; 2008), el cual no fue zonificado por representar un dominio superior a los límites espaciales de este estudio. Dentro del área, este gran ecosistema se puede dividir en un sector costero y un sector montañoso elevado (Pinto, 1990). El primero se encuentra formado por playas y llanuras sedimentarias (fluviales y litorales) y de depósitos volcánicos; mientras el segundo, abarca las montañas del batolito norpatagónico, del complejo metamórfico Liquiñe y de depósitos volcánicos, junto con los valles aluviales, fluvio-glaciales y volcánicos. Estas subdivisiones corresponden a ecosistemas cuyo origen y funcionamiento se encuentra dominado por factores de control a mesoescala y su zonificación corresponde a una escala espacial de 1:250.000.

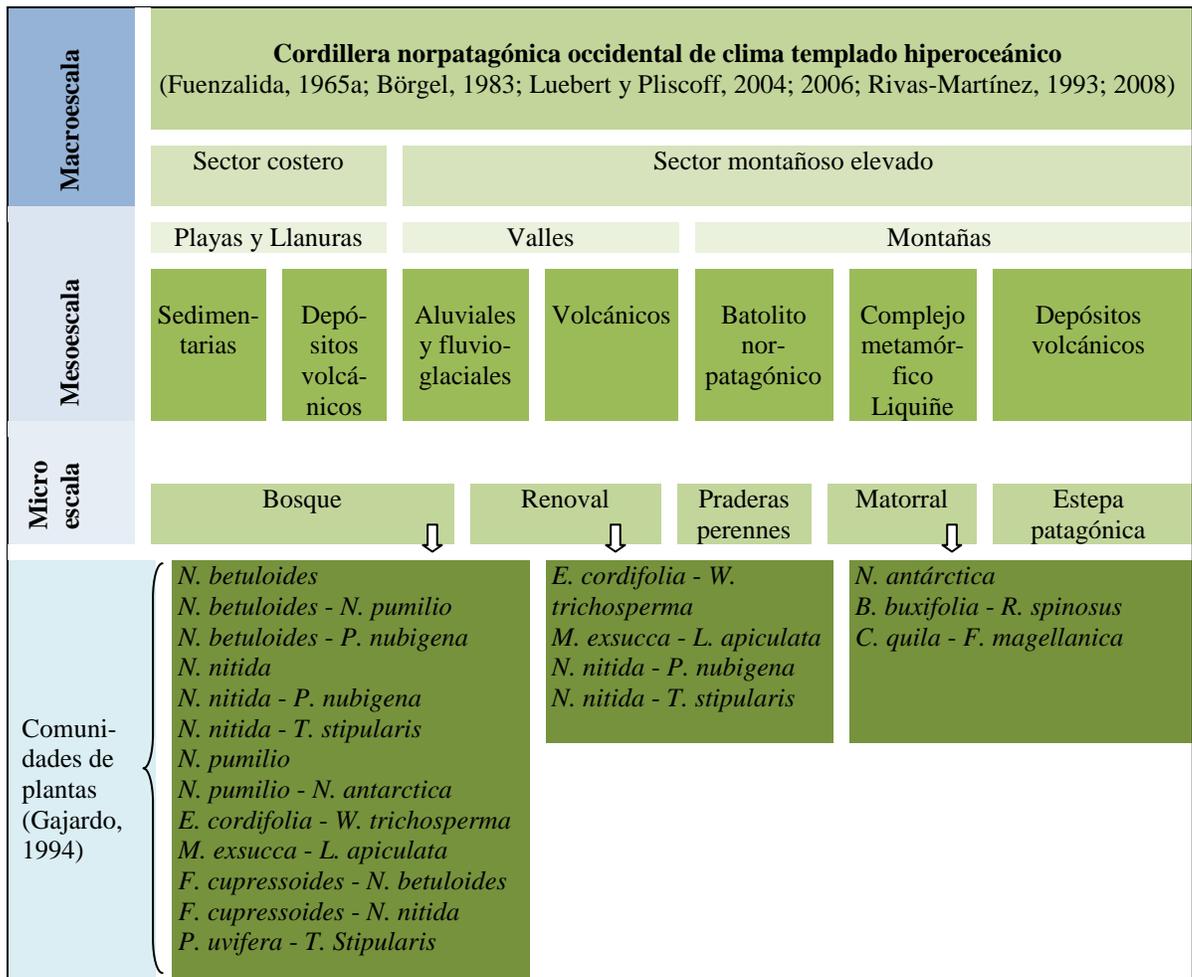


Figura 5. Estructura jerárquica de los principales ecosistemas del área de estudio

A microescala, la mayor parte de la superficie estudiada corresponde a zonas cubiertas con vegetación, entre las cuales se encuentran bosques, renovales, matorrales, praderas perennes y estepa patagónica. Los tres primeros tipos mencionados se subdividen en una serie de comunidades o asociaciones de plantas (Gajardo, 1994). Todos estos ecosistemas fueron zonificados a partir de la cartografía generada por CONAF-CONAMA-BIRF (1999) a escala 1:50.000. A éstos se agrega un conjunto de ecosistemas zonificados a la misma escala, pero que no necesariamente poseen el mismo dominio de factores de control, entre los cuales se encuentran: Nieves, glaciares, cuerpos de agua dulce, afloramientos rocosos, cajas de ríos, ñadis herbáceos y arbustivos, corridas de lava y escoriales, entre otros.

En la figura 5 se presenta la estructura jerárquica de los ecosistemas zonificados con los rasgos más característicos de cada orden escalar. A partir de ésta se zonificaron 9 unidades (excluyendo glaciares y cuerpos de agua) a mesoescala (Figura 6), controladas por factores morfo y edafogenéticos principalmente, y 43 ecosistemas a microescala, cuyo listado se muestra en el cuadro 33, y su zonificación en las figuras 7 y 8, para Pumalín Sur y Norte, respectivamente, y en el Anexo 1 para el área total de estudio.

Cuadro 33. Ecosistemas zonificados a microescala en el área total de estudio

Número	Ecosistema	Superficie en el área de estudio (ha)	Superficie en el Santuario de la Naturaleza (ha)
1	Afloramientos rocosos	9.232,91	6.176,54
2	Bosque achaparrado de <i>N. betuloides</i>	10.879,21	3.353,17
3	Bosque achaparrado de <i>N. betuloides</i> - <i>N. pumilio</i>	12.121,96	9.010,95
4	Bosque achaparrado de <i>N. nitida</i>	5.065,74	2.633,57
5	Bosque achaparrado de <i>N. nitida</i> - <i>T. stipularis</i>	9.528,04	6.268,38
6	Bosque achaparrado de <i>N. pumilio</i>	3.835,61	1.367,54
7	Bosque achaparrado de <i>N. pumilio</i> - <i>N. antarctica</i>	21.983,64	14.072,24
8	Bosque de <i>E. cordifolia</i> - <i>W. trichosperma</i>	4.690,86	2.972,14
9	Bosque de <i>F. cupressoides</i> - <i>N. betuloides</i>	70.212,46	38.612,41
10	Bosque de <i>F. cupressoides</i> - <i>N. nitida</i>	43.700,95	36.908,77
11	Bosque de <i>M. exsucca</i> - <i>L. apiculata</i>	1.618,03	0
12	Bosque de <i>N. betuloides</i>	3.282,89	1.910,21
13	Bosque de <i>N. betuloides</i> - <i>N. pumilio</i>	3.577,85	2.830,73
14	Bosque de <i>N. betuloides</i> - <i>P. nubigena</i>	18.915,47	10.182,78
15	Bosque de <i>N. nitida</i>	7.745,09	2.546,63
16	Bosque de <i>N. nitida</i> - <i>P. nubigena</i>	107.135,84	49.694,11
17	Bosque de <i>P. uvifera</i> - <i>T. stipularis</i>	13.130,61	7.022,91
18	Renoval de <i>E. cordifolia</i> - <i>W. trichosperma</i>	3.057,21	1.749,22
19	Renoval de <i>M. exsucca</i> - <i>L. apiculata</i>	1.157,04	0
20	Renoval de <i>N. nitida</i> - <i>P. nubigena</i>	5.101,32	1.419,41
21	Renoval de <i>N. nitida</i> - <i>T. stipularis</i>	5.382,10	2.520,46
22	Matorral de composición heterogénea	13.397,25	3.373,05
23	Matorral arborescente de <i>B. buxifolia</i> - <i>R. spinosus</i>	432,53	0
24	Matorral arborescente de <i>N. antarctica</i>	220,54	0
25	Matorral de <i>C. quila</i> - <i>F. magellanica</i>	621,72	78,79
26	Praderas perennes	1890,52	57,37
27	Estepa patagónica	231,16	31,19

(Continúa)

Cuadro 33 (Continuación)

Número	Ecosistema	Superficie en el área de estudio (ha)	Superficie en el Santuario de la Naturaleza (ha)
28	Hielo y glaciares	19.538,11	10.895,68
29	Humedales	817,78	360,91
30	Marismas herbáceas	415,92	187,98
31	Nieves	104.037,77	54.056,2
32	Ñadis herbáceos y arbustivos	735,82	49,34
33	Playas y depósitos litorales actuales	1.433,24	55,33
34	Ríos	947,65	505,47
35	Terrenos sin vegetación	1.763,73	1001,63
36	Terrenos sobre límite vegetacional	2.631,44	349,8
37	Turbales	29,31	0
38	Vegetación herbácea en orilla	376,84	153,57
39	Cajas de ríos	1.305,58	427,78
40	Centros poblados	89,19	0
41	Corridas de lava y escoriales	1.263,30	742,64
42	Cuerpos de agua	5.686,24	4.342,9
43	Derrumbes sin vegetación	750,51	325,05
44	Sin información	14.356,08	13.433,51
Área total		534.327,02	291.680,31

Tanto el procedimiento como el resultado de la zonificación, son comparables a otras 3 aproximaciones metodológicas similares. La primera de ellas, realizada por Mardones (2006) en la zona andina de la región del Bío Bío, Chile y las 2 restantes, llevadas a cabo en Andalucía, España, específicamente en el territorio del Parque Nacional Doñana (Montes *et al.*, 1998) y de las vegas y marismas de Guadimar (Borja *et al.*, 2008), en la misma región.

El primer aspecto distinguible entre ésta y las demás zonificaciones, corresponde a los órdenes escalares utilizados. En el caso de la región del Bío Bío se clasificaron las escalas de ecorregión (1:1.000.000), considerando las dinámicas macroclimáticas y geoestructurales, de ecodistrito (1:500.000), como expresión de procesos geomorfológicos y condiciones mesoclimáticas; y de ecoserie (1:250.000), en función de procesos de formación de suelos y del balance entre edafogénesis y morfogénesis, estimado en forma análoga al riesgo de erosión.

En las clasificaciones de ecosistemas en Andalucía, los niveles zonificados fueron Ecodistrito (1:450.000), a partir del modelado, la red hidrográfica, la caracterización litológica y las condiciones mesoclimáticas; ecosección (1:400.000), expresado en los procesos que dan cuenta de la evolución y origen de las formaciones superficiales; y ecotopo (1:40.000), considerando comunidades biológicas, a partir de sectores delimitados según meso y micromodelado.

Para los ecosistemas zonificados en Parque Pumalín no se utilizó alguna nomenclatura en particular. Sin embargo, las 3 escalas adoptadas se pueden homologar a ciertas características consideradas por las clasificaciones citadas. A macroescala, el ecosistema

señalado corresponde en su definición, al propuesto para la región del Bío Bío a escala de ecorregión, ya que considera procesos de la misma naturaleza.

A mesoescala, también existe similitud con los ecodistritos definidos en el estudio de dicha zona, aunque para aquella se estableció una división entre media y alta montaña, como expresión de diferencias mesoclimáticas, mientras que en Pumalín se realizó una distinción a partir de la litología y el origen de las geoformas, entendiéndose que los cambios climáticos a dicha escala se asocian a las restricciones térmicas dadas por la altura, que se ven reflejadas en la existencia de nieves y glaciares, también consideradas en la zonificación. Con respecto a Doñana y Guadiamar, este nivel jerárquico tendría correspondencia con el tipo de procesos utilizados en la definición de ecodistritos y ecosecciones, como una combinación de atributos de ambos niveles, aunque existen diferencias evidentes en los factores de control seleccionados, debido a que los ecosistemas analizados en esos sectores se componen mayoritariamente por marismas, vegas, dunas y llanuras, en contraste con el sector, principalmente cordillerano, estudiado en este caso.

A microescala, no existe correspondencia con alguna categoría de las utilizadas por Mardones (2006). En este caso, las mayores similitudes se hallan con los ecotopos definidos para el territorio andaluz, en los que se combinan comunidades biológicas con características del sustrato. Si bien, para Pumalín se tomaron en cuenta las asociaciones vegetales de forma aislada, se consideró que este tipo de unidades expresan por sí mismas las características del sustrato y las condiciones microclimáticas, que son representadas entonces, como atributos implícitos en la zonificación.

En las demás clasificaciones, existen procesos y factores de control señalados explícitamente en la definición de ecosistemas, de los cuales, el que más se aproxima a este estudio es el balance entre edafogénesis y morfogénesis, utilizado para la zona andina del Bío Bío. En tal clasificación, este factor determina en forma directa el patrón espacial identificado en las ecoseries, a diferencia de la aproximación adoptada para Pumalín, en donde se consideraron aspectos relevantes para su definición, como el basamento geológico, la cobertura vegetal, la altitud y la pendiente (ambas implícitas en la definición de las unidades geomorfológicas), pero sin estimar un índice que permitiera abordar la magnitud de tales factores, ni una distinción espacial explícita de éstos.

Al igual que en la definición de los ecosistemas, entre ésta y las demás zonificaciones analizadas, existen diferencias en la información utilizada. En este sentido, las clasificaciones elaboradas en España se realizaron mediante la recolección de información en terreno y de fotointerpretación a partir de fotografías aéreas e imágenes satelitales de mayor resolución que el material disponible para este estudio y el efectuado en Bío Bío, lo que determina una mayor exactitud en los resultados. A pesar de estas desventajas, la comparación general entre estas clasificaciones da cuenta de la inexistencia de límites estrictos en este tipo de zonificaciones y de que su definición es dependiente del tipo de ecosistema general tomado como base, de la información disponible y de las técnicas de

levantamiento cartográfico utilizadas, atributos que influyen en la mayoría de las diferencias mencionadas previamente.

