



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Determinación de zonas prioritarias para
conservación biológica en la VII Región usando
un Sistema de Información Geográfico (SIG)**

Profesor Patrocinante: Sr. Antonio Lara A.

Trabajo de Titulación presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero Forestal.

Patricio Fabián Romero Peña

Valdivia Chile 2003

CALIFICACION DEL COMITE DE TITULACION

		Nota
Patrocinante:	Sr. Antonio Lara Aguilar	<u>6.6</u>
Informante:	Sr. Víctor Sandoval Vásquez	<u>6.0</u>
Informante:	Sr. Cristián Echeverría Leal	<u>6.8</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Antonio Lara Aguilar

Agradecimientos

1. Antonio Lara por su apoyo, paciencia y exigencia en el desarrollo completo del estudio.
2. Cristian Echeverría por su apoyo técnico, facilitación de bibliografía, exigencia en la elaboración de avances y en la etapa final del trabajo.
3. Víctor Sandoval por sus comentarios técnicos y su muy buena disposición ante consultas.
4. Eduardo Neira por su apoyo técnico, sugerencias, comentarios y tiempo fundamentalmente.
5. Patricio Olivares por su constante preocupación y apoyo con material elaborado por CONAMA VII Región.
6. Clodomiro Marticorena por su disposición y por facilitar información valiosa para la elaboración este trabajo.
7. Horacio Samaniego y Pablo Marquet por facilitar información relevante referida a mamíferos presentes en la Región.
8. Roberto Schlatter y Roberto Murúa por sus valiosos comentarios realizados y las ideas aportadas.
9. Cecilia Smith y Ramiro Bustamente por sus sugerencias.
10. Sandra Molina y Tracy Van Holt por compartir sus conocimientos en el mundo de los Sistemas de Información Geográfico.
11. Alexia Wolodarsky por su ayuda en el resumen ejecutivo previo.

Finalmente agradezco a todas las personas, amigos y a mi compañera Olivia por su incondicional apoyo en el desarrollo de este trabajo y especialmente al Centro de Sistemas de Información Geográfico del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la UACH por facilitar sus instalaciones e incorporarme a su equipo de trabajo.

Éste estudio se enmarcó dentro de las actividades de BIOCORES (ICA 4-CT-2001-10095) Biodiversity Conservation, Restoration and Sustainable use in Fragmented Forest Landscapes, financiado por el Programa de Investigación de la Comunidad Europea.

*A mis padres y
a mi hermanita.*

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	4
2.1 Concepto de conservación y por qué se debe conservar	4
2.2 Objetivos para la selección de sitios prioritarios	4
2.3 Métodos de selección sistemática de sitios para conservación: En busca de criterios para priorizar	5
2.4 Índices espaciales para la identificación de sitios con mayor valor de biodiversidad	6
2.5 Aplicaciones de un Sistema de información Geográfico (SIG)	7
2.6 Iniciativas para el diseño de un sistema de áreas silvestres protegidas en Chile	8
2.7 Estado de conservación y representatividad de ecosistemas en la VII Región	9
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	11
3.1 Material	11
3.1.1 Área de estudio	11
3.1.2 Información Base	13
3.1.3 Procesamiento de Información digital	13
3.2 Método	14
3.2.1 Generación de información sistematizada en SIG	14
3.2.2 Desarrollo de índices de prioridad	15
3.2.3 Determinación de niveles de prioridad final	22
3.2.4 Comparación de resultados obtenidos del análisis espacial con resultados propuestos por expertos	22
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
4.1 Distribución original de índices y reagrupamiento	23
4.2 Diversidad de Shannon-evenness (DSE)	24
4.3 Tipos de hábitats (TH)	24
4.4 Bosques núcleo (BN)	24
4.5 Riqueza de especies arbóreas dominantes (READ)	25
4.6 Especies vegetales con problemas de conservación (EVPC)	27
4.7 Usos del suelo antrópico (USA)	27
4.8 Diversidad específica para Mamíferos Terrestres no Voladores (DE-MTNV)	28
4.9 Importancia relativa para Mamíferos Terrestres no Voladores (IR-MTNV)	28
4.10 Deficiencia en representatividad de los Tipos Forestales (DRTF)	30
4.11 Determinación de niveles de prioridad final	31

4.12	Comparación con resultados propuestos por expertos	33
5.	CONCLUSIONES	35

	BIBLIOGRAFÍA	36
--	--------------	----

	ANEXOS	41
--	--------	----

1 Abstract and Keywords

2 Listado de especies de MTNV presentes en la VII Región del Maule

3 Listado de especies vegetales con problemas de conservación presentes en la VII Región del Maule

4 Criterios para valorar la importancia del territorio según mamíferos terrestres no voladores (MTNV)

5 Superficie del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en la Región del Maule a Mayo de 2002

6 Histograma de frecuencia y rangos de los índices utilizados para la priorización sistematizada

7 Asignación de niveles de prioridad final e histograma de frecuencias para el índice integrador (ΣII)

8 Sitios Prioritarios en la Región del Maule identificados en el desarrollo de la estrategia regional de biodiversidad conducida por CONAMA

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal identificar zonas de prioridad para conservación biológica en la VII Región del Maule. Mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfico (SIG), se diseñó un reticulado compuesto por celdas de 100 km² (10 x 10 km), en la cual se proyectaron nueve índices espaciales relacionados con: Estructura y funcionalidad de paisajes, riqueza y amenazas hacia especies vegetales, diversidad e importancia de mamíferos terrestres no voladores, naturalidad y representatividad de ecosistemas boscosos templados. A pesar que se desconoce una interacción significativa entre los índices utilizados, los resultados obtenidos de la superposición de éstos permitieron identificar a quince celdas (4,2%) con el mayor nivel prioridad para conservación biológica. Estas se distribuyeron en las comunas de Parral, Linares, Colbún, Molina y Curicó en la zona precordillerana; Sagrada Familia y Rauco en la zona centro norte; y en Pelluhue, Cauquenes y Chanco en la costa. Estas áreas deberían ser consideradas por los tomadores de decisión o por cualquier iniciativa que apunte a la conservación biológica de la región estudiada.

Palabras claves: Conservación, Sistemas de Información Geográfico, bosques templados, biodiversidad.

1. INTRODUCCION

La Diversidad Biológica o Biodiversidad -definida como el conjunto de todas las especies de plantas y animales, su material genético y los ecosistemas de los que forman parte- sustenta la sociedad de muchas e importantes maneras. Satisface alrededor del 80% de las necesidades humanas, es el pilar económico en muchos países, proporciona nuevas alternativas para la medicina y, cumple funciones ecológicas que permiten mantener la estabilidad planetaria, entre otros. Es por esto que la protección de los recursos naturales es uno de los temas centrales en el ámbito de la globalización. De aquí surge la importancia de comunidades, organizaciones ambientalistas, universidades, ONGs y gobiernos por identificar sitios con significancia biológica para el establecimiento de áreas protegidas.

Sin embargo, las decisiones de protección se toman considerando valores de otro tipo tales como factibilidad económica, o bien, la belleza del paisaje en cuestión. El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) está constituido por 95 unidades de manejo que abarcan 14,1 millones de hectáreas (18,7% de la superficie continental del país). El objetivo principal de dicho sistema es mantener áreas de carácter único o representativo de la diversidad ecológica natural del país, lo cual está siendo parcialmente cumplido. Un ejemplo de esto son las formaciones vegetacionales existentes en Chile continental (Gajardo, 1994). De un total de 85, 19 no están representadas en el SNASPE, en tanto que tan sólo 28 de ellas se encuentran representadas en más de un 5% de su superficie. Por su parte, el 85% de la superficie total del SNASPE se ubica en las regiones XI y XII con el consiguiente hecho que tres cuartas partes de ella representan a sólo una, de las ocho regiones ecológicas del país (Mardones, 1995). La zona central (figura 1) se caracteriza por concentrar una alta biodiversidad y endemismo y paradójicamente es una de las menos protegidas (Armesto *et al.*, 1992). Estos antecedentes hacen urgente una evaluación del SNASPE con el objetivo de determinar si realmente protege la singular fauna y flora de nuestro país.

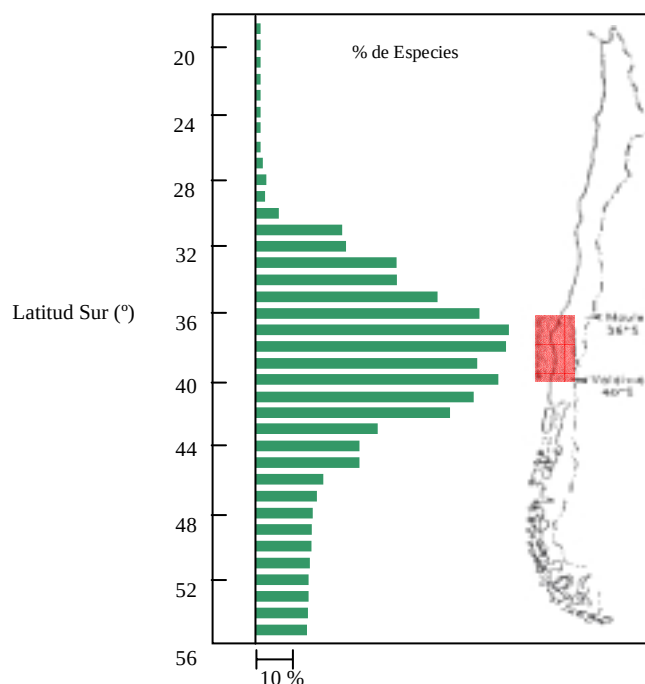


Figura 1. Distribución de la biodiversidad en el País (Armesto *et al.*, 1992)

En Chile, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) es una de las instituciones gubernamentales con atribuciones legales y administrativas encargada de ejecutar el acuerdo que Chile suscribió en la Convención de la Conservación de Diversidad Biológica. En estos momentos desarrolla un proyecto denominado “Sistema de Información para el Manejo Sustentable de los Recursos Naturales Renovables y la Conservación de la Biodiversidad”; cuyo objetivo es realizar el monitoreo y evaluación de las políticas públicas y sectoriales relacionadas al tema (Lara *et al.*, 2002).

Sin embargo, este tipo de sistemas de información, es aún escaso en Chile; CONAMA ha solicitado la elaboración de este tipo de estudios al Instituto de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile entre otras instituciones. Este instituto ha elaborado, junto a un comité de expertos en diversas disciplinas, un estudio denominado “Levantamiento de una base de datos para la implementación piloto del sistema de información para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables y la conservación de la biodiversidad en la X Región de Los Lagos” (Lara *et al.*, 2002).