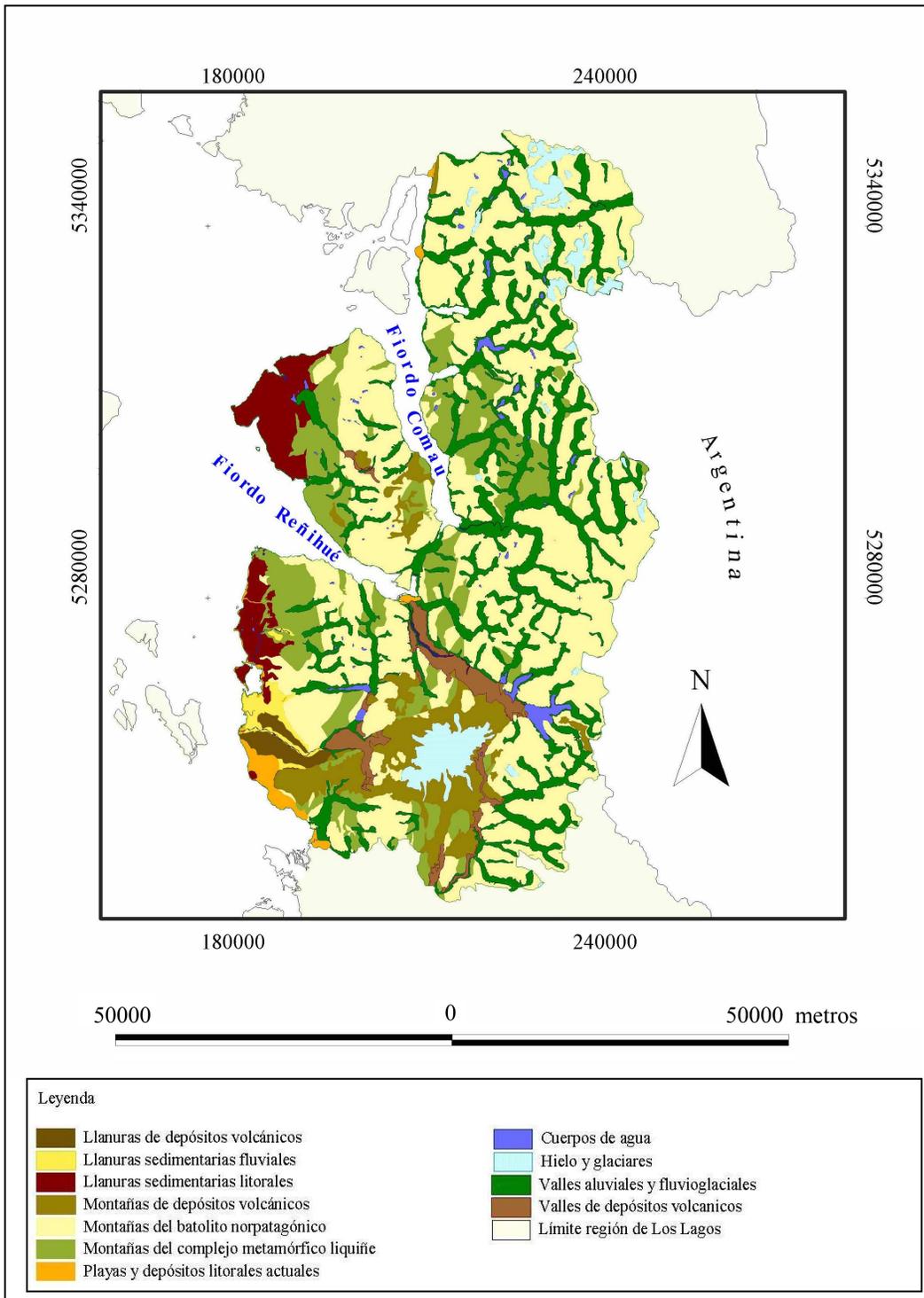


Figura 6. Unidades zonificadas a mesoescala en el área total de estudio

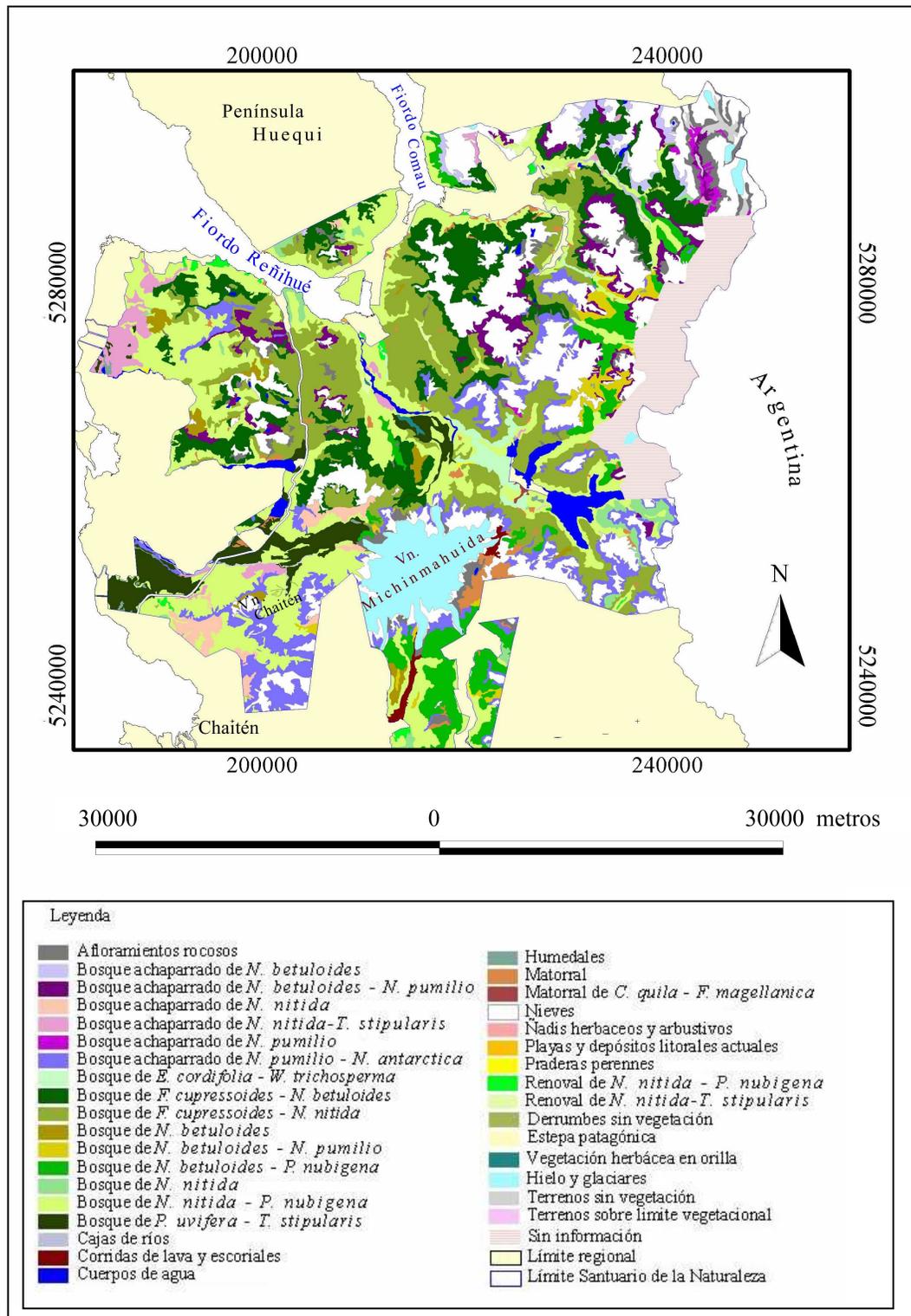


Figura 7. Ecosistemas zonificados a microescala en Pumalín Sur

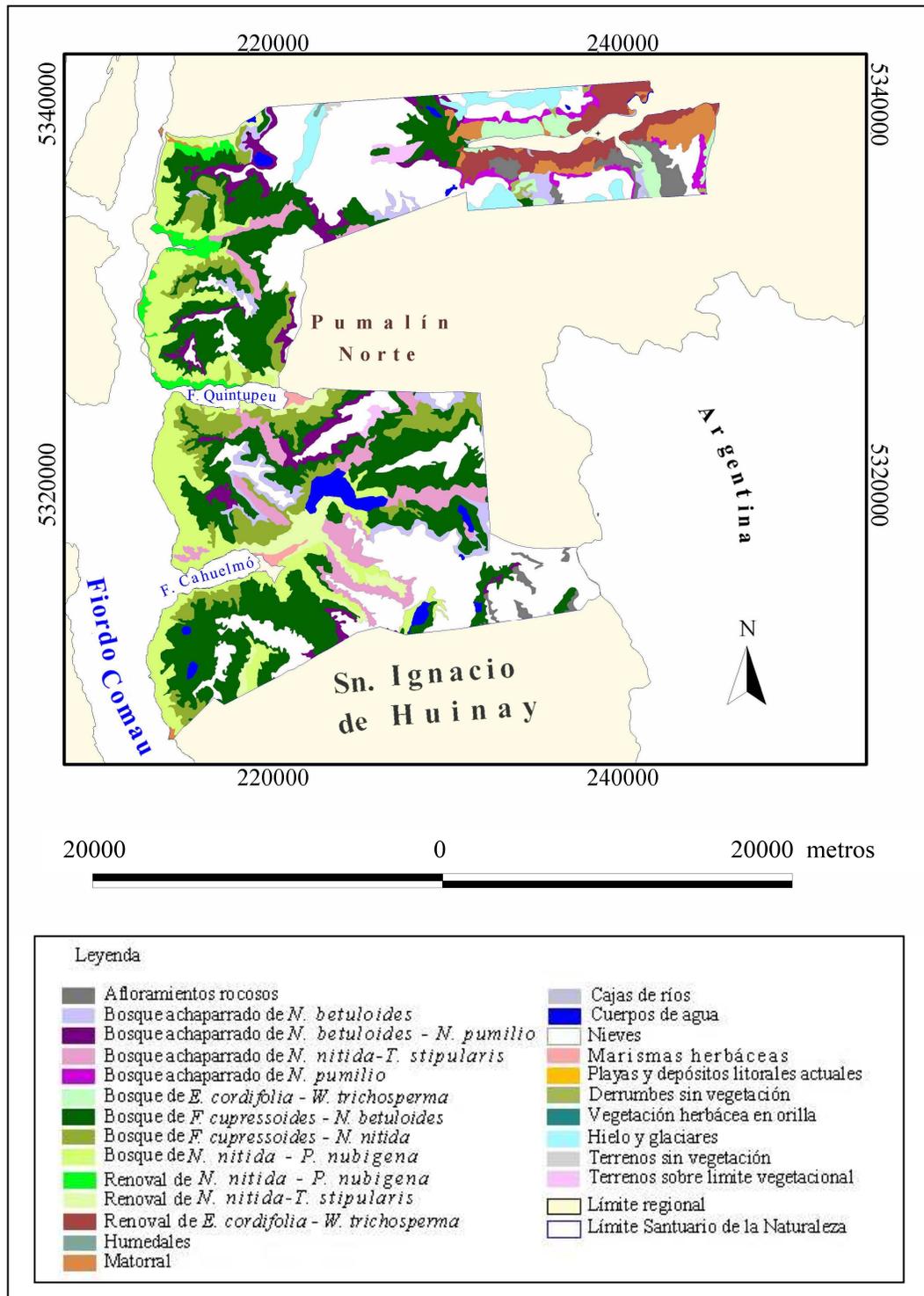


Figura 8. Ecosistemas zonificados a microescala en Pumalín Norte

A partir de la zonificación a mesoescala, a continuación se realiza una descripción general de las unidades presentes en el Santuario de la Naturaleza Pumalín.

Montañas

La mayor parte de la superficie del Santuario de la Naturaleza Pumalín (219.606 ha) corresponde a montañas insertas en la cordillera patagónica, la cual se sostiene sobre fallas geológicas orientadas longitudinalmente (Fuenzalida, 1965a), entre las cuales destaca la falla Liquiñe - Ofqui (Hauser, 1989; 1997). A gran escala, estas unidades se ven dominadas por el levantamiento orográfico y presentan un paisaje que ha sido modelado por la tectónica de placas y el avance hacia el oeste de cordones andinos orientales (Börgel, 1983).

En términos generales, en los ecosistemas montañosos existe un intercambio activo de materiales que puede ser causado por la erosión, las corrientes de aire, el agua, el arrastre de materia orgánica y finalmente por la fauna (Bailey, 1985). Por otra parte, es posible encontrar ecosistemas zonales y azonales, que responden a factores de control diferentes (Bailey, 1987; Luebert y Pliscoff, 2004). En el caso del Santuario de la Naturaleza Pumalín, los primeros incluyen a los bosques, matorrales, renovales y aquellas comunidades vegetacionales ubicadas a menor altura; mientras los azonales, incluyen ecosistemas dominados por factores térmicos asociados a la altura, como los glaciares, nieves y altas cumbres sin vegetación, y otros controlados por las características del sustrato, las formas del relieve, los sedimentos o las perturbaciones a distintas escalas, entre los cuales es posible incluir humedales, corridas de lava, escoriales, y afloramientos rocosos.

La conformación geológica de las montañas se asocia a los factores mencionados que han modelado el paisaje. Esta composición determina, en conjunto con otros factores, el potencial erosivo, morfogenético y edafogenético que presentan los ecosistemas a esta escala (Mardones, 2006), y permite definir, tomando como base la información entregada por SERNAGEOMIN (2003), 3 tipos distintos de unidad para el área en estudio: montañas del batolito norpatagónico, del complejo metamórfico Liquiñe y de depósitos volcánicos (Cuadro 34).

Cuadro 34. Principales unidades de montañas dentro de los límites del Santuario de la Naturaleza Pumalín

Unidad	Superficie (ha)
Montaña del batolito norpatagónico	146.477,36
Montaña del complejo metamórfico Liquiñe	34.298,67
Montaña de depósitos volcánicos	27.934,97
Hielo y glaciares	10.895,68
Total	219.606,68

Entre los ecosistemas dominados por factores de control y procesos a microescala, la mayor superficie de las montañas ubicadas dentro de los límites del Santuario de la Naturaleza

corresponde a bosques, entre los cuales destacan las comunidades de *Fitzroya cupressoides*, acompañado de *Nothofagus nitida* en las laderas medias y de *Nothofagus betuloides* en las altitudes superiores. En conjunto, estas asociaciones abarcan el 25% de la superficie de montañas existentes en Pumalín.

En los sectores bajos, la asociación más común es el bosque de *Nothofagus nitida* - *Podocarpus nubigena*, que se distribuye bordeando los fiordos Comau y Reñihué, y la mayoría de los valles presentes en el área. Esta comunidad se presenta ampliamente distribuida en los sectores montañosos bajos de la cuenca del río Pillán, entre el monte Gonzalo y el morro González, y en el cordón Chaitén. En total, representa cerca del 15% de la superficie montañosa del Santuario.

En el sector de Pumalín norte, destaca la existencia de bosques achaparrados de *Nothofagus betuloides* en el límite vegetacional, el cual se ve acompañado, en algunas situaciones, de *Nothofagus pumilio* a medida que se avanza hacia el sur, siendo esta última comunidad, particularmente dominante en las zonas altas de los cordones montañosos que bordean la cabecera del valle del río Vodudahue (Cerro Tres Marías, Cordón Tres Comadres y cerros aledaños al Cajón Los Redupes).

El resto de la superficie montañosa presente en Pumalín se encuentra formada en gran parte por nieves (23%), por un mosaico de comunidades de plantas de composición heterogénea y, en una pequeña proporción, por sectores sin cobertura vegetacional.

Valles

Los valles presentes al interior de Parque Pumalín, prácticamente completan la superficie restante del área, con 61.527 ha. El paisaje en los valles es monticulado, modelado mayoritariamente por la acción glacial, a lo cual se agregan formaciones locales fluviales y de detritus de falda que forman abanicos pronunciados en los sectores más inclinados (Peralta, 1980). En su parte inferior son amplios, entre las montañas se abren valles colgantes en sectores intermedios y valles glaciales en los puntos más altos, donde se presentan estrechos conductos modelados por los cursos de agua (Fuenzalida, 1965a).

Para efectos de la zonificación, se han distinguido dos unidades: valles aluviales - fluvio-glaciales, y valles volcánicos (Cuadro 35), ambos con antigüedad inferior a los 2 millones de años. Al interior de los primeros, los materiales son de diverso origen, comprendiendo la heterogeneidad y distribución ya descritas de los valles más comunes en el área. Los valles volcánicos, en cambio, se componen de lavas basálticas y depósitos piroclásticos andesítico-basálticos (SERNAGEOMIN, 2003), con una distribución acotada al valle del río Reñihué y al nacimiento de los ríos Rayas, Blanco y Negro, al norte del volcán Chaitén.

Cuadro 35. Principales unidades de los valles del Santuario de la Naturaleza

Unidad	Superficie (ha)
Valles aluviales - fluvio-glaciales	51.445,65
Valles volcánicos	10.081,71
Total	61.527,36

Los ecosistemas a microescala presentes en los valles de Parque Pumalín se encuentran conformados mayoritariamente por bosques de *Nothofagus nitida* y *Podocarpus nubigena* (27% de la superficie), distribuidos en situaciones ambientales diversas de la mayoría de los valles de Pumalín Sur.

Al igual que en los ecosistemas de montaña, se encuentra una amplia representación de formaciones de *Fitzroya cupressoides* (en total representa el 30% de la superficie de los valles de Pumalín), en compañía de *Nothofagus nitida* y *Nothofagus betuloides*, a menor y mayor altitud, respectivamente.

La superficie restante de los valles se encuentra cubierta en su mayoría por distintas comunidades de plantas dominadas principalmente por especies del género *Nothofagus*, con una estructura variable, determinada principalmente por la historia de perturbaciones antrópicas.

Llanuras

Si bien, las playas y llanuras que conforman el sector costero abarcan una mayor superficie y heterogeneidad, los límites del Santuario de la Naturaleza comprenden una pequeña extensión (5.682 ha) acotada a Pumalín Sur, particularmente en dos sectores, el primero, al sur de Chumildén y el segundo, antes de la desembocadura de los ríos Rayas y Chumildén, al norte del cerro Vilcún.

El sector costero al cual pertenecen estas unidades se conforma por extensas playas que limitan hacia el oriente con terrazas de diverso origen y pendientes suaves (Börgel, 1983; Pinto, 1990). El origen de las unidades presentes en el Santuario (Cuadro 36) corresponde mayoritariamente a depósitos de tipo volcánico de lavas basálticas y piroclastos, fluviales deltaicos, fluvio-glaciales, litorales de arenas y gravas y secuencias sedimentarias marinas o estuarinas, todos de menos de 2 millones de años (SERNAGEOMIN, 2003).

Cuadro 36. Principales unidades de las llanuras y playas presentes en el Santuario de la Naturaleza Pumalín

Tipo	Superficie (ha)
Llanuras de depósitos volcánicos	2.189,25
Llanuras sedimentarias fluviales	569,68
Llanuras sedimentarias litorales	1.643,25
Playas y depósitos litorales actuales	1.280,61
Total	5.682,89

Prácticamente la totalidad del área abarcada por llanuras y playas dentro de Pumalín, se conforma por bosques de *Pilgerodendron uvifera* - *Tepualia stipularis* (48% del área), *Nothofagus nitida* - *Tepualia stipularis* (24%) y *Nothofagus nitida* - *Podocarpus nubigena* (18%).

Valoración de procesos ecosistémicos del Parque Pumalín

Con la estimación de la capacidad proveedora de procesos ecosistémicos o valor ecosistémico (Martínez Harms, 2006; Martínez Harms y Gajardo, 2008), se obtuvo que las comunidades boscosas son las unidades que poseen una mayor cantidad de procesos ecológicos que les permiten cumplir diversas funciones para proveer bienes y servicios ecosistémicos, ya que fueron catalogadas con un valor alto. Dentro de esta misma categoría se encuentran los renovales y matorrales, mientras que los valores medios de provisión de procesos fueron asignados a las praderas, marismas herbáceas, ñadis herbáceos y arbustivos, estepa patagónica, turbales, humedales y cuerpos de agua. Luego, con valores inferiores, se encuentran los glaciares, nieves, playas y depósitos litorales, y con los valores más bajos o nulos, los terrenos sin vegetación, sobre el límite vegetacional, afloramientos rocosos y centros poblados.

Al igual que en el análisis de Martínez Harms y Gajardo (2008), para el territorio de la Patagonia Occidental, se determinó que los bosques presentes en el área de estudio son capaces de proveer, en distintos grados, todos los procesos evaluados, por lo cual cumplen funciones de regulación, hábitat, producción e información. Esto mismo se estimó para los matorrales, mientras que en el caso de praderas y formaciones de estepa, se asignó una mayor capacidad proveedora de procesos como la regulación de nutrientes, formación y retención de suelo, hábitat, control biológico y otros que influyen en la calidad escénica, la recreación, el desarrollo científico y la educación.

Junto a los bosques, gran parte de la superficie del área de estudio se encuentra ocupada por glaciares y nieves, que a pesar de haber sido catalogados con un valor ecosistémico bajo, presentan gran importancia por su función reguladora, ya que controlan la provisión de agua para el resto del ecosistema, regulan los ciclos hidrológicos y el clima a pequeña o mediana escala, además de otorgar información para la ciencia y la educación, servir de observatorio de cambios globales y perturbaciones, y aportar en la calidad escénica del paisaje.

Los cuerpos de agua destacan particularmente por proveer procesos ecosistémicos que influyen en la regulación de los ciclos hidrológicos, la regulación climática, la provisión de agua, la regulación de perturbaciones y el hábitat, entre otros. Para el caso de los humedales, se dio una gran importancia a los procesos de regulación de nutrientes, tratamiento de desechos, regulación de perturbaciones, hábitat y como fuente de información científica.

En las figuras 9 y 10 se presenta: La distribución del valor de provisión de procesos naturales en el área total de estudio y el valor ecosistémico total de cada unidad proveedora, respectivamente.

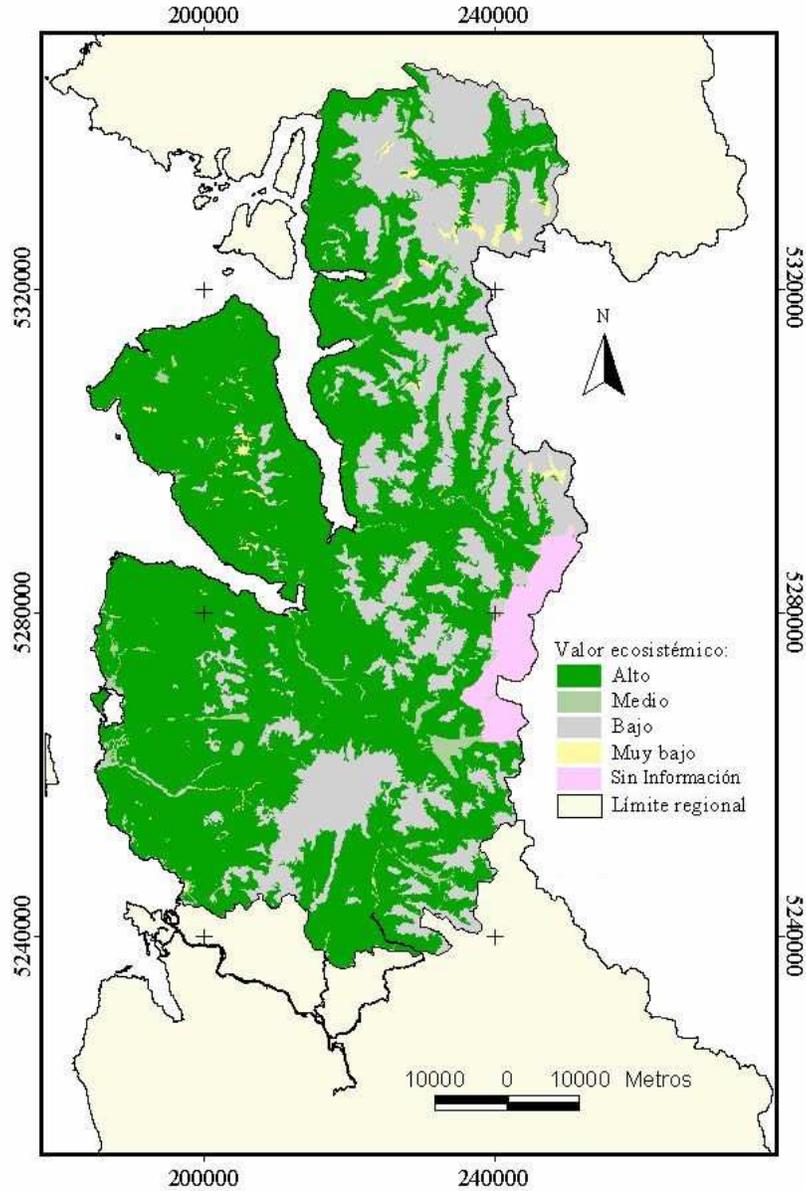


Figura 9. Valor ecosistémico en el área total de estudio

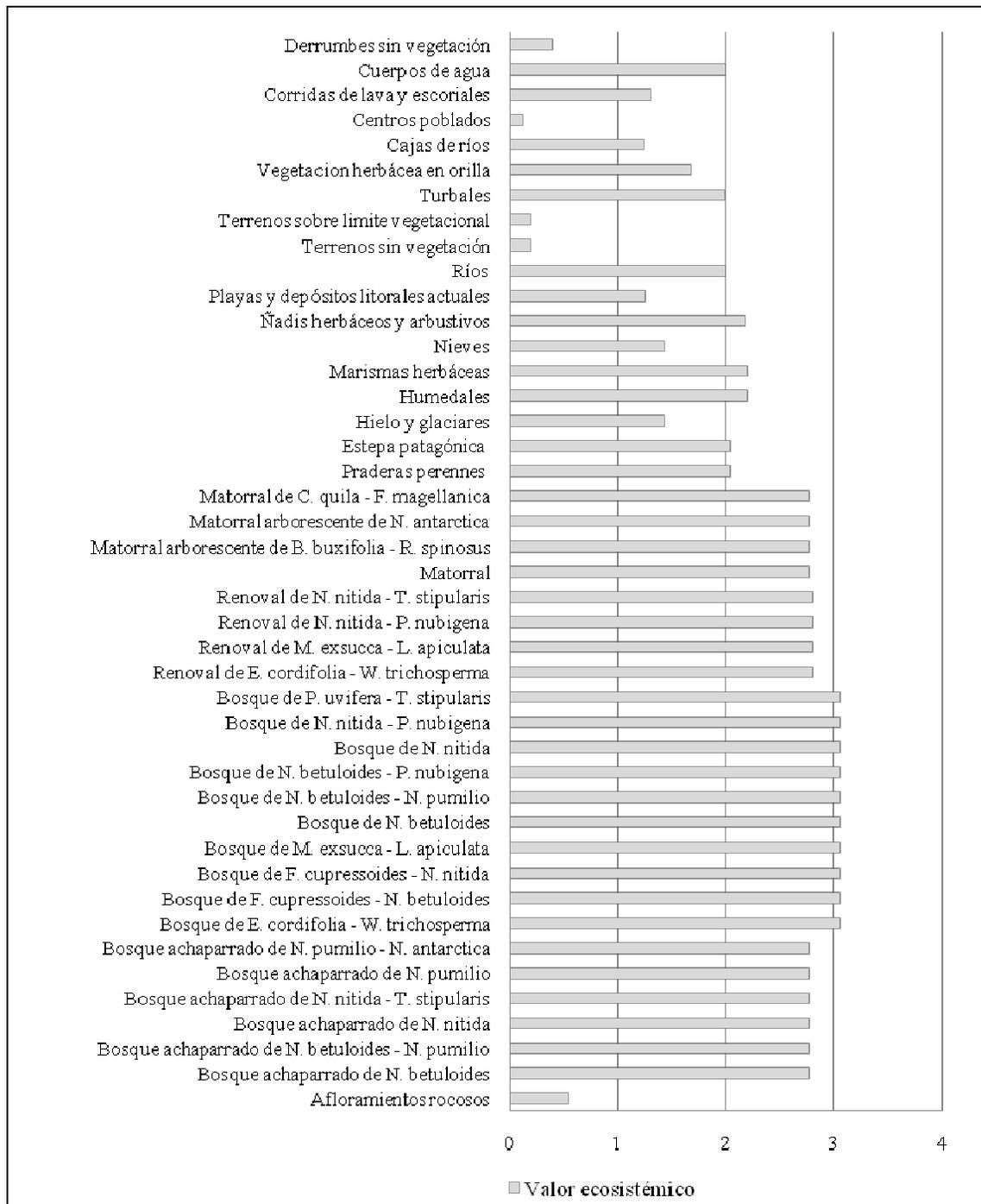


Figura 10. Valor ecosistémico de las unidades zonificadas en el área total de estudio

Valoración de la sensibilidad de los ecosistemas del Parque Pumalín

La sensibilidad asignada para el área de estudio se presenta en la figura 11, mientras que la jerarquía de criterios, obtenida mediante una comparación de pares, y utilizada en su valoración, se expone en el figura 12.