Esta metodología propuesta es la base del trabajo a desarrollar la cual ha sido adaptada y complementada para obtener una primera aproximación, orientada al nivel organizacional de comunidades naturales. Proporciona una visión “rápida” del estado actual de distribución y conservación de muchos componentes de la biodiversidad y es un paso preliminar para posteriores análisis. Su función es guiar el establecimiento de áreas potenciales para el manejo de la biodiversidad en la planificación de nuevas reservas (Jenning, 1999).

Dos son las principales razones que justifican el presente estudio. La primera se refiere a la deficiencia en representatividad de ecosistemas naturales y seminaturales, como consecuencia de una escasa superficie protegida bajo el SNASPE con tan sólo un 0,61% de la superficie regional. La segunda, hace alusión a las afirmaciones de algunos expertos que señalan al sector costero, comprendido entre la VII y X Región, como un área muy crítica, debido al extremo grado de destrucción y degradación de los bosques nativos (Armesto *et al.*, 1992; Armesto *et al.*, 1996; Echeverría, 2003).

Es por esto, que el presente trabajo desarrolla una metodología que pretende cumplir con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Determinar zonas prioritarias para conservación biológica en la VII Región.

Objetivos Específicos:

- Generar índices representativos, relativos y prácticos de priorización que valoren los ecosistemas maulinos a una escala de paisaje.
- Establecer a través de la integración de principios que valoran distintos aspectos de diversidad biológica y de paisaje, amenaza antrópica, naturalidad y representatividad, una distribución espacial de los diversos niveles de priorización a proponer para la Región.

Este trabajo proporcionará criterios objetivos para determinar zonas con significancia biológica a nivel regional mediante el desarrollo de nueve principios de valoración y un sistema jerárquico de prioridad.

El estudio no considera un análisis acabado a una escala mayor en zonas particulares. Esta etapa es posterior, y debe realizarse con la colaboración de expertos y con un intensivo levantamiento de terreno. Además, no se plantean estrategias para creación y diseño de infraestructura, que posibiliten el desarrollo de una política de conservación.

2. MARCO TEORICO

2.1 Concepto de conservación y por qué se debe conservar

Se llama conservación a aquellas formas de uso en que se procura conscientemente la mantención de algún nivel o densidad del recurso o paisaje, es decir, el uso sostenido en el tiempo (Fuentes, 1994). Otros señalan que consiste en la protección y manejo de muestras de tamaño compatible con la supervivencia, ritmo y evolución de ecosistemas, incluyendo la mantención de las especies y la conservación de su diversidad genética.

Muñoz *et al.* (1996) consideran que los elementos claves en la conservación de la biodiversidad son:

- Conocimiento sobre la riqueza de especies y características distintivas de cada ecosistema, cada especie, su diversidad genética y centros de endemismo.
- Protección de áreas geográficas en que se mantengan, con el mínimo de alteración, muestras representativas de los ecosistemas naturales.
- Conocimiento de las técnicas de manejo sustentable de los ecosistemas y especies y su correcta aplicación por parte de los usuarios de los recursos naturales.

La Convención sobre Diversidad Biológica, originada en la Reunión Cumbre sobre el Medio Ambiente desarrollada en Río de Janeiro en 1992, llamó a los países signatarios a desarrollar estrategias nacionales, planes o programas para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica. Esto, y la creciente necesidad por racionalizar los esfuerzos de conservación, en general, ha llevado a una reciente proliferación de estudios que se dirigen a la identificación de sitios de alta prioridad llamados “Hotspots” y a una red de áreas de protección eficientes para la conservación de biodiversidad (Turpie *et al.*, 2000). La opinión actual menciona que los efectos combinados de pérdidas de hábitat y fragmentación, la ruptura de ecosistemas y el calentamiento global amenazan severamente la diversidad de especies en nuestro planeta, a lo que se suman las demandas crecientes de la población. Consecuencia de ello, es que tan solo una pequeña proporción de la superficie terrestre pueda ser manejada con fines de conservación (Woodhouse *et al.*, 2000). Finalmente, la acción de conservación es necesaria cuando los recursos disponibles para conservar son insuficientes para proteger todas las características en una región en el corto plazo (Pressey y Taffs, 2001).

2.2 Objetivos para la selección de sitios prioritarios

Los objetivos de conservación pretenden identificar y establecer un sistema de áreas protegidas y manejar los ecosistemas naturales fuera de las áreas protegidas (Kanowski *et al.*, 2001). Estos consideran:

- Mantener los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas naturales a un nivel de paisaje.
- Mantener ejemplos viables de éstos ecosistemas a lo largo de su rango de distribución natural.
- Mantener poblaciones viables de especies nativas a lo largo de su rango de distribución natural y
- Mantener la diversidad genética de las especies.

Sin embargo, la realización de objetivos de conservación requiere estrategias para manejar la totalidad de paisajes incluyendo áreas destinadas para producción y protección. Bajo este concepto las reservas debieran cumplir dos roles principales: El primero señala que deben representar la biodiversidad de cada región y el segundo se refiere a la separación que debe existir entre la biodiversidad y los procesos que amenazan su persistencia. La infructuosa complementariedad de estos roles revela la existencia de sistemas de reservas a lo largo del mundo conteniendo una muestra parcial de diversidad biológica, usualmente en lugares remotos y en áreas inapropiadas debido a la realización de actividades comerciales (Margules y Pressey, 2000).

2.3 Métodos de selección sistemática de sitios para conservación: En busca de criterios para priorizar

Diversos métodos se han elaborado en la selección sistemática de áreas de conservación. En Australia, algunos investigadores sugieren entender y analizar dos conceptos al momento de determinar áreas de prioridad de conservación (Pressey y Taffs, 2001). El primero corresponde a la *vulnerabilidad*, definida como la probabilidad o inminencia de destrucción o alteración de vegetación nativa. El segundo corresponde a la *irremplazabilidad* que es el inverso de la probabilidad de que un área candidata para lograr un objetivo de conservación sea reemplazada satisfactoriamente por otra. De esta forma, zonas que presentan la prioridad más alta para la acción de la conservación, son las que deben presentar vulnerabilidad e irremplazabilidad alta, con el fin de proteger en forma urgente y evitar la destrucción y analizar alguna alternativa si la zona presenta algún grado de deterioro (Pressey y Taffs, 2001).

Hotspots es un término planteado para áreas que presentan una concentración excepcional de: diversidad o riqueza de especies, endemismo y que enfrentan altos grados de amenaza (Williams *et al.*, 1996). Neraasen y Nelson (1999) definen un concepto similar de área *top* para zonas con alta frecuencia de pantanos permanentes. Otros son los de *complementariedad* (Williams *et al.*, 1996) y *representatividad* (Lara *et al.*, 2002), referidos a la magnitud en que la adición de una nueva localidad incrementa el número de especies escogidas en una red de reservas, y al aseguramiento de un sistema de reservas representativas en forma eficiente, respectivamente.

En el Simposio sobre sitios prioritarios para la conservación organizado por CONAF en 1993, se concluyó que la selección de sitios de importancia por su biodiversidad, debe

realizarse sobre la base de criterios objetivos de uso general. Estos pueden ser de distinta índole y catalogados como ecológicos y/o prácticos; entre los primeros se mencionan: representatividad y exclusividad de ecosistemas, diversidad de hábitat, diversidad de especies y endemismos, pristinidad, tamaño y mantención de procesos vitales e interacción entre especies. Entre los criterios prácticos destacan los que presentan: el valor para la investigación o monitoreo, potencial educacional y recreativo; y por último, susceptibilidad a la degradación (Muñoz *et al.*, 1996).

2.4 Índices espaciales para la identificación de sitios con mayor valor de biodiversidad.

Diversos investigadores han utilizado índices espaciales en la identificación de sitios con mayor grado de biodiversidad, cuantificación de la composición y configuración del paisaje y análisis al nivel de fragmentos (Hansen *et al.*, 2001; Rey-Benayas y Pope, 1995). Se utilizan exitosamente en la cuantificación de modelos o patrones del paisaje, como es el caso de cambios medioambientales causados por castores (Townsend y Butler, 1996), en análisis de patrones del paisaje, resultado de la habilitación de terrenos (Ripple *et al.*, 1991), y en examinación de cambios en el paisaje urbano y rural provocados por actividades humanas (Díaz, 1996; Medley *et al.*, 1995). Además, reflejan la capacidad del paisaje, para soportar o sustentar ciertas funciones ecosistémicas.

Los patrones del paisaje son una medida integradora que explica como un ecosistema es capaz de proveer hábitat, prevenir la degradación medio ambiental y soportar otros procesos naturales. Variadas definiciones de un buen funcionamiento ecosistémico hacen hincapié en la importancia de considerar una variedad de tipos de medida para capturar características indicativas de “salud” o “declinación” de los ecosistemas (Geoghegan, 1997).

Los índices espaciales son usados, aún cuando los ecólogos puedan tener evidencias de la declinación local de un ecosistema, dado que esta información no necesariamente se traduce a una capacidad para vincular causa y efecto en áreas mayores. Datos en el impacto de acciones humanas en plantas y animales en áreas pequeñas, pueden no ser suficientes para distinguir entre variabilidad natural y declinación de un ecosistema sobre una extensa región (Geoghegan, 1997).

Dos son los propósitos principales de los índices: Primero proporcionan una medida a escala de las observaciones de impacto local a nivel regional, usando conocimiento de los procesos del ecosistema. En segundo lugar, consideran un rango de procesos ecosistémicos o niveles de degradación. Finalmente permiten evaluar los efectos a una escala que es importante desde una perspectiva humana de manejo y valoración (Geoghegan, 1997).

2.5 Aplicaciones de un Sistema de información Geográfico (SIG)

SIG es un poderoso conjunto de herramientas que recopilan, almacenan y recuperan información, transformando y desplegando datos espaciales del mundo real, requeridos para cumplir propósitos determinados (Burrough, 1998). Entre las múltiples aplicaciones en el ámbito de la conservación y biodiversidad, se cita la elaboración de un criterio que consiste en determinar cuanto más “prístina” o inalterada es una localidad, con la finalidad de incluir áreas en un plan de conservación regional en la zona de los Grandes Lagos en Estados Unidos (Barry *et al.*, 2001); utilizando las coberturas correspondientes a: clasificación del uso de la tierra, tipo de cobertura de bosques, propiedad de la tierra, densidad de población humana, densidad de caminos y hábitats ideales para lobos. Los resultados indican que el 5,7% del área de estudio correspondió a las zonas de mayor pristinidad, en sectores con cobertura boscosa y con una densidad poblacional y de caminos menor a 1 habitante/km² y a 0,5 km/km² respectivamente; así también, en localidades con una alta probabilidad de colonización de lobos.