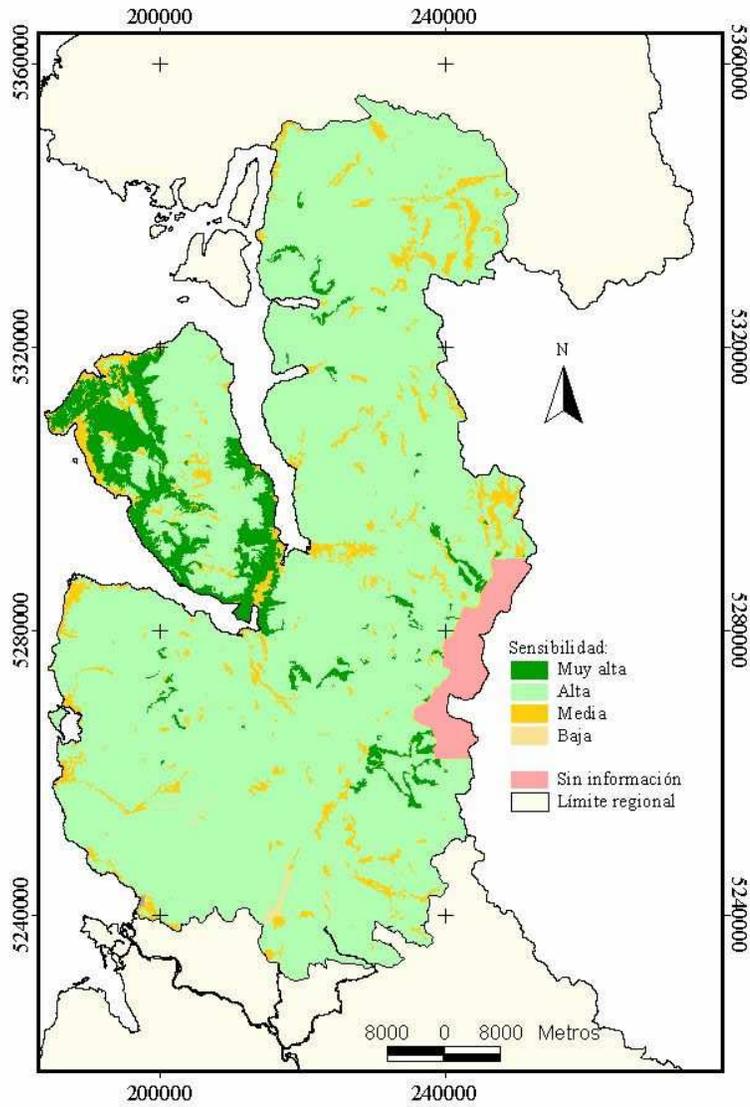


Figura 11. Sensibilidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio

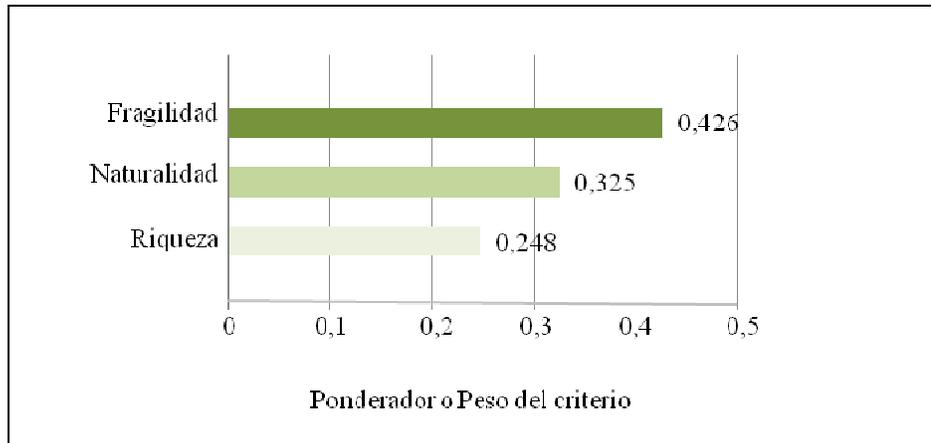


Figura 12. Pesos asignados a los criterios de evaluación de la sensibilidad

Los resultados de la valoración según cada criterio (naturalidad, riqueza y fragilidad) se presentan en las figuras 13, 15 y 17, junto con los pesos asignados, para su evaluación, a los atributos de cada ecosistema (figuras 14, 16 y 18).

Todas las jerarquías de criterios y atributos fueron seleccionadas a partir de un índice de consistencia menor al 10%, según lo cual, las matrices construidas para realizar la comparación de pares serían consistentes con una matriz ideal (Saaty y Kearns, 1985).

En las ponderaciones asignadas a los distintos atributos existe una fuerte predominancia de los usos de suelo y la vegetación como indicadores para los criterios evaluados, y por consiguiente, en la valoración de la sensibilidad. En el caso puntual de la vegetación, ésta sirvió como indicadora de distintas características, dependiendo del enfoque utilizado, en este caso, se evaluó la composición florística, la cobertura y aspectos fitosociológicos.

Al observar los resultados obtenidos según cada criterio, se puede señalar, a grandes rasgos, que dentro del área de estudio existen ecosistemas con una naturalidad muy alta, o bien, casi vírgenes o prístinos, en prácticamente toda la extensión del sector montañoso cubierto con bosques; ecosistemas con una alta naturalidad y riqueza en la península de Huequi, que no se encuentra protegida por el parque; y ecosistemas con alta naturalidad y fragilidad en los sectores montañosos más elevados.

Todo lo anterior determina que la mayor parte de los ecosistemas de Parque Pumalín presenten una sensibilidad alta, abarcando diversas situaciones ambientales, a excepción de algunos sectores ubicados en las zonas más planas de los valles, con valores medios, y parte de los ecosistemas de la península de Huequi, con valores muy altos, correspondientes en su mayoría a bosques de *Nothofagus nitida* - *Podocarpus nubigena*, sobre llanuras sedimentarias litorales y montañas con materiales del complejo metamórfico liquiñe.

La valoración de estos parámetros permite identificar diferencias generales entre los ecosistemas, sin embargo, la distribución homogénea que se observa, por ejemplo, en los

valores de sensibilidad y naturalidad, podría variar si se utilizara una escala con categorías más detalladas, como es el caso de los estudios realizados por Machado (2004) y Machado *et al.* (2004). Asimismo, la utilización de otros atributos o la modificación en sus escalas de valoración, podrían contribuir a distinguir mayores variaciones a lo largo del territorio. De todas formas, para la obtención de resultados más precisos, tales modificaciones requerirían información a una escala espacial más detallada que la empleada en este estudio y/o la obtención de datos en terreno.