Un acercamiento con SIG basado en el *Maximal Covering Location Problem* (MCLP) se compara con los algoritmos existentes de *complementariedad* para seleccionar áreas prioritarias de conservación para aves en el Reino Unido (Woodhouse *et al.*, 2000). Los autores sugieren que la selección debiera formar una red con la cobertura total de especies, antes de seleccionar sitios basados solamente en méritos individuales.

Otras aplicaciones son realizadas en la construcción de modelos basados en áreas acuciosamente estudiadas, con el fin de estimar la biodiversidad de plantas en zonas menos investigadas (Iverson y Prasad, 1998; Dumortier *et al.*, 2002); Dentro de las variables que explican esta riqueza, se menciona la cobertura de bosques, el número de parches y al índice de *Shannon-evenness* (indicador de la abundancia y similar proporción de las diferentes clases de usos del suelo).

Exitosamente son utilizados para determinar riqueza de mamíferos mediante superposición de especies en Pennsylvania, Estados Unidos (Joly y Myers, 2001) y una posterior asociación con variables del paisaje; dentro de éstas, se menciona a la densidad de caminos como el mejor predictor de riqueza seguida de la variación topográfica y áreas boscosas.

También se utilizan en la identificación de zonas para restauración de hábitats en el Reino Unido (Lee *et al.*, 2002); conectividad del paisaje (Bunn *et al.*, 2000); conservación de estuarios (Graham *et al.*, 2000); conservación y manejo de corredores y fragmentos de bosque en paisajes suburbanos (Pirnat, 2000) entre otras.

Análisis de “vacíos” o “lagunas” GAP (*Gap Analysis Program*), son realizados para priorizar la selección de localidades para acciones de investigación de conservación en el estado de Idaho Estados Unidos (Kiester *et al.*, 1996). Esta metodología usa datos sobre la proporción en que los taxones o tipos de vegetación, ecosistemas o biomas están representados en las áreas protegidas existentes. Las áreas de importancia de conservación son entonces seleccionadas para llenar los “vacíos” que existan en el sistema de áreas protegidas (Kiester *et al.*, 1996). Las coberturas utilizadas y los

algoritmos de programación, proporcionan una secuencia de localidades que maximizan el número de especies o tipos de vegetación determinados por estos autores.

2.6 Iniciativas para el diseño de un sistema de áreas silvestres protegidas en Chile.

Desde la década de 1980, diversas iniciativas se han desarrollado en torno a la conservación de la biodiversidad. En 1985 se efectuó el primer simposio sobre clasificación del estado de conservación y prioridades de acción de especies arbóreas; luego en 1987 se realiza un segundo simposio sobre vertebrados terrestres y de agua dulce. En 1988 se llevó a cabo un tercer simposio en el cual se presentaron propuestas del estado de conservación de cactáceas y suculentas, helechos y bulbosas; y en 1993 el denominado "Sitios prioritarios de para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile" cuyos resultados fueron publicados posteriormente por Muñoz *et al.* (1996) (Lara *et al.*, 2002).

En particular, los bosques templados de Chile han sido identificados por el fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) entre las ecoregiones del mundo que representan los sitios más urgentes para su conservación. Como resultado de esto, se ha elaborado un documento denominado "Visión de Biodiversidad para la Ecoregión de los Bosques Valdivianos", (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2002) donde se definen áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad. *Conservation International* también identificó a esta región como parte de los 25 sitios de alto valor para conservar la biodiversidad mundial (Conservation International, 2002)

Bird Life International clasificó a la Ecoregión como un sitio de gran importancia por el número de aves endémicas que alberga (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2002). Finalmente, el análisis de los "bosques de frontera" del *World Resources Institute (WRI)* señaló a los bosques valdivianos como uno de los remanentes boscosos más grandes y ecológicamente intactos (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2002).

Numerosos esfuerzos chileno-argentinos están siendo desarrollados para conservar esta eco-región de singular valor y belleza paisajística. En el marco de un Programa Binacional de Conservación con Argentina, se han iniciado una serie de acciones conjuntas a partir de 1996 (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2002).

El Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) lleva a cabo una serie de proyectos financiados por el Fondo de las Américas, PNUD, GEF, y Municipalidades participantes en la X Región (Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, 2002).

A nivel académico-gubernamental, la Universidad Austral de Chile junto a CONAF y CONAMA, han realizado una serie de trabajos en la delimitación de sitios prioritarios y elaboración de su cartografía con énfasis en la X Región (Lara *et al.*, 2002).

2.7 Estado de conservación y representatividad de ecosistemas en la VII Región

La Región del Maule forma parte importante de uno de los diez sitios estratégicos para la conservación de la biodiversidad mundial (Myers *et al.*, 2000). Esta integra dos tipos de formaciones vegetales de la Ecoregión Valdiviana: Bosques Templados y Matorral Esclerófilo. Los ecosistemas maulinos poseen un gran número de especies endémicas tanto de plantas como animales, sin embargo a consecuencia de los altos niveles de intervención antrópica, un elevado número de estas se encuentran con problemas de conservación. Según Benoit, (1998); Glade, (1998); Marticorena y Rodríguez, (1995), 128 especies de flora y fauna de la VII Región están en esta categoría. Paradojalmente a pesar de la alta concentración de especies endémicas en la Región y de presentar el mayor número de especies amenazadas a nivel de país, la protección de sus ecosistemas en el SNASPE (Cuadro 1) es mucho menor que el resto del país (Armesto *et al.*, 1998; Gajardo, 1994) y menor que el mínimo recomendado por organismos internacionales tales como La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (CONAMA, 2002)

Cuadro 1. Nivel de representatividad de los ecosistemas a nivel de país en el SNASPE según Gajardo (1994). Las filas en gris representan los ecosistemas presentes en la Región del Maule.

Sub-Regiones Ecológicas	Superficie Total (ha)	Sup. SNASPE (ha)	% Representatividad
Desierto absoluto	9.185.466	145.651	1,6
Desierto andino	4.493.684	33.776	0,8
Desierto costero	1.621.700	47.194	2,9
Desierto florido	2.143.064	0	0,0
Altiplano y puna	7.172.418	547.249	7,6
Andes mediterráneos	5.167.824	52.750	1,0
Matorral estepario	1.772.450	16.468	0,9
Matorral y bosque espinoso	1.977.256	1.712	0,1
Bosque esclerófilo	3.422.712	31.843	0,9
Bosque caducifolio montano	1.350.581	9.206	0,7
Bosque caducifolio del llano	4.557.762	2.168	0,0
Bosque caducifolio andino	903.968	31.112	3,4
Bosque laurifolio valdiviano	2.915.906	290.831	10,0
Cordilleras de la araucaria	1.570.625	340.100	21,7
Cordilleras patagónicas	5.366.527	722.473	13,5
Bosque siempreverde con coníferas	3.196.878	820.191	25,7
Bosque siempreverde micrófilo	2.610.763	496.655	19,0
Turberas, de los matorrales y de las estepas pantanosas	7.553.994	6.679.844	88,4
Matorral de la estepa patagónica de Aysén	478.875	22.147	4,6
Estepa patagónica de magallanes	2.465.711	38.527	1,6
Otros Terrenos	5.734.396	3.790.103	
TOTAL	75.662.560	14.120.000	18,7

Uno de los principales problemas de conservación, es la destrucción y deterioro del bosque nativo; en particular de los bosques de *Nothofagus* en la zona mediterránea de Chile (Donoso y Lara, 1996; San Martín y Donoso, 1996). Un estudio, estimó para el período 1978-1987 que un total de 48.600 hectáreas de bosques nativos fueron sustituidos por plantaciones de *Pinus radiata* en las Regiones VII y VIII, correspondiendo al 9,2% de la superficie existente hacia 1978 (Lara *et al.*, 1996). Sin embargo, los autores señalan que estas cifras no reflejan adecuadamente la gravedad del problema, debido a que el proceso de sustitución se ha concentrado en ciertos sectores, indicando que en el mismo período, se sustituyó el 31,3% de los bosques nativos ubicados en la Cordillera de la Costa de la VII Región y más del 50% de los bosques en algunas comunas.

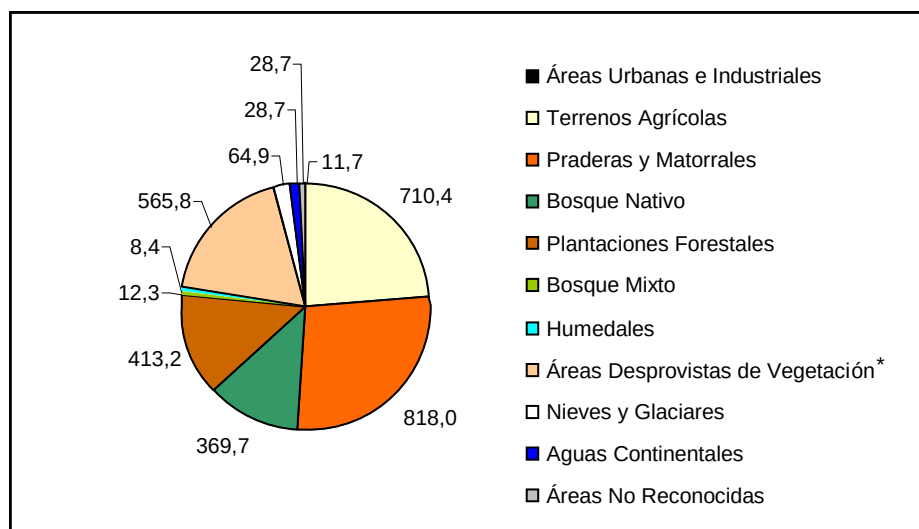
3. DISEÑO DE INVESTIGACION

3.1 Material

3.1.1 Área de estudio

El territorio estudiado corresponde a la VII Región del Maule (Centro Sur de Chile) entre los 34° 42" y 36° 33" de latitud sur y los 70° 18" y 72° 47" de longitud oeste. Cuenta con una extensión de 3,03 millones de hectáreas, distribuida en cuatro provincias: Curicó con 729 mil hectáreas, Talca con 995 mil hectáreas, Cauquenes con 302 mil hectáreas y Linares con 1,01 millón de hectáreas.