Naturalidad

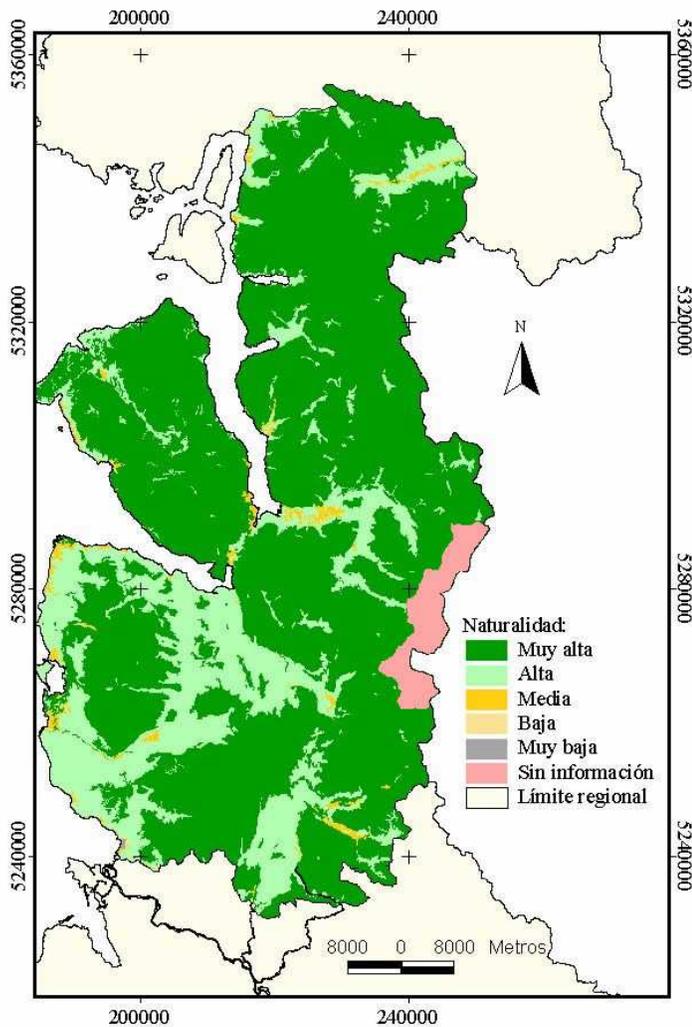


Figura 13. Naturalidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio

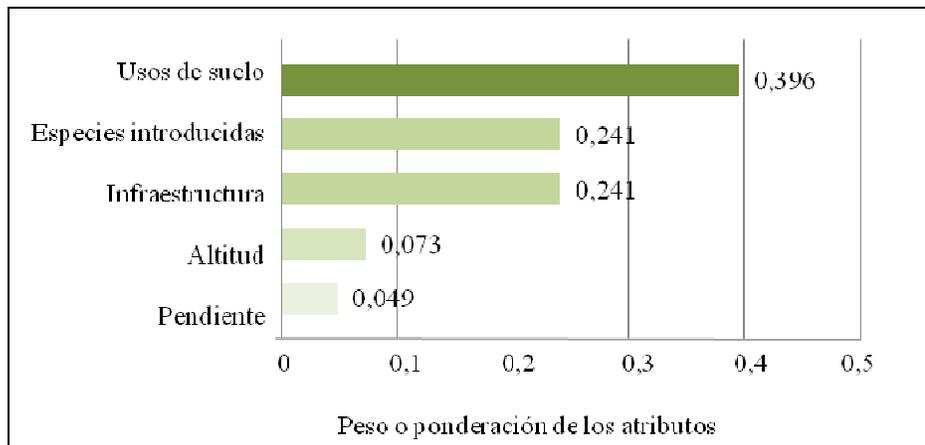


Figura 14. Ponderación de atributos para el cálculo de la naturalidad

Riqueza

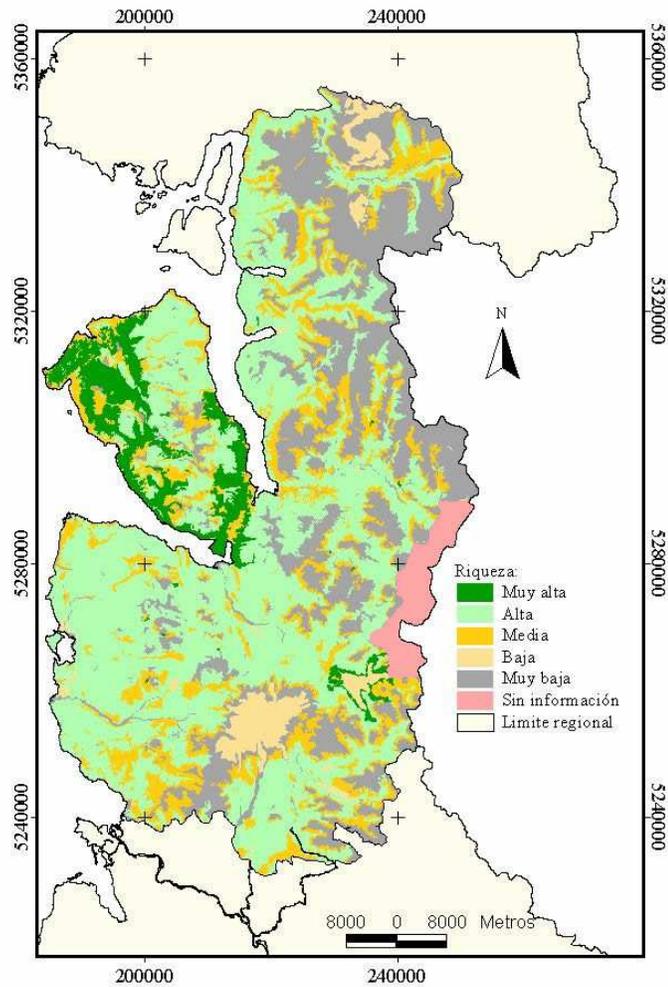


Figura 15. Riqueza de los ecosistemas presentes en el área de estudio

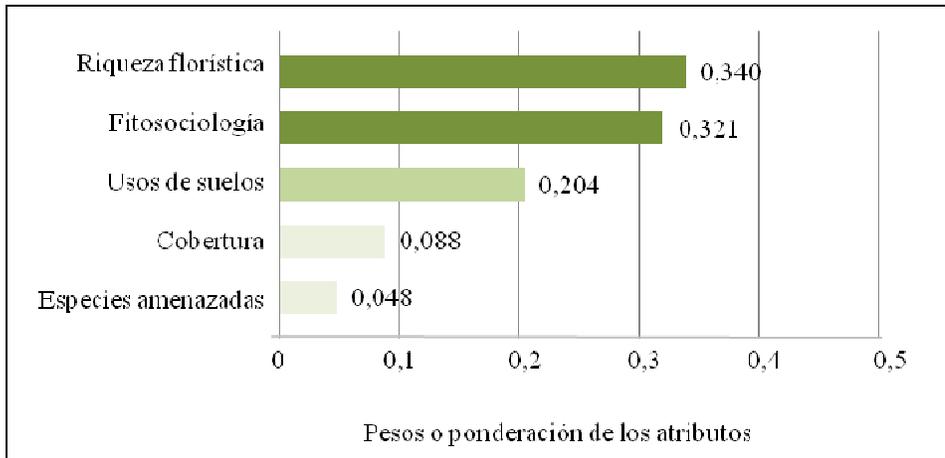


Figura 16. Ponderación de atributos para el cálculo de la riqueza

Fragilidad

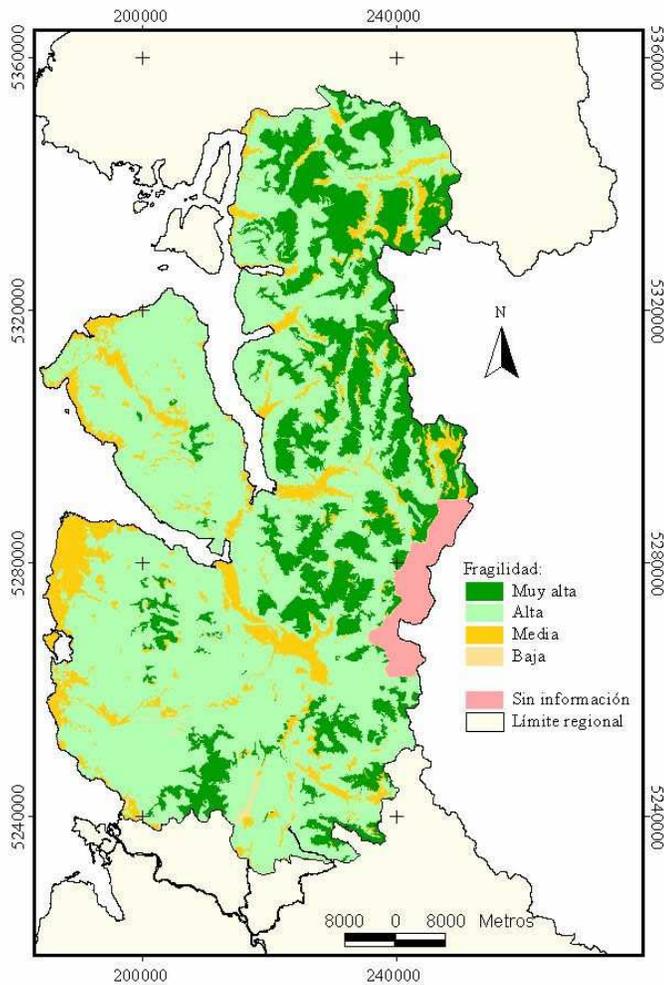


Figura 17. Fragilidad de los ecosistemas presentes en el área de estudio

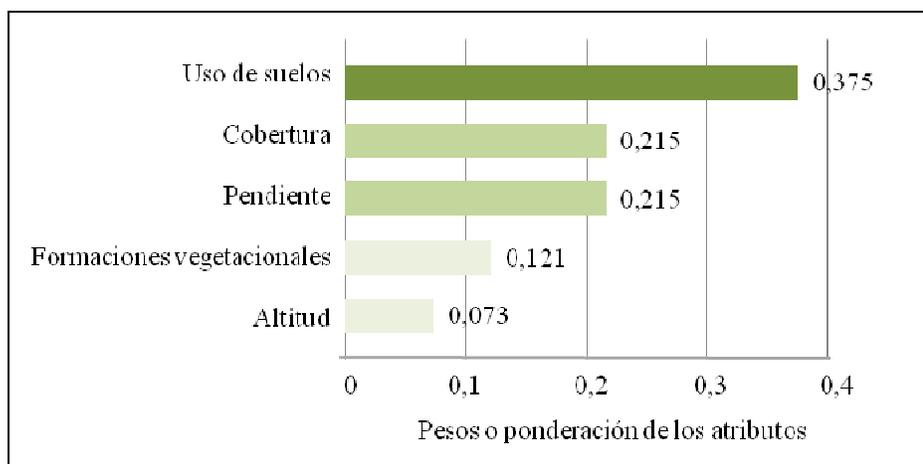


Figura 18. Ponderación de atributos para el cálculo de la fragilidad

Contexto de la política de conservación del Parque Pumalín

Parque Pumalín

El 19 de agosto de 2005, Parque Pumalín fue declarado Santuario de la Naturaleza, luego que la fundación “The Conservation Land Trust” (CLT), con sede en California, Estados Unidos, adquiriera las cerca de 300.000 hectáreas que lo componen y creara en Chile, por intermedio de la sociedad Empresas Verdes LLC, la Fundación Pumalín, encargada de la administración actual del parque del mismo nombre. El directorio de dicha fundación, tal como fue establecido en un acuerdo entre la representación de CLT y el Estado chileno, firmado en el año 1997 y complementado en el año 2003, se compone en su mayoría por miembros designados por la sociedad Empresas Verdes LLC, y otra parte por la Intendencia regional, por el obispo de Ancud y por la Universidad Austral de Chile²

La categoría de Santuario de la Naturaleza, definida por la Ley 17.288 (Gobierno de Chile, 1970), establece la protección de sitios que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones de diverso tipo, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado. Este tipo de protección se expresa en restricciones al inicio de trabajos de construcción o excavación y de diversas actividades que puedan alterar el estado natural de los terrenos bajo esta categoría.

² Información extraída de las Bases de Acuerdo firmadas entre Douglas Tompkins y The Conservation Land Trust, por una parte, y el Gobierno de Chile por la otra, representado por el Ministerio General de la Presidencia, el 07 de julio de 1997; y el Complemento a las Bases de Acuerdo de 1997, firmado el 9 de diciembre de 2003.

En el caso de Parque Pumalín, por ser una propiedad de carácter privado, son sus propietarios quienes deben velar por su protección adecuada, sin quitar con ello atribuciones a los organismos públicos que se establecen en la legislación correspondiente. En este sentido, los objetivos declarados para el parque se basan en beneficiar el desarrollo sustentable de la zona, la región y el país, a través de la protección de los distintos ecosistemas que abarca el santuario, por su alta fragilidad y biodiversidad, dando cumplimiento a los mismos objetivos que señala el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado para la conservación, reforzándolo con el aporte de recursos adicionales y la incorporación de nuevas modalidades de gestión, contribuyendo además a la concientización de la población nacional y mundial con respecto a la importancia de la protección de la Naturaleza (Gastó *et al*, 2000).

“The Conservation Land Trust”, gestora inicial, y actual indirectamente, del proyecto Pumalín, tiene como objetivo transversal la preservación de la Naturaleza, junto a otras dos fundaciones presididas por directorios en común: la Fundación para la Ecología Profunda (“Foundation for Deep Ecology”), dedicada a la concientización, por medio de la publicación de libros en temas ambientales, y Conservación Patagónica, centrada en la preservación de ecosistemas patagónicos en Chile y Argentina.

La filosofía de “The Conservation Land Trust” y “The Deep Ecology Foundation”, representa las bases para la creación y puesta en marcha de Parque Pumalín y se basa principalmente en una visión eco-céntrica del mundo, que rescata el valor intrínseco de la Naturaleza. En este sentido, ambas fundaciones comparten la premisa de que el mundo se encuentra en un estado crítico y en un colapso de sus sistemas naturales que ha sido causado por los patrones de consumo, por el crecimiento demográfico de las poblaciones humanas y por paradigmas económicos y de desarrollo incompatibles con la sustentabilidad ecológica³.

Todos estos planteamientos que sostienen las iniciativas de preservación llevadas a cabo por las fundaciones mencionadas, se sitúan en un contexto filosófico mayor, denominado ecología profunda, originalmente planteado por Arne Naess y que establece una serie de postulados que persiguen un cambio profundo en los valores y paradigmas de desarrollo predominantes en la sociedad actual, en pos de un equilibrio ecológico (Naess, 1973; Drengson y Inoue, 1995). En el siguiente apartado se describen con mayor profundidad las bases filosóficas de este movimiento en función de su importancia en la preservación de la naturaleza.

Fundamentos para la conservación y preservación de la Naturaleza

Argumentos filosóficos: Si bien los inicios de la protección de la Naturaleza (entendiendo esta acción en su sentido más amplio), se ubican en tiempos remotos, las ideas que

³ Basado en la información disponible en los sitios: <http://www.theconservationlandtrust.org/>, <http://www.conservacionpatagonica.org> y <http://www.deepecology.org>

surgieron durante el siglo XVIII entre los ilustrados europeos fueron aquellas que dieron pie a la configuración existente, en el presente, para la conservación y preservación de áreas silvestres. De acuerdo con Urteaga (1999), estas formas de pensamiento incluyeron una valoración particular sobre la Naturaleza virgen, contrastada con la obra del ser humano, que pretendía en ocasiones recrear la Tierra.

Entre las primeras expresiones concretas de esta filosofía, y como una de las más relevantes, se encuentra la creación en Estados Unidos, del Parque Nacional Yellowstone (1872), fuertemente influida por las ideas que se gestaron durante el siglo XIX y el romanticismo europeo. Esto se tradujo en lo que Kalamandeen y Gillson (2007) han denominado, una ética de la vida silvestre, donde el deseo de protección se basó en un interés estético que destacaba el valor intrínseco y espiritual de la Naturaleza, junto con el goce proporcionado por la contemplación de la belleza natural.

Dentro del mismo período, en 1830, se forma el primer monumento natural en Alemania (Drachenfels), que posteriormente se transformaría en un área de conservación natural. Sin embargo, mientras para la creación de Yellowstone, pese a haber sido creado con fines de recreación y beneficio estético humano, se manifestaba explícitamente la exclusión de los seres humanos modernos en el equilibrio natural, en la iniciativa germana se ponía énfasis en los paisajes culturales (Jax y Rozzi, 2004), lo cual se podría incluir dentro de los paradigmas de desarrollo y de la preocupación del medio como un recurso natural.

Pese al interés existente por estos temas, tales motivaciones primigenias no consideraban la conservación biológica como algo primordial, sino que estaban referidas a valoraciones sociales. En lo que sigue a fines del siglo XIX y durante el desarrollo del siglo XX, las filosofías que han sustentado la creación y el manejo de las áreas silvestres protegidas han evolucionado de manera más compleja, en la cual se han relacionado con límites difusos, valores sociales y científicos de diversa índole, como marco argumentativo y como base para la definición de objetivos de conservación (Mardones, 2003; Jax y Rozzi, 2004; Kalamandeen y Gillson, 2007; Villarroel, 2007).

Como forma de establecer una conceptualización clara sobre la protección de la Naturaleza, en el año 1940, los países de América redactan la Convención de Washington (Gobierno de Chile, 1967), la cual presta atención particular a la protección de especies de flora y fauna, de las bellezas escénicas y de sitios de interés científico. Este nuevo enfoque, abre el espacio necesario para que ingresen preocupaciones como la preservación de la vida silvestre o la biodiversidad, tanto por el propio bien de otras formas de vida, como por los beneficios derivados de ésta, para las generaciones humanas presentes y futuras, que incluyen los recursos genéticos, la preservación de especies para la ciencia y los servicios ecosistémicos (Kalamandeen y Gillson, 2007).

El desarrollo del sistema de categorización de las áreas protegidas propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 1978) propone la consideración de un espectro más amplio de objetivos al hablar de áreas protegidas,

pasando por gran parte de los enfoques señalados, a los que se agregan aspectos culturales en el manejo de áreas pobladas por comunidades humanas (FAO, 2008).

La ecología profunda: Los esfuerzos por la preservación de la naturaleza, a lo largo del período descrito, han centrado su enfoque en la preservación de espacios prístinos, en el uso racional de los recursos naturales, en la conservación de la biodiversidad y finalmente en el manejo ecosistémico (Kalamandeen y Gillson, 2007), siendo este último ampliamente aceptado en la actualidad. Sin embargo, en sus fundamentos ha existido un sesgo hacia el bienestar humano y la superioridad de nuestra especie sobre otras formas de vida. Es así, como a mediados del siglo XX, surgen planteamientos que apoyan la protección de la Naturaleza, pero desde la búsqueda de argumentos racionales que asignen valor intrínseco a los componentes no humanos del medio natural (Villarroel, 2007).

Entre las primeras manifestaciones de este enfoque, en el año 1948, Aldo Leopold propone la “Ética de la Tierra”, con la cual plantea el valor de la naturaleza en un sentido filosófico, abordando su protección desde un punto de vista ético y estético, enfatizando en lo entendido como correcto, que sería preservar la integridad, estabilidad y belleza de una comunidad biótica, y rechazando las valoraciones desde un punto de vista económico de lo natural (Leopold, 1949).

Posteriormente, Naess (1973), parte del principio de “igualdad del derecho a vivir” de todas las formas de vida humanas y no humanas, como base para plantear los principales postulados de la ecología profunda, que surgen en gran parte como respuesta al antropocentrismo que reconoce en los paradigmas imperantes. La ecología profunda, no sólo trata los aspectos relativos a la preservación de la naturaleza, como se ha venido desarrollando en el presente estudio, sino que responde al reconocimiento de la interdependencia entre todos los fenómenos y a que como individuos y sociedades estamos inmersos y dependemos de los procesos de la Naturaleza (Capra, 1998)

En el año 1984, Arne Naess y George Sessions (Drengson y Inoue, 1995), plantean los fundamentos básicos de este movimiento, en que reafirman el principio de igualdad y del valor intrínseco de todas las formas de vida, advirtiendo sobre las consecuencias del crecimiento demográfico acelerado, de la interferencia en el mundo no humano y de las políticas existentes.

En respuesta a los enunciados citados y como parte de una propuesta mayor de cambio de la visión dominante del mundo, prácticamente en su totalidad, se plantean una serie de argumentos para la preservación de la vida silvestre, que se sustentan en que el intento por dominar la Naturaleza lleva a vidas inferiores, en el carácter pasajero de los humanos por la Naturaleza en su estado salvaje y en el simbolismo de ésta con respecto a la vida en sí misma (Devall y Sessions, 1999).

Adhiriendo a los postulados de la ecología profunda, pero desde una perspectiva que podría catalogarse como antropocéntrica, debido a que considera el valor instrumental de la

Naturaleza, Fox (1995) resume los argumentos para justificar la preservación de las áreas silvestres. En su análisis plantea que la Naturaleza es un sistema de soporte para la vida humana, a través de la provisión de bienes y servicios, un sistema de alerta temprana del deterioro de los ecosistemas, un laboratorio, una reserva de diversidad genética, un espacio de recreación, una fuente de placer estético e inspiración espiritual, un monumento que posee valor simbólico y un espacio para el desarrollo de cuerpos y mentes sanas.

Como se podrá apreciar, estos planteamientos aluden a cambios en los valores sociales en todo ámbito y en su justificación de la preservación de la Naturaleza incluyen argumentos de diversa índole, entremezclando la ética, la filosofía, la ciencia y la moral.

Corrientes de las ciencias y la ecología: En forma paralela a los planteamientos filosóficos ya mencionados, existen ciertas corrientes ligadas a las ciencias que determinan la gestión del medio natural en la actualidad, a las cuales Montes *et al.* (1998) denominan biocentrismo y funcionalismo. La primera de ellas, también entendida como composicionalismo (Callicot *et al.*, 1999) da una mayor preponderancia al estudio de los elementos bióticos del medio natural, que se expresa en su foco de atención sobre los individuos, poblaciones o comunidades de especies. En este caso, se concibe a la Naturaleza con una aproximación desde la ecología evolutiva, pero considerando generalmente al *Homo sapiens* fuera de ésta.

El funcionalismo, a diferencia del composicionalismo, interpreta el medio natural de forma integradora y funcional, a partir de sus procesos (Montes *et al.*, 1998) y con una aproximación que se asocia a la ecología de ecosistemas, considerando al *Homo sapiens* como parte de la Naturaleza (Callicot *et al.*, 1999).

Ambas corrientes, de manera complementaria, dan forma a las ideas y políticas de conservación a lo largo del mundo (Callicot *et al.*, 1999), influyendo en aspectos como la selección de elementos relevantes de conservar para cumplir con determinados objetivos de conservación o preservación. Así, desde el punto de vista biocéntrico, lo más relevante es la protección de especies y sus poblaciones, es decir, la diversidad biológica; mientras que, para el funcionalismo, la atención está sobre los procesos ecológicos esenciales que controlan los distintos flujos dentro de los ecosistemas o comunidades (Mardones, 2003).

Entre los imperativos planteados desde ambos enfoques, actualmente se encuentran conceptos como la evolución de la vida y de los procesos ecológicos, la naturalidad (Angermeier, 2000; Ridder, 2007; 2008), la integridad ecológica o biológica, la diversidad biológica (Soulé, 1985), la salud ecosistémica, las especies claves (Callicot *et al.*, 1999) y la provisión de funciones, procesos, bienes y servicios ecosistémicos (De Groot *et al.*, 2002; Costanza *et al.*, 1997; Martínez Harms y Gajardo, 2008).