De acuerdo con el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF *et al.*,1999), las categorías de uso de la tierra que cubren una mayor superficie son Praderas y Matorrales equivalentes a un 27,0% seguidas de Terrenos Agrícolas con un 23,4% del total (figura 2 y 3). De la superficie regional de bosques, 370 mil hectáreas corresponden a bosque nativo (12,2 %) mientras el 12,7% (413 mil hectáreas) son plantaciones de especies exóticas y el 0,4% (12 mil hectáreas) son bosques mixtos (CONAF *et al.*,1999).



Fuente: Conaf *et al.*, (1999)

Figura 2. Superficie Regional por tipo de uso del suelo en miles de hectáreas. *Considera playas y dunas, afloramientos rocosos, terrenos sobre el límite altitudinal de la vegetación, corridas de lava y escoriales, derrumbes, cajas de ríos, y otros sin vegetación.

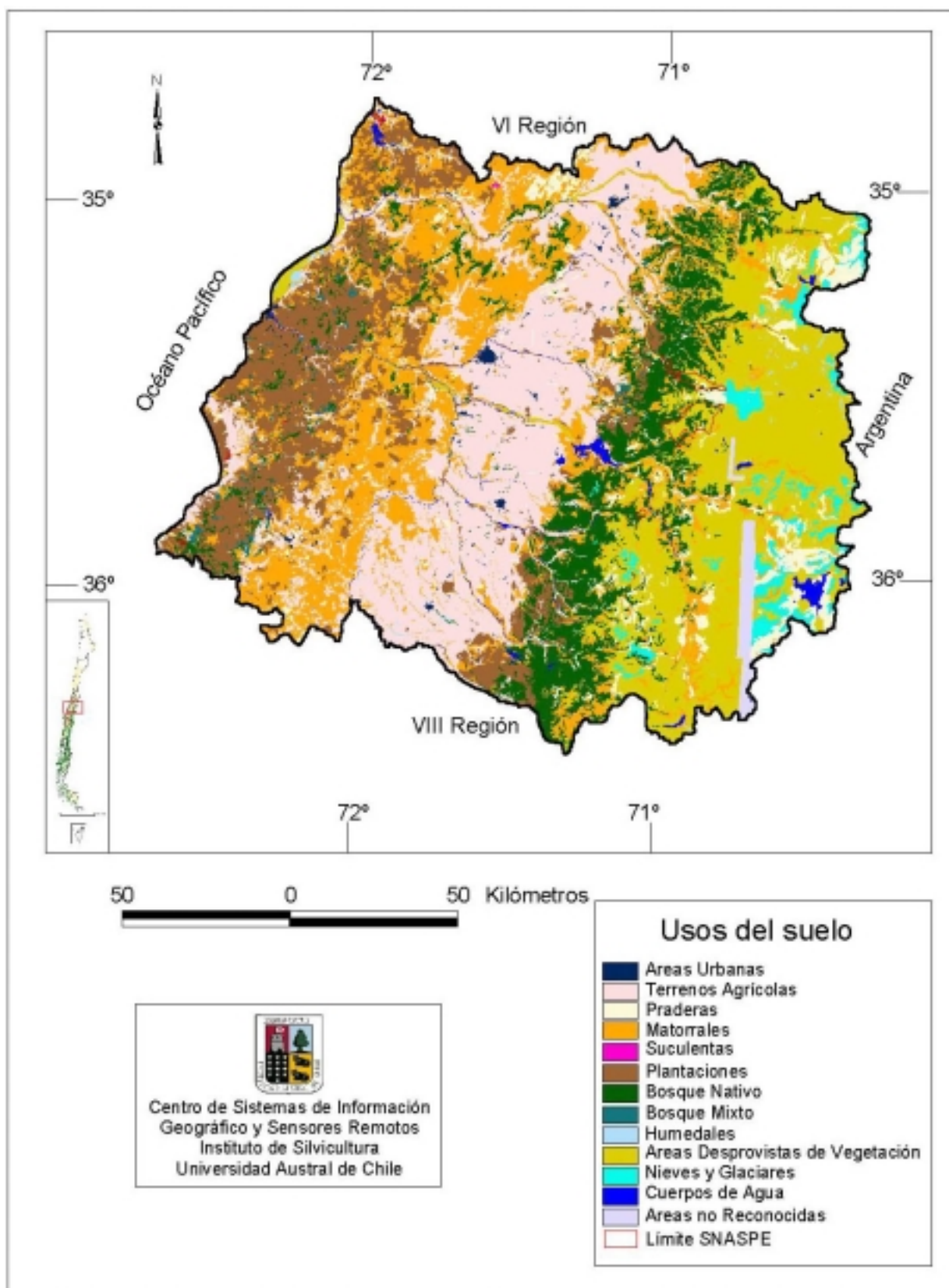


Figura 3 Tipos de Uso del Suelo y distribución de áreas protegidas

3.1.2 Información Base

Siguiendo el método de Lara *et al.* (2002), las zonas prioritarias de conservación fueron determinadas mediante el desarrollo de un índice integrador denominado ΣII compuesto por 9 índices que representan factores importantes para determinar localidades con significancia biológica. Para lo cual, se utilizó información sistemática disponible en cuanto a:

- Tipos de uso del suelo, vegetación actual y áreas protegidas bajo el SNASPE, provenientes de la base de datos del proyecto “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” (CONAF *et al.*, 1999) Escala 1:50.000.
- Distribución geográfica de mamíferos terrestres no voladores en Chile (MTNV) determinada sobre la base de los rangos de distribución geográfica utilizando información de literatura y un sistema de reticulado compuesto por cuadrantes de 0,5 x 0,5 grados de latitud¹ (Anexo 2); todos los rangos de distribución presentes fueron ingresados a un Sistema de Información Geográfico (SIG).
- Dentro de la información no sistematizada, se utilizaron bases de datos proporcionadas por el Sr. Clodomiro Marticorena de la Universidad de Concepción, con coordenadas de presencia para 35 especies vegetales con problemas de conservación (Anexo 3) en la Región; ésta, fue complementada con antecedentes proporcionados por el catastro de distribución para *Nothofagus alessandrii* (San Martín *et al.*, 1991) y notas de campo para *Gomortega keule* (San Martín y Sánchez, 2000; Sepúlveda, 2000).

Hubiese sido interesante e importante contar con la información de flora que maneja la Dra. Mary Kalin Arroyo; sin embargo, a pesar de los esfuerzos por conseguirla, esta no fue facilitada.

3.1.3 Procesamiento de Información digital

El procesamiento de la información sistematizada y los análisis correspondientes fueron desarrollados utilizando los *softwares* ARC-INFO®, las extensiones *Spatial analyst*, *Geoprocessing* y *Patch Analyst* de ARC-VIEW 3.2® y Microsoft Excel® en el Centro SIG y Sensores Remotos (Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile).

La información de las especies vegetales con problemas de conservación no sistematizada fue incorporada en formato SIG con el fin de generar una cobertura digital.

¹ Samaniego, H. 2002. PUC. Comunicación escrita

3.2 Método

3.2.1 Generación de información sistematizada en SIG

Paisajes con gran diversidad vegetal, son consecuencia de una alta variabilidad edáfica, climática y topográfica por lo que marcadas variaciones altitudinales, latitudinales y longitudinales generan un espectro casi completo de formas de vida que se encuentran reunidas en un espacio reducido y que por lo general están asociadas a extensas regiones biológicas (CONAMA, 2002). Para evaluar esta variabilidad, algunos autores plantean diversos tipos de reticulados dependiendo de la escala de trabajo y la información disponible (Kiester *et al.*, 1996; Iverson y Prasad, 1998; Neraasen y Nelson, 1999; Joly y Myers, 2001; Squeo *et al.*, 2001; Lara *et al.*, 2002).

La Región fue dividida en 355 celdas (Figura 4) de una superficie de 100 km² (10 x 10 km cada una) a excepción de las celdas de borde. Los nueve índices a desarrollar, asumen un valor numérico dentro de un rango determinado para cada una de las 355 que conforman la Región correspondiendo los valores más altos a las situaciones más prioritarias.

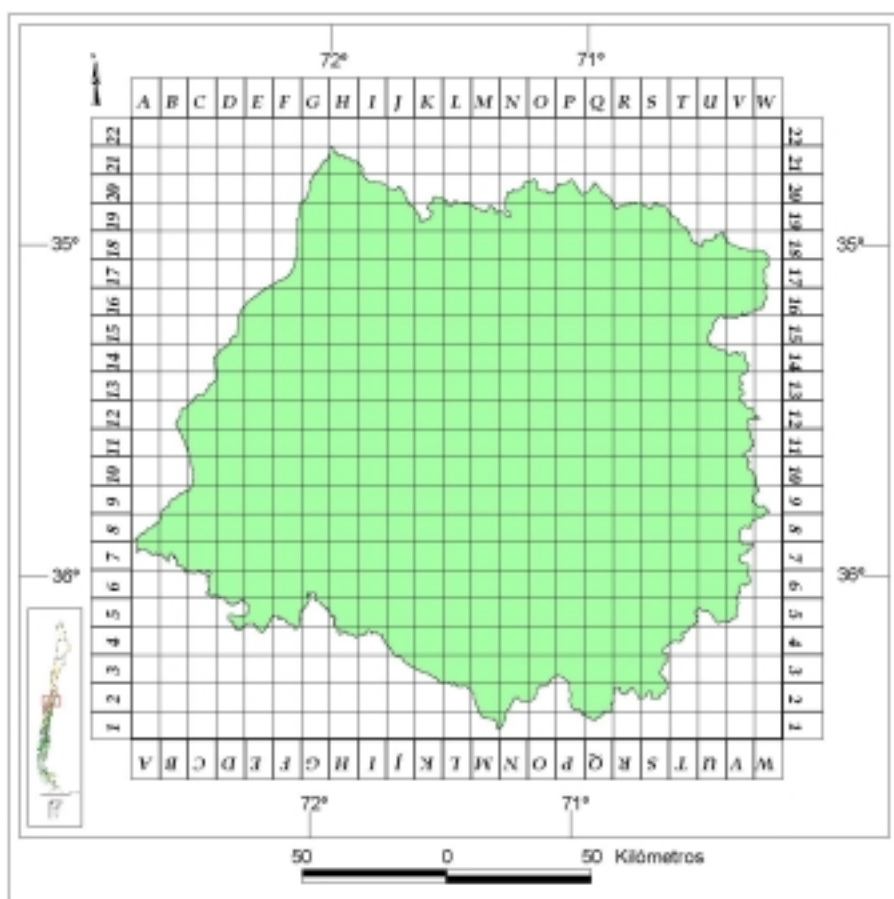


Figura 4. Reticulado base de 10 x 10 km utilizado para el análisis espacial en Sistemas de Información Geográfico (SIG)

3.2.2 Desarrollo de índices de prioridad

Los criterios a utilizar para la definición de índices en este trabajo corresponden a los más recomendados en otras experiencias y que pueden desarrollarse con la información disponible (Lara *et al.*, 2002). Una descripción de cada una de las métricas o índices desarrollados se realiza a continuación.