De éstos, la diversidad biológica, la evolución de las formas de vida, la integridad biológica y la naturalidad se pueden agrupar como aspectos biocéntricos o composicionalistas que determinan pautas para conseguir la restauración ecológica. Para el funcionalismo, en

cambio, los demás conceptos se asocian a objetivos y acciones como la rehabilitación ecológica, la sustentabilidad ecológica, el desarrollo sustentable, el manejo de ecosistemas y el manejo adaptativo (Callicot *et al.*, 1999).

Como ya fue mencionado, ambas corrientes poseen relaciones estrechas cuando se trata de las interacciones en el medio natural. A modo de ejemplo, la naturalidad es considerada como uno de los aspectos esenciales a abordar para la conservación, entendiendo que influye sobre otros imperativos como la integridad ecológica, los procesos evolutivos o los procesos ecosistémicos (Angermeier, 2000; Siipi, 2004), con lo cual también contribuiría en la provisión de funciones, bienes y servicios de los ecosistemas. Entre estos conceptos existen elementos composicionalistas y funcionalistas, lo cual da cuenta de que se trata de diferencias en el nivel de importancia que se asigne a uno u otro concepto como orientador para las acciones de conservación o preservación.

Estas misma convergencia y complementariedad entre las aproximaciones conceptuales analizadas, se observa al comparar dos interpretaciones existentes sobre la naturalidad diferenciadas por Ridder (2007), que evidentemente muestran una dualidad en este término. La primera de ellas se encuentra ligada a una referencia histórica de un estado prístino, mientras que la otra, se asocia a la carencia de intervención humana sobre los procesos ecológicos, lo cual podría entenderse como un aspecto más ligado al funcionalismo.

En forma paralela a la evolución de las visiones comentadas, las funciones y procesos ecosistémicos, han sido aspectos entre los que existe una preocupación creciente, principalmente por las valoraciones socioeconómicas que se realizan a partir de estos (De Groot *et al.*, 2002), lo cual ha abierto además el ámbito de las argumentaciones económicas en torno a la preservación de la Naturaleza (Balmford *et al.*, 2002) y de los servicios ecosistémicos (Costanza *et al.*, 1997).

Al igual que entre las argumentaciones y corrientes filosóficas, los límites que se presentan entre las diversas disciplinas son difusos al momento de discutir sobre la selección de áreas, su manejo o su justificación. De esta forma, al hablar de conservación o preservación, muchos de los argumentos entregados por las ciencias y la ecología corresponden a cuestiones éticas o de creencias. Esto es planteado por Soulé (1985), al señalar que los investigadores ponen su atención sobre la biodiversidad motivados en gran parte por la creencia en que su conservación es intrínsecamente positiva.

Consulta a expertos

Luego de sistematizar la información recopilada en torno a los argumentos filosóficos e imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la Naturaleza, éstos fueron organizados de la siguiente forma:

Argumentos éticos y filosóficos para la protección de la Naturaleza: La protección de la naturaleza se justifica por:

- A. El valor intrínseco de todas las formas de vida e igualdad del derecho a existir
- B. El valor de existencia de los procesos y elementos abióticos que la componen
- C. Ser el sistema de soporte vital físico, proveedor de bienes y servicios para la humanidad
- D. Ser fuente de información científica, sistema de alerta temprana del deterioro de los ecosistemas y observatorio de cambios globales
- E. Contribuir al bienestar futuro de la humanidad como reservorio de diversidad genética para el desarrollo de diversas actividades (agricultura, medicina, etc.)
- F. Ser un espacio de recreación física y ser necesaria para el desarrollo de mentes sanas
- G. Ser fuente de placer estético e inspiración espiritual
- H. Poseer valor simbólico e instructivo
- I. Ser un espacio de expansión para las actividades humanas del futuro

Siguiendo la numeración señalada, en la figura 19 se expone la jerarquía de importancia asignada por el grupo consultado (Anexo 3), a los argumentos filosóficos para la protección de la Naturaleza, junto con el nivel de consenso o polarización en su ordenamiento.

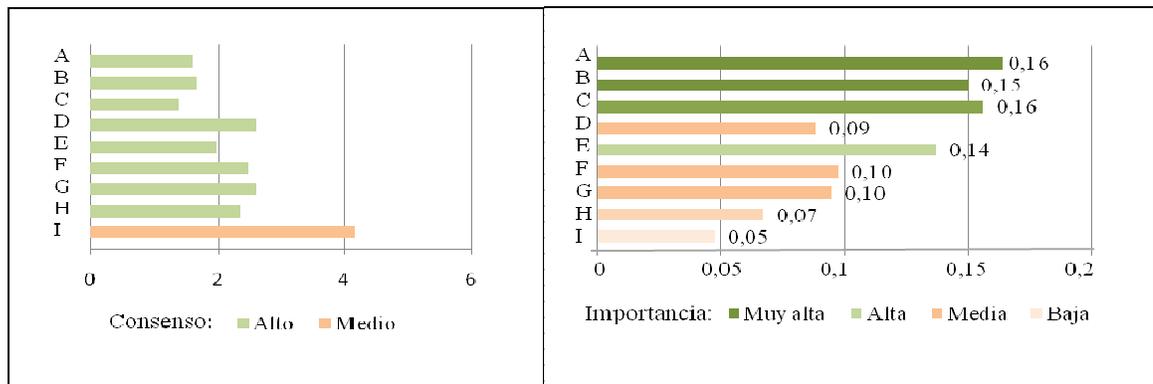


Figura 19. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de argumentos éticos y filosóficos para la protección de la Naturaleza

Imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la Naturaleza: Para la preservación de la naturaleza y asegurar la conservación de la diversidad biológica se deben garantizar prioritariamente:

- A. Condiciones similares a las de un estado primitivo
- B. Procesos ecológicos que carezcan de intervención humana
- C. Alta productividad de los ecosistemas
- D. La evolución natural de la vida en la Tierra
- E. La provisión de funciones y procesos ecosistémicos

En la figura 20 se presentan, según las categorías establecidas, la jerarquía de imperativos científicos ecológicos para la preservación de la Naturaleza, luego de la consulta a expertos, y el nivel de consenso existente en la definición de cada nivel de importancia.

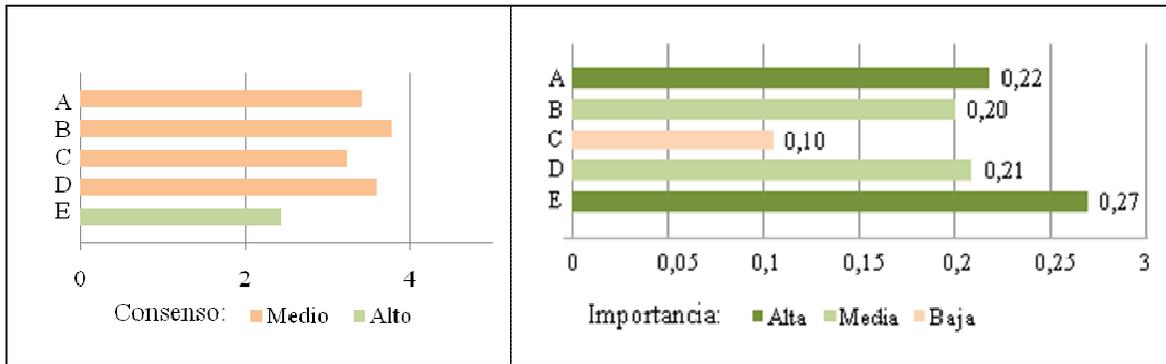


Figura 20. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de Imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la naturaleza

Objetivos de las áreas silvestres protegidas: Las áreas silvestres protegidas deben asegurar:

- A. La preservación de muestras de ecosistemas
- B. La preservación de determinadas especies por sus características particulares
- C. La protección de sitios de interés científico
- D. La preservación de las bellezas escénicas
- E. La provisión de bienes y servicios ecosistémicos
- F. La protección de sitios de interés cultural e histórico
- G. La preservación de condiciones naturales de determinadas áreas

A partir de estos objetivos se llevó a cabo la consulta a actores pertinentes con el tema, a nivel local y nacional. En la figura 21 se presenta la jerarquía de objetivos establecida y el nivel de consenso al momento de establecer la importancia de cada postulado.

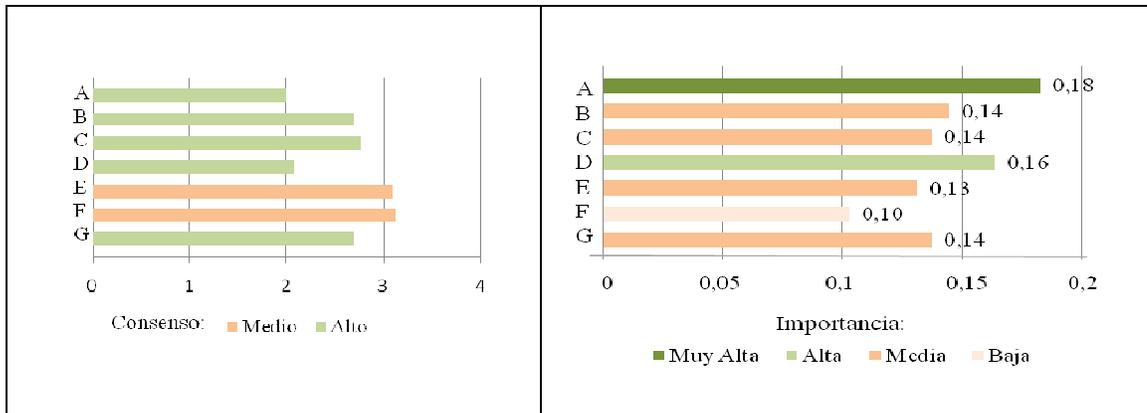


Figura 21. Nivel de consenso entre los expertos consultados y jerarquía de objetivos de las áreas silvestres protegidas

El cuestionario elaborado con estos planteamientos se presenta en el Anexo 2. A partir de éste se solicitó a los actores entrevistados (Anexo 3), la definición de las jerarquías siguiendo la metodología ya descrita.

De todos los postulados recopilados, las ideas de mayor importancia para el grupo consultado corresponden principalmente a características intrínsecas de la Naturaleza, como la igualdad del derecho a existir de todas las formas de vida y el valor de existencia de los elementos y procesos de los ecosistemas, sumando a éstas la capacidad de la Naturaleza de proporcionar un sistema de soporte vital para la humanidad.

Por otra parte, como imperativos para la conservación biológica o la preservación de la Naturaleza destacan: la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, junto con la necesidad reconocida a la mantención de condiciones similares a las de un estado primitivo. A pesar de esto, al momento de juzgar los principales objetivos de las áreas silvestres protegidas, se reconocen otro tipo de atributos, como la belleza escénica, que tienen una estrecha relación con valores recreativos o estéticos de la Naturaleza, luego del principal objetivo en la evaluación, que tiene relación con la preservación de muestras de ecosistemas, consistentemente con la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003) y la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente (Gobierno de Chile, 1994).

En el caso de los argumentos éticos o filosóficos de la preservación de la Naturaleza, existe un alto nivel de consenso para la mayoría de ellos, excepto para aquel postulado que la sitúa como una reserva para las actividades humanas del futuro. En la valoración de los imperativos científicos-ecológicos, existe un nivel de consenso medio con respecto a la valoración, lo cual podría explicarse por la estrecha relación y compatibilidad existente en los aspectos que se deben considerar prioritariamente en la preservación y conservación biológica y en sus diferencias al momento de ser llevados a la práctica en situaciones ambientales distintas. De todas formas, destaca una alta valoración y consenso con respecto a la importancia que posee la provisión de funciones y procesos ecosistémicos como imperativo para la conservación y preservación.

Entre los objetivos escogidos de las áreas silvestres protegidas, existe un alto consenso en aquellos con una valoración media o alta, sin embargo, resulta interesante el menor nivel de consenso y valoración existente para la protección de sitios de interés cultural e histórico y, en particular, para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, pese a la estrecha relación de este último aspecto con las funciones y procesos de los ecosistemas, que fueron evaluadas con un alto nivel de consenso como el imperativo más relevante para la preservación y conservación biológica. Esto puede explicarse por un análisis, por parte de los consultados, centrado mayormente en la importancia de las funciones y procesos ecosistémicos para la estructura y funcionamiento de los sistemas naturales por sí mismos y no tanto desde una perspectiva antropocéntrica. A estas diferencias, se añaden las debilidades intrínsecas del diseño de la entrevista, en particular de las realizadas mediante correo electrónico, lo cual impidió entregar una mayor orientación sobre el contexto del estudio y los alcances de cada concepto utilizado.

CONCLUSIONES

La visión metodológica propuesta permite ordenar y clasificar un amplio rango de información a considerar en la selección de áreas silvestres protegidas y en su gestión y manejo. El primer aspecto corresponde a la definición de unidades espaciales con un carácter homogéneo según características biofísicas que afectan la estructura y dinámica de los ecosistemas a analizar. La clasificación y zonificación propuesta para los ecosistemas de Parque Pumalín es en cualquier caso complementaria a otras clasificaciones existentes, basadas en características de la vegetación, el clima, el sustrato o el basamento geológico, que fueron utilizadas como insumo en este trabajo para obtener un resultado resumido que no reemplaza la riqueza de información proporcionada por tales propuestas.

En Parque Pumalín fue posible reconocer un dominio, a gran escala, de factores macroclimáticos, que determinan la existencia de un clima de tipo templado, junto con el macromodelado, que enmarca la zona dentro de la cordillera norpatagónica occidental. A escalas espaciales inferiores, se distinguió la existencia de unidades geomorfológicas generales y asociaciones de plantas que son el resultado de características del sustrato y variables microclimáticas. El clima fue abordado de manera transversal en las distintas escalas, debido a que se ve determinado en casi todos los niveles por las características señaladas, hasta llegar a las expresiones a microescala que afectan comunidades específicas de vegetación. La definición de unidades de paisaje a distintas escalas espaciales permitió interpretar, a grandes rasgos y de manera integrada, los factores genéticos de los procesos de los ecosistemas presentes en el área de estudio.

El análisis de los principales atributos del área, en conjunto con la clasificación y zonificación de ecosistemas, confirma la existencia de una gran heterogeneidad de ambientes, con una elevada capacidad proveedora de procesos ecosistémicos en sus zonas boscosas; y, una alta naturalidad, con ecosistemas prácticamente prístinos en amplias superficies. A lo anterior se suman sectores particulares de muy alta riqueza y fragilidad. Dando cuenta, esta última, de la capacidad de respuesta de los ecosistemas y, por consiguiente, de su dinamismo.