Diversidad de Shannon-evenness (DSE). El índice de diversidad de Shannon-evenness (Cardille y Turner, 2002), es una adaptación del índice desarrollado por Shannon y Weaver (1963) que persigue la normalización de la distribución. El no hacerlo, implica variaciones significativas al momento de comparar entre paisajes que difieren en el número de categorías de usos del suelo a analizar (Cardille y Turner, 2002).

Este índice cuantifica la diversidad del paisaje basado en dos componentes: el número de distintos tipos de parches (para este estudio definidos como hábitats naturales y seminaturales) y la distribución proporcional en área entre los tipos de parches. Comúnmente los dos componentes son llamados riqueza y uniformidad. La riqueza se refiere al número de los tipos de parches (componente composicional) y la uniformidad al área de distribución de clases (componente estructural). El índice es calculado según el modelo del cuadro 2.

Cuadro 2. Características del índice de Diversidad de Shannon-evenness.

Índice		Usos del suelo
Diversidad de Shannon-evenness		Praderas naturales, matorrales, matorrales–praderas, matorral arborescente, matorral con suculentas, formación de suculentas, bosques adultos y adulto-renoval, renovales, bosques achaparrados, humedales, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares.
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Diversidad de paisaje	Catastro	$-\sum_{i=1}^m (p_i * \ln p_i) / \ln(S)$ p_i: Proporción del área cubierta por cierto uso del suelo que representa a un tipo de hábitat natural i en la celda. S: Número máximo de paisajes naturales y seminaturales presentes en alguna de las 355 celdas.

El índice de diversidad de Shannon-evenness aumenta a medida que el número de hábitats naturales aumenta y/o la distribución proporcional del área entre estos tipos de parches llega a ser más equitativo. Para un número dado de clases de hábitats, el valor máximo del índice de Shannon-evenness se alcanza cuando todas las clases de hábitats tienen la misma área.

Los siguientes ejemplos intentan ilustrar la influencia de la riqueza y de la uniformidad en el índice. En la figura 5 se muestra el efecto de la uniformidad para dos celdas de referencia, ambas integradas por cuatro clases, es decir con igual riqueza. La proporción de las superficies ocupadas por las cuatro clases varía. El

efecto de esta variación de la uniformidad es reflejado por el DSE: cuanto más similar sea el área observada por cada clase, más alto es el índice.

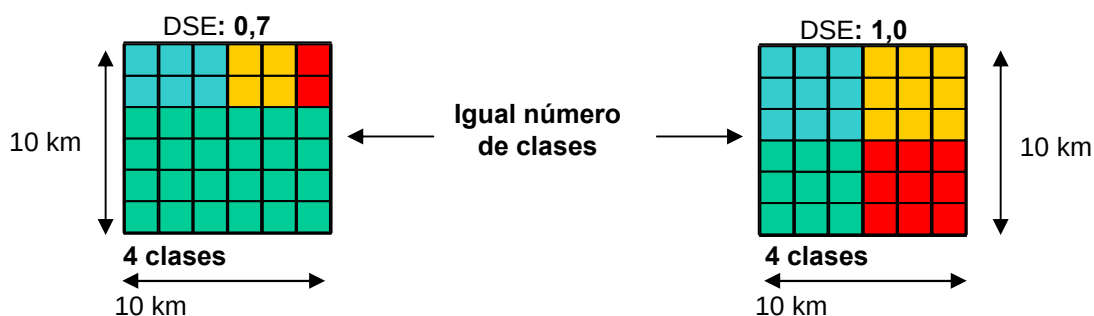


Figura 5. Influencia de la proporción del área de diversas clases de hábitats en el índice de Shannon-evenness

En el siguiente ejemplo la uniformidad es constante es decir el porcentaje proporcional del área cubierta por cada clase de hábitat es constante, pero el número de clases va en aumento (aumento de riqueza). Como resultado del aumento del número de clases, el índice de Shannon-evenness aumenta (Figura 6). Puede ser utilizado como índice relativo al comparar diversas unidades del "paisaje" y así contrastarlos en distintos períodos. Sin embargo, debido al hecho de que el índice es una combinación de la riqueza y de la uniformidad, la interpretación es algo difícil.

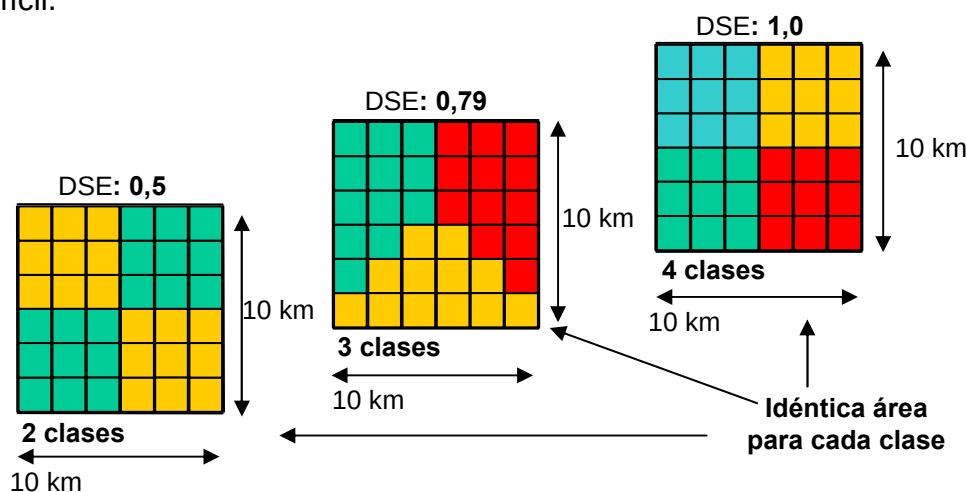


Figura 6. Influencia del número de las clases (riqueza) en el índice de Shannon-evenness

De esta forma, la determinación de localidades a ser incluidas en una red con objetivos de conservación, debiera considerar valores de índice cercanos a uno (Rey-Benayas y Pope 1995).

Tipos de hábitats (TH). La manera más simple de capturar la diversidad de la superficie de la tierra es contar el número de diversas categorías de uso del suelo. La ventaja de este índice es que puede ser calculado y ser interpretado fácilmente. Pero, como en toda medida de riqueza, el resultado puede ser engañoso porque, el área cubierta por cada clase y su importancia no es considerada. Incluso si cierta

clase de uso del suelo cubre un área considerablemente pequeña, se cuenta (figura 7).

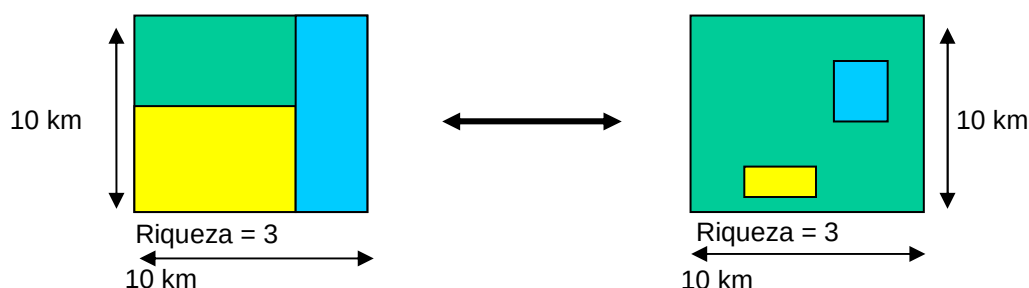


Figura 7. Número de hábitats por celda (NH).

Las celdas que contengan un número cercano al máximo de hábitat definidos como naturales y seminaturales, tendrán la mayor prioridad; por el contrario, celdas que presenten una cantidad menor, tendrán menores niveles de acuerdo a la distribución que presenten los datos a nivel de reticulado. Para esta situación los usos del suelo son los definidos en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características del índice de Tipos de Hábitats

Índice		Usos del suelo
Tipos de Hábitats		Praderas naturales, matorrales, matorrales–praderas, matorral arborescente, matorral con suculentas, formación de suculentas, bosques adultos y adulto-renoval, renovales, bosques achaparrados, humedales, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares.
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Diversidad de paisaje	Catastro	Conteo del número de tipos de uso del suelo asociados a hábitats naturales y seminaturales por celda.

Bosques núcleo (BN). El grado de fragmentación de los Tipos Forestales como consecuencia de la intensa actividad agrícola, la presión por el recurso leña, y el aumento de las tasas de plantaciones con especies exóticas, fue evaluado bajo el criterio de naturalidad y el concepto de Bosques Núcleo. Estos constituyen ecosistemas en los cuales diversas especies, tanto de flora como de fauna, en conjunto con el medio que las rodea (suelo, clima y agua entre otros), conforman una trama interdependiente con características y funciones propias, que en su estado original le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico.

Un antecedente importante relacionado a la pristinidad de los bosques maulinos, lo proporciona el análisis de los "bosques de frontera" del *World Resources Institute (WRI)*. En él se señala la inexistencia de parches boscosos con una superficie mayor a 5.000 y 10.000 hectáreas en la VII Región (Neira *et al.*, 2002); por ende, esta metodología, pretende aislar el efecto borde de los fragmentados parches de bosques naturales presentes en la Región; dado que se desconoce un número o un modelo que dilucide la distancia y por ende las diferencias entre bosques núcleo y

bosques con efecto borde, para estos ecosistemas boscosos se considera una distancia de 300 m. Esta cifra, se basa en un estudio realizado por Laurence *et al.* (1998) en bosques lluviosos del Amazona; los autores señalan que a una mayor distancia, se presentan cambios imperceptibles en mortalidad y tasa de recambio de especies atribuibles a variables que actúan en los bordes de los fragmentos boscosos tales como cambios en el microclima y la influencia de fuertes masas de aire. De esta forma, cada una de las celdas que presentan bosques naturales, fueron evaluadas mediante éste índice de Bosques Núcleo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características del índice de Bosque Núcleos

Índice		Usos del suelo
Bosques Núcleos		Bosques nativos adultos, adulto-renoval, renovales y bosques achaparrados.
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Naturalidad	Catastro	Razón entre la sumatoria del área central correspondiente a bosque nativo distante a un radio de 300 m de su borde y la superficie de la celda.

Posteriormente cada una de las 355 celdas obtuvo un valor de índice; luego estos fueron codificados en una variable nominal discreta compuesta por cinco categorías, desde 5 (Mayor prioridad de conservación) a 1 (nula prioridad por no presentar bosques núcleo).

Riqueza de especies arbóreas dominantes (READ). Una primera aproximación de la riqueza de especies arbóreas dominantes a encontrar en una comunidad boscosa, es conocer el listado de estas especies que la forman. La superficie y ubicación de los polígonos de bosque nativo identificados por el Proyecto Catastro (CONAF *et al.*, 1999) presentes en la Región, fueron interceptadas con el reticulado propuesto. De esta forma se obtuvo polígonos de bosque por celda, los cuales contienen la información del número de especies arbóreas dominantes que los componen. Este número fue promediado de manera tal de obtener un número de especies dominantes por celda. Posteriormente se establecieron cinco categorías de riqueza lo que llevó a establecer cinco niveles de prioridad de conservación para cada una de las 355 celdas que conforman la Región (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características del índice de Riqueza de especies arbóreas

Índice		Usos del suelo
Especies arbóreas dominantes		Bosques nativos adultos, adulto-renoval, renovales y bosques achaparrados.
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Riqueza	Catastro	Promedio del número de especies arbóreas dominantes presentes en cada unidad de bosque nativo.

Especies vegetales con problemas de conservación (EVPC). Para complementar la elucidación de áreas prioritarias y como una forma de evaluar el riesgo de desaparición, se emplearon 35 especies vegetales con problemas de conservación en la Región definidas por CONAF (1985) (Anexo 3). De estas, se recopiló información relativa a su distribución en el área en estudio² situándolas en las cuadrículas geográficas UTM de 10 x 10 km de lado, elaborando una matriz de presencia-ausencia en el reticulado. Mediante el conteo de especies -riqueza- en cada cuadrícula se escogió el 1 por ciento de las cuadrículas con mayor valor de riqueza como las de mayor concentración de especies y que por lo tanto deben ser consideradas en la selección de áreas prioritarias (Cerrillo *et al.*, 2002). Las celdas restantes fueron categorizadas en orden decreciente según el número de especies que presentaron siendo de nula prioridad las celdas que no poseen alguna de estas especies.

Usos del suelo antrópico (USA). En cualquier análisis de conservación debe considerarse también el grado de amenaza real existente sobre especies, comunidades y/o localidades prioritarias (Williams *et al.*, 1996). El presente análisis intenta determinar la distribución espacial en la VII Región de las áreas que presentan un alto porcentaje de usos del suelo con presiones humanas específicas para su utilización (urbanización, plantaciones con especies exóticas, agricultura). Para ello se usó la superficie de usos del suelo antrópico presentes por celda. La figura 8 y el cuadro 6 describen las características y obtención del índice que varía entre cero y uno. Valores cercanos a uno, revelan que una alta proporción del paisaje está fuertemente influenciada por actividades antrópicas; caso contrario para celdas con valores cercanos a cero.

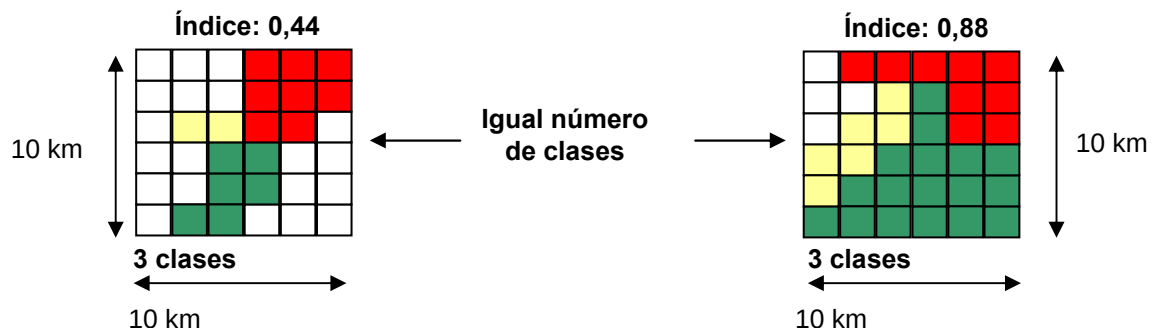


Figura 8. Ejemplo de dos situaciones en el cálculo para el índice de uso del suelo antrópico

² Marticorena, C. 2002. UDEC. Comunicación personal.

Cuadro 6. Características del índice de uso del suelo antrópico

Índice		Usos del suelo
Usos del suelo antrópico		Áreas urbanas, terrenos agrícolas, plantaciones
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Amenaza antropogénica	Catastro	Razón entre la sumatoria de superficie de usos del suelo antrópico presentes en la celda y la superficie total de ésta.

Luego, el índice se codificó como una variable nominal y clasificado en cinco categorías, de uno (grado de amenaza escaso o nulo), a cinco (máximo grado de amenaza).

Diversidad específica (DE-MTNV) e Importancia relativa (IR-MTNV) para Mamíferos Terrestres no Voladores. La determinación de los índices, se basó en la recopilación de estudios centrada básicamente en una revisión bibliográfica exhaustiva de libros, monografías, artículos (publicados entre 1978-1994) en los que se indica de manera explícita, la presencia de mamíferos terrestres no voladores (MTNV) y su localización geográfica³. Las citas fueron almacenadas en una base de datos registrándose la presencia de 30 especies de MTNV para la región del Maule. Éstas, incluyen campos en los que se indica familia, género, especie y un campo común que lo vincula al archivo con las 23 cuadrículas de 0,5 x 0,5 grados de latitud que conforman la Región, utilizadas por el autor.

Dado que el reticulado propuesto para este trabajo es de 10 x 10 km, se ajustó la cobertura original de manera tal que estas celdas circunscritas adquieran los valores de los índices de la cuadrícula de mayor tamaño de acuerdo a: diversidad específica e importancia relativa.

a) Elección del número de especies como índice de diversidad específica (DE-MTNV). Existen numerosos índices matemáticos que evalúan la diversidad en un área geográfica determinada. Sin embargo, los diferentes índices de diversidad no son igualmente sensibles al cambio en el número de especies comunes frente la variación en el número de especies poco abundantes o raras.

Un fenómeno ampliamente constatado, radica en que determinadas regiones son más ricas en especies que otras. Por esto, para muchos biogeógrafos la riqueza específica es un buen indicador de la diversidad biológica cuando se comparan áreas geográficas diferentes (Ministerio del Medio Ambiente de España, 2001). Cinco fueron las categorías definidas para asignar los niveles de prioridad para conservación a cada una de las celdas dependiendo del número de especies que presentó.

b) Criterios para valorar la importancia de un territorio para los mamíferos (**IR-MTNV**). Los criterios se basan en la composición faunística de la Región del Maule seleccionado tres criterios diferentes; para cada uno de ellos se han definido

³ Samaniego, H. 2002. PUC. Comunicación escrita.

categorías a las que se les ha asignado valores numéricos decrecientes en función de la importancia de dicha categoría para los MTNV de acuerdo con: el estado de conservación de la especie, abundancia, y grado de protección legal (Anexo 4)

El siguiente paso fue asignar a cada mamífero, una de las categorías posibles en todos los criterios establecidos. Substituyendo cada categoría por su valor numérico es fácil conocer la relación de especies presentes y la importancia de cada una de ellas. Este valor refleja en cierto modo, su importancia con respecto a las otras especies. Sin embargo, al sumar directamente los valores de todas las especies, las áreas de mayor riqueza específica tenderán a presentar los valores más elevados. Por lo tanto, este dato por sí sólo, podría llevar a conclusiones erróneas. Para estimar la importancia real de ésta Región, sin que el número de especies sea tan determinante, se dividió la suma inicial por el número de especies existentes por celda. De esta manera el valor final es independiente de la riqueza específica.

Deficiencia en representatividad de los Tipos Forestales (DRTF). La representatividad valora el porcentaje de la vegetación dominante de una categoría de Tipo Forestal definido por el Proyecto Catastro, respecto al total de la superficie en el entorno regional. En esta situación se evaluó la representatividad en el SNASPE (Anexo 5) de los seis Tipos Forestales presentes en la región mediante la generación de un índice desarrollado a partir de la intersección de los Tipos Forestales con los límites de las Reservas Nacionales presentes en la Región. De aquí, se obtiene un factor que ponderara la superficie de cada Tipo Forestal, por el porcentaje de deficiencia para cada celda.

Este índice hace referencia, entre otras cosas, al interés por la conservación de comunidades boscosas escasamente representadas. Estas serán lo suficientemente representadas si gran parte de su superficie en el ámbito regional, está incluida bajo la jurisdicción del SNASPE. El cuadro 7 describe las características y obtención del índice.

Cuadro 7. Características del índice de representatividad de Tipos Forestales

Índice		Usos del suelo
Deficiencia representatividad en SNASPE de Tipos Forestales del Catastro		Bosque Nativo: bosques adultos y adulto-renoval, renovales y bosques achaparrados correspondientes a los Tipos Forestales: Ciprés de la Cordillera, Esclerófilo, Lengua, Roble-Raulí-Coihue, Roble-Hualo y Siempreverde
Criterio de Priorización	Cobertura digital utilizada	Cálculo del Índice a nivel de celda
Representatividad	Catastro	Superficie del Tipo i dividida por la superficie de la celda y ponderada por el porcentaje de deficiencia en el SNASPE del Tipo i

A partir de esto, se obtuvo un índice para cada una de las 355 celdas que conforman la Región fluctuando entre los valores de cero y uno. Luego, éste fue codificado en cinco categorías como una variable nominal y clasificado desde uno (menor) a cinco (categoría de mayor deficiencia en representatividad).

3.2.3 Determinación de niveles de prioridad final

Los niveles de prioridad final fueron determinados mediante el desarrollo del índice Integrador ΣII , obtenido a partir de dos procedimientos. Primero, se obtiene la sumatoria de los 9 índices codificados para cada una de las celdas (se propone una sumatoria dado que se desconoce un modelo que represente las interacciones reales entre los índices). El segundo, reagrupa este resultado en una variable discreta compuesta por 5 niveles de prioridad (Cuadro 8) con el objetivo de ajustar los rangos de clases y evitar categorías poco robustas (Anexo 6). Por lo tanto, ΣII hipotéticamente puede tomar valores entre 9 y 45 en cada una de las celdas. Los niveles de prioridad de cada índice y del índice Integrador son representados espacialmente mediante superposición de capas utilizando un Sistema de Información Geográfico.