El procedimiento empleado en este estudio para la valoración de los ecosistemas tiene como ventaja la simpleza y rapidez en cuanto a su aplicación. Sin embargo, los resultados pueden ser variables dependiendo de las unidades de análisis utilizadas y los criterios establecidos para la valoración, que comúnmente poseen un alto grado de arbitrariedad. En este caso, se optó por utilizar criterios adaptados de otros estudios, según el área en particular y la información disponible. De contar con datos obtenidos en terreno, sería posible establecer criterios con mayor precisión o llevar a cabo este análisis a escalas más locales, para iniciativas particulares de manejo.

Todos los criterios señalados, se insertan en un marco filosófico de justificación de la existencia de áreas protegidas que aseguran la preservación de sus valores intrínsecos. La forma en que se abordó dicho contexto por el panel de expertos consultado en este estudio, fue a través de la valoración de diversos postulados en torno a la conservación biológica y la preservación de la Naturaleza. Con respecto a ello, el alto nivel de consenso expresado en la valoración de los argumentos éticos y filosóficos permite concluir que el grupo consultado otorga una gran importancia a aspectos intrínsecos de la Naturaleza, sin desconocer la importancia de la protección de la Naturaleza por su capacidad de proveer un sistema de soporte vital para la Humanidad.

Para el caso de los imperativos científicos y ecológicos de la preservación de la Naturaleza, existe un nivel menor de consenso dentro del grupo de expertos, atribuible a la alta complementariedad de los aspectos señalados como prioritarios para la conservación biológica o la preservación de la Naturaleza y a las diferencias que pueden existir en casos específicos. De todas formas se atribuyó una alta valoración a la provisión de funciones y procesos ecosistémicos, lo cual se relaciona directamente con la estructura y funcionamiento de los sistemas naturales.

Finalmente, entre los objetivos de las áreas protegidas destacó la importancia asignada a la preservación de muestras de ecosistemas, lo cual es consistente con las políticas que se han desarrollado en las últimas dos décadas a nivel nacional en torno a la conservación biológica.

En términos generales, gran parte de las valoraciones asignadas por los entrevistados otorgaron mayor importancia a aspectos que no necesariamente poseen un carácter antropocéntrico, sino que tienden a la mantención y restauración de características propias de la Naturaleza, teniendo como eje central los valores de existencia de sus aspectos estructurales y funcionales. Sin embargo, independiente de la jerarquía presentada y del nivel de consenso en la determinación de la importancia de todas estas premisas, es necesario señalar que éstas son complementarias cuando se trata de guiar la preservación de la Naturaleza y la justificación de áreas silvestres protegidas, entendiendo la complejidad real que existe en torno a su creación y aprobación social.

Los procedimientos utilizados en esta valoración son de gran utilidad para la identificación de puntos en conflicto, el establecimiento de prioridades y la generación de estrategias de conservación y preservación, debido a que explicitan las ideas y motivaciones que influyen en la toma de decisiones. Sin embargo, tal como se puede observar en el presente estudio, una de las principales debilidades de esta aproximación es la selección correcta de los consultados, tanto en cantidad como en su pertinencia con el tema. A lo cual se añade la falta de discusión al interior del panel, que podría solucionarse con la utilización de otros procedimientos, como es el caso del método Delphi.

En su conjunto, los resultados obtenidos en el análisis de los ecosistemas presentes en Parque Pumalín y en la jerarquización de argumentos científicos y filosóficos de la

preservación de la Naturaleza, permiten respaldar que el área abarcada por el Santuario de la Naturaleza presenta un alto valor ecológico por estar sometida perturbaciones naturales a diversas escalas temporales y espaciales, que han determinado una conformación de ecosistemas con una alta riqueza, fragilidad y capacidad proveedora de procesos ecosistémicos, con una estructura y funcionamiento que hasta la actualidad se mantiene con una escasa intervención humana. A esto se suma la importancia que un área de estas características representa, dada su gran superficie, para proteger muestras de ecosistemas, especies, procesos, bienes y servicios ecosistémicos, y para permitir la evolución de estos sistemas naturales, otorgando además una serie de beneficios a la humanidad en general, como los que se han presentado en los postulados analizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarzúa, A., Villagrán, C. y Moreno, P. 2004. Deglacial and postglacial climate history in east-central Isla Grande de Chiloé, southern Chile (43°S). *Quaternary Research* 62: 49-59.
- Ahumada, C., Araya, E., Kuhne, A. y Sepúlveda, M. 2004. Análisis de Ecosistemas Frágiles: Suelos – Praderas para la Provincia de Palena. Gobierno Regional de Los Lagos, Servicio Agrícola y Ganadero, Los Lagos, Chile. 259p.
- Amigo, J., Izco, J. y Rodríguez, M. 2007. Rasgos bioclimáticos del territorio templado de Chile. *Phytocoenologia* 37(3-4): 739-751.
- Amigo, J. y Ramírez, C. 1998. A bioclimatic classification of Chile: Woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology* 136: 9-26.
- Angermeier, P. 2000. The Natural Imperative for Biological Conservation. *Conservation Biology* 14(2): 373-381.
- Bailey, R. 1985. The factor of scale in ecosystem mapping. *Environmental Management* 9: 271-276.
- Bailey, R. 1987. Suggested hierarchy of criteria for multi-scale ecosystem mapping. *Landscape and Urban Planning* 14: 313-319.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers., N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K y Turner, R. 2002. Economic reasons for conserving Wild Nature. *Science* 297: 950-953.
- Benoit, I. (ed.). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 157 pp.
- Börgel, R. 1983. Geomorfología. *In: Geografía de Chile. Tomo II. Instituto Geográfico Militar, Santiago* 182 p.
- Borja, F., Román, J.M. y Borja, C. 2008. Regionalización Ecológica de la Vega y la Marisma del Guadiamar. Aproximación a la Trama Biofísica del Corredor Verde del Guadiamar. Pp. 91-100. *In: Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales (ed.). La Restauración Ecológica del Río Guadiamar y el Proyecto del Corredor Verde: la Historia de un Paisaje Emergente. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla, España.* 486p.

- Callicot, J., Crowder, L. y Mumford, K. 1999. Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology* 13(1): 22-35.
- Capra, F. 1998. *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama, Barcelona, España. 359p.
- Chester, S. 2008. *A wildlife guide to Chile: continental Chile, Chilean Antarctica, Easter island, Juan Fernández archipiélago*. Princeton University Press, New Jersey, USA. 392p.
- Cleland, D., Avers, P., McNab, W., Jensen, M., Bailey, R., King, T. y Russell, W. 1997. National hierarchical framework of ecological units. Pp.181-200. *In: Boyce, M. y Haney, A. (ed.). Ecosystem Management Applications for Sustainable Forest and Wildlife Resources*. Yale University Press, New Haven, USA. 361p.
- CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. *Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile*. Corporación Nacional Forestal, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago. 88p.
- CONAMA. 2003. *Estrategia Nacional de Biodiversidad*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 21p.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- De Angelis, D. y White, P. 1994. Ecosystems as products of spatially and temporally varying driving forces, ecological processes, and landscapes: a theoretical perspective. Pp. 9 – 27. *In: Davis, S. and Ogden, J. (ed.). Everglades: The Ecosystem and its Restoration*. St. Lucie Press, Florida, USA. 826p.
- De Groot, R., Wilson, M. y Boumans, R. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- De Terán, M. 1982. Una ética de conservación del paisaje. Pp. 105-119. *In: De Terán, M. y Bosque, J. Pensamiento geográfico y espacio regional en España*. Universidad Complutense, Madrid, España. 454p.
- Devall, B. y Sessions, G. 1999. Deep ecology. Pp. 200-208. *In: Smith, M. (ed.) Thinking Through the Environment: A Reader*. Routledge, London. 435p.
- Di Castri, F. y Hajek, E. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 128 p.

Drengson, A. y Inoue, Y. (ed.). 1995. *The Deep Ecology movement: An Introductory Anthology*. Atlantic Books, Berkeley, California, USA. 293p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008. [en línea]. La categoría VI de la UICN en América Latina: Área protegida para el manejo de recursos. Redparques, Organismo Autónomo de Parques Nacionales de España, FAO. Disponible en el WWW:
<http://www.rlc.fao.org/es/tecnica/parques/pdf/DotecatVI.pdf> Citado el 11 de Enero de 2010.

Forman, R. y Alexander, L. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.

Fox, W. 1995. *Towards a transpersonal ecology: Developing new foundations for environmentalism*. North Atlantic books, State University of New York Press, New York, USA. 380p.

Fuentes, T. 2006. Propuesta de un enfoque de zonificación en un área silvestre protegida sobre la base de objetivos de conservación. Memoria Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 82p.

Fuenzalida, H. 1965a. Orografía. Pp 7-34. *In: Geografía económica de Chile*, texto refundido. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.

Fuenzalida, H. 1965b. Clima. Pp 98-152 *In: Geografía económica de Chile*, texto refundido. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.

Gajardo, R. 1994. *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria, Santiago. 165p.

Gastó, J., Retamal, A. y Guzmán, D. 2000. *Proyecto Pumalín: Informe Técnico Santuario de la Naturaleza*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago. 468p.

Geneletti, D. 2004. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5(1): 1-15.

Geneletti, D. 2006. Some common shortcomings in the treatment of impacts of linear infrastructures on natural habitat. *Environmental Impact Assessment Review* 26: 257-267.

Gobierno de Chile. 1967. Decreto Supremo N° 531. Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América (Convención de Washington). Diario Oficial de 4 de octubre de 1967. Santiago.

Gobierno de Chile, 1970. Ley 17.288. Ley de monumentos nacionales. Diario Oficial de 4 de febrero de 1970. Santiago.

Gobierno de Chile. 1992. Decreto N° 430. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de 21 de Enero de 1992. Santiago.

Gobierno de Chile. 1994. Ley 19.300. Aprueba ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Diario Oficial de 9 de Marzo de 1994. Santiago.

Gobierno de Chile. 1995. Decreto N° 1963. Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas. Diario Oficial de 6 de Mayo de 1995. Santiago.

Gobierno de Chile. 1996. Ley 19.473. Sustituye el texto de la Ley N° 4.601, de 1929, sobre caza, y el artículo 609 del Código Civil, Ley de Caza. Diario Oficial de 27 de Septiembre de 1996. Santiago.

Gobierno de Chile. 2008. Ley 20.283. Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Diario Oficial de 30 de Julio de 2008. Santiago.

Goodall, D. 1976. The hierarchical approach to model building. *In*: De Wit, C y Arnold, G. (ed.). *Critical Evaluation of Systems Analysis in Ecosystems Research*. 10 – 21 pp. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 108p.

Groves, C., Jensen, D., Valutis, L., Redford, K., Shaffer, M., Scott, M., Baumgartner, J., Higgins, J., Beck, M. y Anderson, M. 2002. Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. *BioScience* 52(6): 499-512.

Hauser, A. 1989. Fuentes termales y minerales en torno a la carretera austral, regiones X-XI, Chile. *Revista geológica de Chile*. 16(2): 229-239.

Hauser, A. 1997. Catastro y caracterización de fuentes de aguas minerales y termales de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 50, Santiago. 77p.

IREN-CORFO. 1979. Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, Santiago. 43p.

Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 420p.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 1978. Categories, objectives and criteria for protected areas: a final report. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 26p.

Jaramillo, A. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 240p.

Jax, K. y Rozzi, R. 2004. Ecological theory and values in the determination of conservation goals: examples from temperate regions of Germany, United States of America, and Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 349-366.

Jenness, J. 2006. [en línea]. Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.2. Disponible en el WWW: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm> Citado el 10 de octubre de 2008.

Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., Kittel, G., Menard, S., Pyne, M., Reid, M., Schulz, K., Snow, K. y Teague, J. 2003. Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems. NatureServe, Arlington, USA. 47p.

Kalamandeen, M. y Gillson, L. 2007. Demything “wilderness”: implications for protected areas designation and management. *Biodiversity and Conservation* 16: 165-182.

Klijn, F., 1997. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification; with examples of ecoregions, ecodistricts and ecoseries of the Netherlands. Thesis Leiden University, Leiden, Netherlands. 186p.

Klijn, F. y Udo de Haes, H. 1994. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology* 9(2): 89-104.

Leopold, A. 1949. A Sand County almanac, and sketches here and there. Oxford University Press, New York, USA. 228p.

Loidi, J. 2008. La fitosociología como proveedora de herramientas de gestión. *Lazaroa* 29: 7-17.

Luebert, F. y Becerra, P. 1998. Representatividad del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 14(2): 62-69.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2004. Clasificación de pisos de vegetación y análisis de representatividad ecológica de áreas propuestas para la protección en la ecorregión valdiviana. World Wildlife Fund, Comisión Nacional del Medio Ambiente, The Nature Conservancy, Valdivia. 174p.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 316p.

Luzio, W. 1994. Los suelos de Chile. *In*: Suelos, una visión actualizada del recurso. Publicaciones misceláneas agrícolas N° 38. Segunda edición. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago. 219p.

Mac Donald, I., Loope, L., Usher, M. y Hamann, O. 1989. Wildlife conservation and the invasion of nature reserves by introduced species: a global perspective. Pp. 215-255. *In*: Drake, J., Mooney, H., Di Castri, F., Groves, R., Kruger, F., Rejmanek, M. y Williamson, M. (ed.). Biological invasions: a global perspective. Wiley, New York, USA. 550p.

Machado, A. 2004. An Index of Naturalness. *Journal for Nature Conservation* 12: 95- 110.

Machado, A., Redondo, C. y Carralero, I. 2004. Ensayando un índice de naturalidad en Canarias. Pp. 413-438. *In*: Fernández-Palacios, J.M. y Morici, C. (eds.). Ecología Insular/ Island Ecology. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET), Cabildo Insular de la Palma, España. 438p.

Mack, R., Simberloff, D., Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Issues in ecology* 5: 2-20.

Mardones, G. 2003. Paradigmas de la conservación y sus implicancias en la gestión de los espacios naturales. *Atenea* 486: 41-57.

Mardones, G. 2006. Clasificación jerárquica y cartografía de ecosistemas en la zona andina de la región del Bío Bío, Chile. *Revista de Geografía, Norte grande* 35: 59-75.

Martínez Harms, M. J. 2006. Análisis de las áreas silvestres protegidas de la Patagonia occidental según su valor ecosistémico. Memoria Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 55p.

Martínez Harms, M. J. y Gajardo, R. 2008. Ecosystem value in the Western Patagonia areas. *Journal for Nature Conservation* 16: 72-87.

Mella, J. 2005. Guía de campo reptiles de Chile: Zona central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. 147 p.

Mella, J. y Simonetti, J. 1994. Representación y poblaciones viables: Conservación de Mamíferos en las Áreas Silvestres Protegidas de Chile. *Ambiente y Desarrollo* 10(3): 72-28.