Cuadro 8. Niveles de prioridad a utilizar en el cálculo del Índice Integrador ΣII

1	Muy bajo o nulo
2	Bajo
3	Intermedio
4	Alto
5	Muy alto

Celdas con niveles de prioridad 1 son celdas que pueden presentar carencia de: diversidad de hábitat naturales y seminaturales, superficies extensas de bosques, riqueza de especies animales (MTNV) y vegetales con problemas de conservación; además pueden presentar superficies de usos del suelo antrópico y finalmente evidenciar deficiencia en la representatividad de Tipos Forestales del Catastro. Caso contrario para celdas que presenten el máximo nivel.

3.2.4 Comparación de resultados obtenidos del análisis espacial con resultados propuestos por expertos.

Los resultados obtenidos por el análisis espacial, fueron comparados con los resultados propuestos por un comité de expertos pertenecientes a las siguientes instituciones (CONAMA, 2002).

- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
- Universidad de Talca (UTAL)
- Universidad Católica del Maule (UCM)

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Distribución original de índices y reagrupamiento

El cuadro 9 presenta una descripción general sobre la base de estadísticas descriptivas para cada uno los índices generados.

Cuadro 9. Estadística descriptiva de índices espaciales para priorización de áreas.

	(1) Shannon- evenness	(2) Tipos de Hábitats	(3) Bosques Núcleo	(4) Riqueza de especies arbóreas dominantes	(5) Especies vegetales con problemas de conservación	(6) Usos del suelo antrópico	(7) Diversidad específica de MTNV	(8) Importancia relativa de MTNV	(9) Deficiencia en representatividad de Tipos Forestales en SNASPE
Nº de Casos	355	355	355	355	355	355	355	355	355
Mínimo	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	2,40	0,00
Máximo	0,74	10,00	0,57	5,00	14,00	0,99	19,00	2,90	0,89
Media	0,29	3,99	0,03	1,33	0,51	0,36	13,93	2,57	0,11
SD	0,16	1,72	0,09	1,27	1,47	0,35	2,01	0,13	0,19
CV (%)	56	43	261	95	288	98	14	5	172
Skewness	0,54	0,57	3,75	0,46	4,89	0,40	0,00	0,20	2,09
Kurtosis	-0,35	0,22	15,60	-0,90	29,94	-1,37	0,04	-1,12	3,63

Los estadígrafos indican una alta dispersión de los datos para (3), (5) y (9) con un coeficiente de variación que supera el 100% a diferencia de (7) e (8) que provienen de un estudio realizado a una escala menor, lo que es revelado por la baja dispersión de los datos. Mientras, el test de normalidad que considera los análisis de Chi-cuadrado, Shapiro-Wilks, asimetría y kurtosis, reveló con un 99% de confianza que ninguno proviene de una distribución normal.

El reagrupamiento de la distribución original de los índices y por ende la asignación de prioridades, se realizó en forma objetiva sobre la base de los cinco niveles jerárquicos descritos con anterioridad, poniendo hincapié en la importancia del objetivo a evaluar. En el Anexo 6 se presentan los rangos y los histogramas de frecuencia para cada uno de ellos.

4.2 Diversidad de Shannon-evenness (DSE)

El 5,3% de las celdas presentó el nivel de prioridad considerado como “Muy Alto” para definir zonas con significancia para conservación basándose en este criterio de uniformidad y riqueza de hábitat; distribuidas a lo largo de la precordillera andina, se concentran en las comunas de Parral, Longaví, Linares y Colbún. El índice revela que menores niveles de prioridad se encuentran a lo largo de la depresión intermedia y Cordillera de la Costa con un 19% y 39% de las casillas en los niveles “Muy bajo o nulo” y “Bajo” respectivamente. A lo largo de la precordillera andina, las celdas de mayor prioridad se encuentran rodeadas por casillas de prioridad “Alta” e “Intermedia” con un 22,3% y 14,4% respectivamente, evidenciando una disminución gradual de uniformidad y riqueza a medida que la distancia de la precordillera aumenta (figura 9 a)

Un caso similar, en que se examinan patrones de diversidad de paisaje en los bosques tropicales de Guatemala (Rey-Benayas y Pope 1995), se realiza con imágenes satelitales Landsat TM. Este estudio indica que existe una fuerte correlación entre la radiancia de la banda 4 y el índice de Shannon-Weaver. Además se encontró una perfecta correlación no paramétrica entre el CV de la radiancia de esta banda, y los tipos de cobertura del suelo presente en las unidades de análisis de 8,5 km² pertenecientes a un reticulado de 255 km².

4.3 Tipos de hábitats (TH)

El 3,6 % de las celdas han sido clasificadas dentro del nivel de prioridad “Muy Alto” basándose en este criterio de diversidad de paisaje. Las comunas de Parral, Longaví, Linares y Colbún son las que concentran cerca del 50% de las celdas con este nivel (figura 9 b). Las restantes se distribuyeron de la siguiente manera: el 13,5% dentro de la categoría “Alta”; 41,1% con prioridad “Intermedia”; 37,7% con prioridad “Baja” y un 3,9% en el nivel “Muy bajo o nulo”.

El patrón de distribución revela la escasa diversidad de estos tipos de paisajes en la depresión intermedia. Las celdas de máxima prioridad generalmente están rodeadas por celdas de prioridad inmediatamente menor siendo este comportamiento reiterativo para las celdas de menor grado.

4.4 Bosques núcleo (BN)

En la precordillera andina es donde se concentra la superficie de bosques definidos como núcleo. El 1,1% de las casillas presentaron una superficie superior a 4.500 ha, siendo clasificadas como las de mayor prioridad para conservación (Celdas M3, N7, N8 y Q14 en figura 9 c) ubicadas en las comunas de Parral, Linares y Molina. Mientras, las restantes prioridades se distribuyen de la siguiente manera: “Alta” con un 1,7%; “Intermedia” con un 5,4%; “Bajo” con el 37,5% y “Muy Bajo o Nulo” nivel de prioridad para el 54,3% de la totalidad de las casillas.

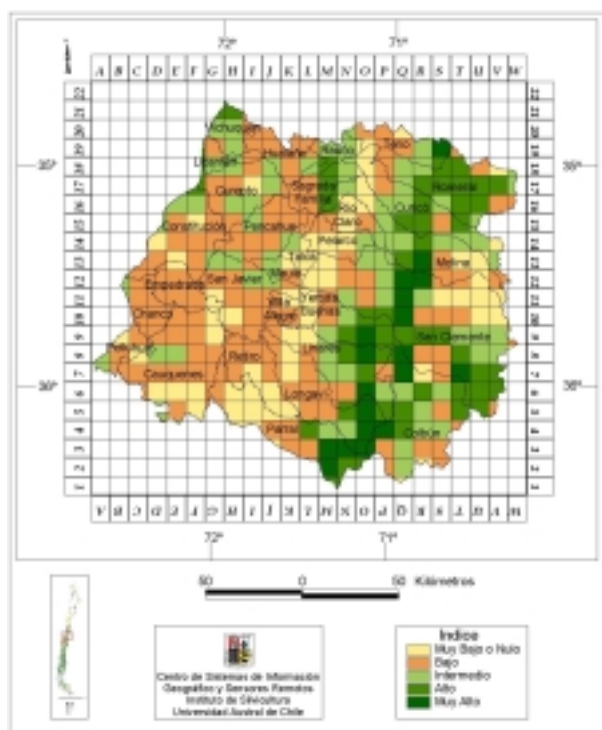
Estos resultados confirman los obtenidos por Neira *et al.*, (2002) arrojando sólo cuatro celdas que presentan una superficie entre 4.500 y 5.000 ha de bosques naturales. De esta manera, el radio propuesto de 300 m para delimitarlos, revela la escasa presencia de bosques prístinos en la Cordillera de la Costa. Laurence *et al.*, (1998) señalan con un 95% de confianza que en los primeros 100 m existe un marcado efecto borde pudiendo ser detectado incluso a los 335 y 280 m para la mortalidad y tasa de recambio respectivamente de las especies que se establecen en estos bosques. Sin embargo, al considerar los efectos humanos como una variable que influye considerablemente en la fragmentación, esta distancia puede variar. Más aún, cuando algunos autores revelan que el efecto antrópico es más dañino que los efectos naturales de borde y al contrario de los factores como luz y temperatura, no disminuye con la distancia si existe acceso para vehículos (Williams-Linera *et al.*, 2002).

Similarmente, una evaluación de fragmentación del bosque en el sur de Nueva Inglaterra mediante análisis multitemporal de imágenes satelitales (Vogelmann, 1994) revela que el índice de continuidad del bosque decrece significativamente con el incremento en la densidad poblacional ocurrida entre los años de estudio; no así, con otras variables socioeconómicas analizadas. El autor sugiere evaluar los patrones y tasas de fragmentación de bosques en extensas áreas y de esta forma proveer revisiones generales útiles que evalúen objetivamente la magnitud de la fragmentación de los bosques.

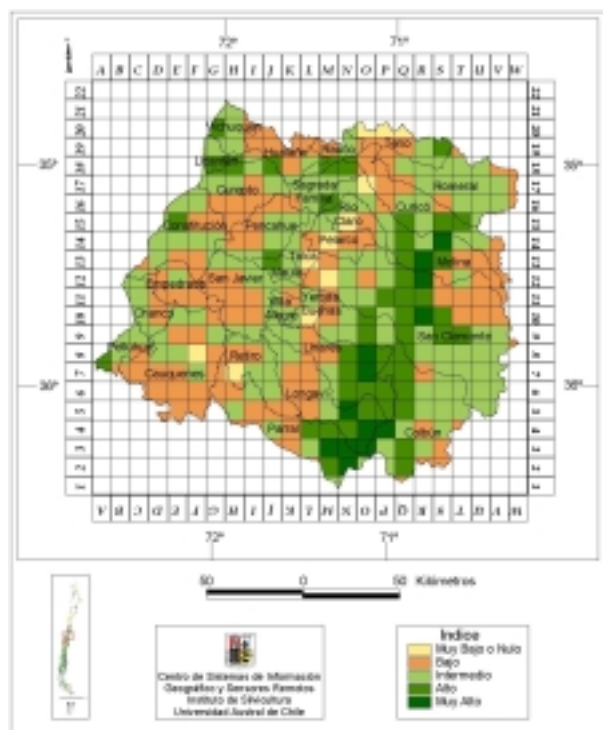
4.5 Riqueza de especies arbóreas dominantes (READ)

El índice revela que paradójicamente los fragmentos de bosque nativo ubicados en la depresión intermedia donde la amenaza por usos del suelo antrópico es mayor, la riqueza de especies arbóreas dominantes alcanza los mayores valores (figura 9 d), no ocurriendo lo mismo en áreas donde se concentra la masa boscosa.