- Montes, C., Borja, F., Bravo, M.A. y Moreira, J.M. 1998. Doñana. Una Aproximación Ecosistémica. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla. España. 311p.
- Naess, A. 1973. The shallow and the deep, long-range ecology movements: A summary. *Inquiry* 16: 95-100.
- Odum, E. y Barrett, G. 2006. Fundamentos de ecología. Thomson, México, D.F. 598p.
- Pauchard, A. y Alaback, P. 2004. Influence of elevation, land use, and landscape context patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology* 18(1): 238-248.
- Peralta, M. 1980. Consideraciones generales para el uso de suelos, principalmente forestales en la región de Alto Palena y Chaitén: X región. Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Boletín Técnico N° 58, Santiago. pp 1-49.
- Pinto, V. 1990. Bases para el desarrollo en la cordillera austral. Memoria de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 246p.
- Rabanal, F y Núñez, J. 2008. Anfibios de los Bosques Templados de Chile. Universidad Austral de Chile. 206 p.
- Ramírez, F. 1996. Ecohistoria y destrucción en Chiloé Continental: El valle del Vodudahue 1700-1996. pp 225-257. *In: Actas de la VII jornada nacional de historia regional de Chile.* Santiago, Chile, 22-26 de julio de 1996. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Ramírez, F. y Folchi, M. 1999. La factibilidad histórico-ecológica de proteger la naturaleza. El caso del Parque Pumalín de Douglas Tompkins. *In: VI Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente.* Santiago, Chile, 6-8 de enero de 1999. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Ridder, B. 2007. An exploration of the value of naturalness and wild nature. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 20: 195 - 213.
- Ridder, B. 2008. Questioning the ecosystem services argument for biodiversity conservation. *Biodiversity Conservation* 17: 781 - 790
- Rivas-Martínez, S. 1993. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis* 10: 1-23.
- Rivas-Martínez, S. 2008. Global bioclimatics (Clasificación bioclimática de la Tierra). Disponible en el WWW: http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics-2008_00.htm Citado el 20 de diciembre de 2009

Saaty, T. y Kearns, K. 1985. Analytical Planning. The Organization of Systems. Pergamon Press, Pittsburgh. 208p.

Scheele, D. 1975. Reality construction as a product of delphi Interaction. pp 35 - 68. *In*: Linstone, H. y Turoff, M. (ed.). The Delphi method: Techniques and applications. Addison-Wesley Publishing Company, London. 616p.

Sepúlveda, C. 2002. Áreas Privadas Protegidas y Territorio: la conectividad que falta. *Ambiente y Desarrollo* 18(2-3-4): 119-124.

Sepúlveda, C. 2003. Conservación de la Biodiversidad en Chile: Actores y territorio, la conectividad que falta. *Revista Austral de Ciencias Sociales* 7: 111-128.

Sepúlveda, C. 2004. ¿Cuánto hemos avanzado en conservación de la biodiversidad?: el aporte de las Áreas Protegidas Privadas en perspectiva. *Ambiente y Desarrollo* 20(1): 75-79.

SERNAGEOMIN. 2003. [CD-ROM]. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital N° 4. Santiago.

SERNAGEOMIN-BRGM. 1995. Mapa metalogénico X región sur. Geología hoja Castro. Mapa escala 1:250.000. *In*: Servicio Nacional de Geología y Minería–Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Carta Metalogénica X Región sur. Tomo I: Geología regional, Volumen 1, Santiago. 210p.

Siipi, H. 2004. Naturalness in biological conservation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 17: 457 - 477.

Simonetti, J. y Acosta, G. 2002. Conservando biodiversidad en tierras privadas: el ejemplo de los carnívoros. *Ambiente y Desarrollo* 18(1): 51-59.

Smith, C. y Armesto, J. 2002. Importancia biológica de los bosques costeros de la décima región: el impacto de la carretera costera sur. *Ambiente y Desarrollo* 18(1): 6-14.

Solari, M. E. 2007. Historia ambiental Holocénica de la Región sur-austral de Chile (X-XII región). *Revista Austral de Ciencias Sociales* 13: 79-92.

Soto, R. 2008. Estudio preliminar de la flora y vegetación boscosa de la localidad de Huinay, Chiloé Continental, X región de Los Lagos, Chile. *Memoria Biologo*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas. Valparaíso, Chile. 45p.

Soulé, M. 1985. What is conservation biology?. *Bioscience* 35(11): 727-734.

Turoff, M. 1975. The policy Delphi. pp. 80 - 96. *In*: Linstone, H. y Turoff, M. (ed.). The Delphi method: Techniques and applications. Addison-Wesley Publishing Company, London. 616p.

United Nations Environment Programme (UNEP). 2005. One Planet Many People: ATLAS of our Changing environmental. UNEP, Nairobi, Kenya. 320p.

Urteaga, L. 1999. Sobre la noción de recurso natural. pp. 441-454. *In*: Professor Joan Vilà Valentí. El seu mestratge en la Geografia universitària. Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona, España. 1578p.

Viddi, F. 2004. Ecology and conservation of the Chilean Dolphin and Peale's dolphin in southern Chile. Initial report presented to the Conservation Land Trust and Pumalin Park, Chile. 51p.

Villagrán, C. 1985. Análisis palinológico de los cambios vegetacionales durante el Tardiglacial y Postglacial en Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 57-69.

Villarroel, P. 2001. Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas como experiencia de filantropía ambiental. *Ambiente y Desarrollo* 17(1): 90-93.

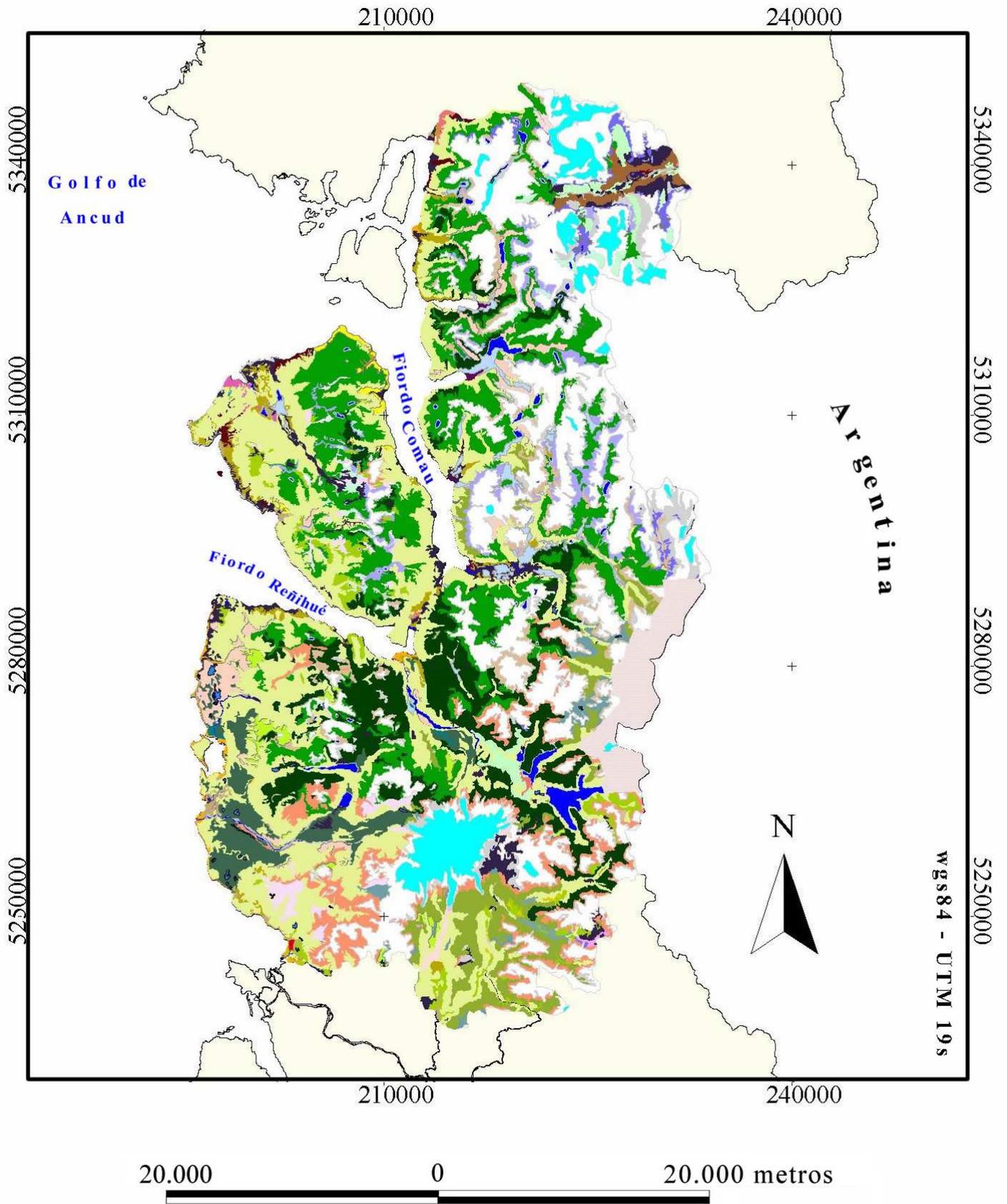
Villarroel, P. 2004. Los gestores privados y su papel en la conservación de la biodiversidad. *Ambiente y Desarrollo* 20(1): 65-74.

Villarroel, R. 2007. Ética y medio ambiente. Ensayo de hermenéutica referida al entorno. *Revista de Filosofía* 63: 55-72.

Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J. y Melillo, J. 1997. Human domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277: 494-499.

ANEXOS

ANEXO 1. Ecosistemas a microescala del área total de estudio



Leyenda

	Afloramientos rocosos		Estepa patagónica
	Bosque achaparrado de <i>N. betuloides</i>		Hielo y glaciares
	Bosque achaparrado de <i>N. betuloides</i> - <i>N. pumilio</i>		Humedales
	Bosque achaparrado de <i>N. nitida</i>		Marismas herbáceas
	Bosque achaparrado de <i>N. nitida</i> - <i>T. stipularis</i>		Matorral
	Bosque achaparrado de <i>N. pumilio</i>		Matorral arborescente de <i>B. buxifolia</i> - <i>R. spinosus</i>
	Bosque achaparrado de <i>N. pumilio</i> - <i>N. antarctica</i>		Matorral arborescente de <i>N. antarctica</i>
	Bosque de <i>E. cordifolia</i> - <i>W. trichosperma</i>		Matorral de <i>C. quila</i> - <i>F. magellanica</i>
	Bosque de <i>F. cupressoides</i> - <i>N. betuloides</i>		Nieves
	Bosque de <i>F. cupressoides</i> - <i>N. nitida</i>		Ñadís herbáceos y arbustivos
	Bosque de <i>M. exsucca</i> - <i>L. apiculata</i>		Playas y depósitos litorales actuales
	Bosque de <i>N. betuloides</i>		Praderas perennes
	Bosque de <i>N. betuloides</i> - <i>N. pumilio</i>		Renoval de <i>E. cordifolia</i> - <i>W. trichosperma</i>
	Bosque de <i>N. betuloides</i> - <i>P. nubigena</i>		Renoval de <i>M. exsucca</i> - <i>L. apiculata</i>
	Bosque de <i>N. nitida</i>		Renoval de <i>N. nitida</i> - <i>P. nubigena</i>
	Bosque de <i>N. nitida</i> - <i>P. nubigena</i>		Renoval de <i>N. nitida</i> - <i>T. stipularis</i>
	Bosque de <i>P. uvifera</i> - <i>T. stipularis</i>		Ríos
	Cajas de ríos		Terrenos sin vegetación
	Centros poblados		Terrenos sobre limite vegetacional
	Corridos de lava y escoriales		Turbales
	Cuerpos de agua		Vegetacion herbácea en orilla
	Derrumbes sin vegetación		Sin información

ANEXO 2. Entrevista realizada a los expertos seleccionados

Nombre: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

Señale la **importancia** que concede a cada uno de los postulados que se presentan a continuación, **en comparación con el resto del grupo**, utilizando la siguiente escala:

Valor	Importancia
0	Nula
1	Baja
3	Moderada
5	Media
7	Alta
9	Muy Alta
2, 4, 6 y 8	Para valores intermedios

Argumentos éticos y filosóficos para la protección de la Naturaleza

La protección de la Naturaleza se justifica por:

- El valor intrínseco de todas las formas de vida e igualdad del derecho a existir
- El valor de existencia de los procesos y elementos abióticos que la componen
- Ser el sistema de soporte vital físico, proveedor de bienes y servicios para la Humanidad
- Ser fuente de información científica, sistema de alerta temprana del deterioro de los ecosistemas y observatorio de cambios globales
- Contribuir al bienestar futuro de la humanidad como reservorio de diversidad genética para el desarrollo de diversas actividades (agricultura, medicina, etc.)
- Ser un espacio de recreación física y ser necesaria para el desarrollo de mentes sanas
- Ser fuente de placer estético e inspiración espiritual
- Poseer valor simbólico e instructivo
- Ser un espacio de expansión para las actividades humanas del futuro

Imperativos científicos - ecológicos de la preservación de la Naturaleza

Para la preservación de la Naturaleza y asegurar la conservación de la diversidad biológica se deben garantizar prioritariamente:

- Condiciones similares a las de un estado primitivo
- Procesos ecológicos que carezcan de intervención humana
- Alta productividad de los ecosistemas
- La evolución natural de la vida en la Tierra
- La provisión de funciones y procesos ecosistémicos

Objetivos de las áreas silvestres protegidas

Las áreas silvestres protegidas deben asegurar:

- La preservación de muestras de ecosistemas
- La preservación de determinadas especies por sus características particulares
- La protección de sitios de interés científico
- La preservación de las bellezas escénicas
- La provisión de bienes y servicios ecosistémicos
- La protección de sitios de interés cultural e histórico
- La preservación de las condiciones naturales de determinadas áreas

ANEXO 3. Selección de expertos

Nombre	Institución y cargo
Ingrid Espinoza	Parque Pumalín (Asesora de tierras)
Dagoberto Guzmán	Parque Pumalín (Administrador general)
Juan Pablo Orrego	ONG Ecosistemas (Coordinador Nacional e Internacional)
Ricardo Bosshard	WWF Chile (Director ejecutivo)
Francisco Solís	The Nature Conservancy (Representante en Chile)
Claudia Sepúlveda	Parques para Chile (Socia fundadora)
Miguel Stutzin	CONAMA (Jefe del Departamento de Protección de Recursos Naturales)
Daniel Álvarez	CONAMA (Jefe de la Unidad de Áreas Protegidas)
Miguel Díaz	CONAF (Jefe del Departamento de Áreas Protegidas y Comunidades)
Jessica Casaza	Consultora FAO y Bosque Modelo
Kyran Thelen	FAO (Programa Regional de Áreas Protegidas)