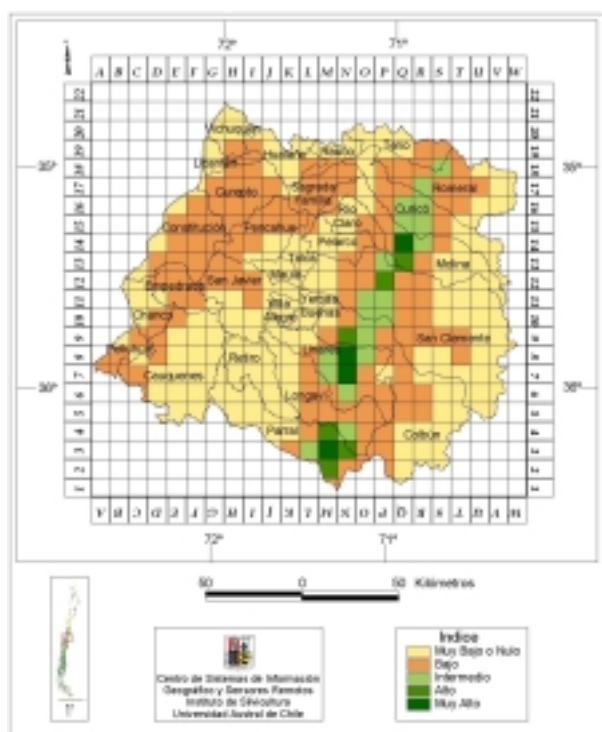
La distribución de las prioridades utilizando este criterio de riqueza es la siguiente: “Muy Alto” con un 5,1% de las casillas, ubicadas en las comunas de Curepto, Sagrada Familia, San Javier y Pencahue en el centro norte de la Región; así también, entre las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco por la costa. “Alta” con un 15% predominantemente en las comunas de Linares, Longaví, Parral y Retiro; “Intermedia” con el 25,6% en las comunas de San Clemente, Molina, Curicó, Romeral, y Pelluhue. Finalmente el nivel “Bajo” en las comunas de Colbún, San Clemente y Vichuquén con el 16,6% y “Muy bajo o Nulo” representando el 37,7% de las casillas distribuidas en el resto de la Región.



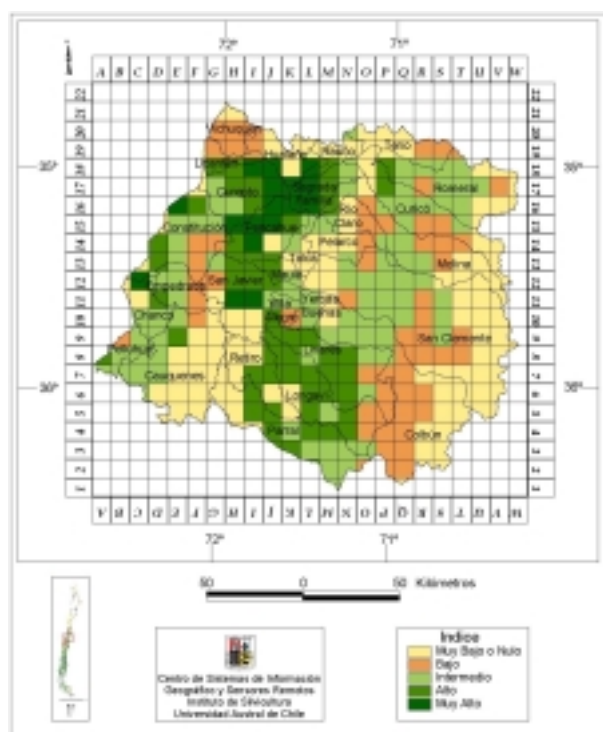
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 9. Niveles de prioridad según (a) Diversidad de Shannon-evenness (DSE), (b) Tipos de hábitats (TH), (c) Bosques Núcleo (BN) y (d) Riqueza de especies arbóreas dominantes (READ).

4.6 Especies vegetales con problemas de conservación (EVPC)

En las comunas de Pelluhue, Cauquenes y Chanco, se han identificado *hotspots* de biodiversidad (Cerrillo *et al.*, 2002). Una celda alberga 14 de las 35 especies vegetales con problemas de conservación, siendo la de mayor concentración en la Región (Celda C9 figura 10 a). La frecuencia de especies disminuye drásticamente a ocho, en tres cuadrículas vecinas (B7, B8 y C9); mientras, en las comunas de la precordillera andina entre Colbún y Linares, se identificó a una celda con ocho especies (P8). Estas cinco celdas, deberían ser consideradas como prioritarias si se persiguiera preservar al menos el uno por ciento de las localidades de mayor concentración de especies amenazadas.

Disímiles resultados obtenidos por (Woodhouse *et al.*, 2000) a partir de la comparación entre el enfoque de complementariedad (MCLP) con el enfoque bajo el criterio de riqueza *hotspots* de especies raras, revelan que el número de celdas de 10 km² (utilizada por los autores) que contienen al menos a una, de la totalidad de estas especies, es un 36% mayor. De igual forma, el número de especies raras presentes en este reticulado, quintuplica al número encontrado bajo el concepto de riqueza. Estos resultados revelarían que, enfoques como el desarrollado en el presente trabajo, no serían lo suficientemente eficientes, sin embargo, se debe señalar y recalcar que el desarrollo del índice (EVPC) no contempla una extensa red de información como es el caso de éstos algoritmos, debido principalmente a las restricciones metodológicas explicadas con anterioridad.

4.7 Usos del suelo antrópico (USA)

Es en la depresión intermedia y en la vertiente occidental y oriental de la Cordillera de la Costa, donde el grado de amenaza antrópica hacia los ecosistemas naturales y seminaturales es máximo; el 20% de las celdas presenta el nivel de amenaza “Muy Alto”, mientras que el 17% cae en la categoría “Alto” y el 15% lo hace en el nivel “Intermedio”. Finalmente los niveles de amenaza considerados como “Bajo” y “Muy bajo o Nulo” representan al 17% y 31% de la totalidad de las celdas respectivamente. Marcado es el patrón de distribución para los distintos niveles orientándose en forma de fajas longitudinales orientadas de NE-SW (figura 10 b).

Los factores que amenazan y hacen vulnerable a los ecosistemas pueden ser evaluados mediante el desarrollo de este tipo de índices a diversas escalas del paisaje. Un indicador consistente debiera identificar y evaluar un importante número de ellos; dentro de estos, CONAMA,(2002) identifica en los ecosistemas forestales maulinos, a la facilidad de acceso y las consecuencias negativas que esto conlleva (incendios forestales, extracción de especies y contaminación, entre otras) como también al establecimiento de sistemas productivos intensivos y a evidencias del efecto del cambio climático en la Región.

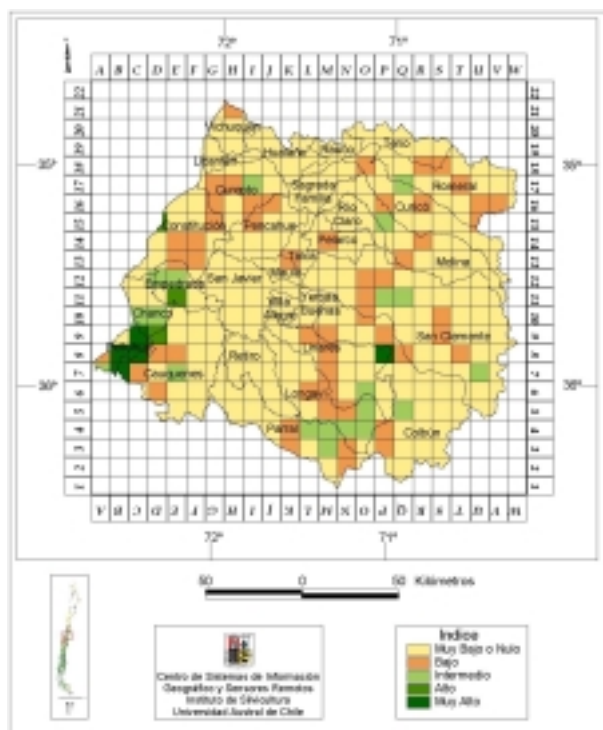
4.8 Diversidad específica para Mamíferos Terrestres no Voladores (DE-MTNV)

A nivel regional, el análisis del número total de especies presentes revela que la tendencia de distribución geográfica no es clara. La zona de mayor riqueza específica, y por ende la que obtiene el nivel de prioridad “Muy Alto”, se presenta en la comuna cordillerana de San Clemente con 19 especies (figura 10 c). Mientras que la prioridad “Alta” se presenta en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa en las comunas de Chanco y Pelluhue y en la Depresión Intermedia donde se concentra la presión por el uso del suelo según lo muestra la figura 10 b. Mientras que al sur de la Región, el número de MTNV se mantiene constante a lo largo del gradiente longitudinal presentando la prioridad “Intermedia” con 11 y 13 especies en las comunas de Cauquenes (Sector sur), Parral, Longaví, Retiro y Colbún. Finalmente los niveles considerados “Bajo” y “Muy Bajo” se han presentado en diversos sectores de la Región abarcado diversos tipos de ecosistemas y unidades fisiográficas sin un patrón de distribución claro. Sin embargo Samaniego (2002)⁴ señala que a nivel de país, existe una estrecha relación entre el número de tipos vegetacionales naturales presentes en cada uno de los cuadrantes de 0,5 grados de latitud y la riqueza asociada a él. Esta relación podría explicarse si se considera que la heterogeneidad de paisajes promueve la coexistencia interespecífica y por lo tanto aumenta la diversidad ya que una mayor diversidad en la estructura del paisaje, produce una mayor subdivisión de los recursos permitiendo una mayor sobreposición de los rangos de distribución. Esto es corroborado por Joly y Myers (2001) señalando que la localización de *hotspots* de riqueza de mamíferos se asocia positivamente al área total de bosque, mientras que estos se asocian negativamente a la densidad de caminos.

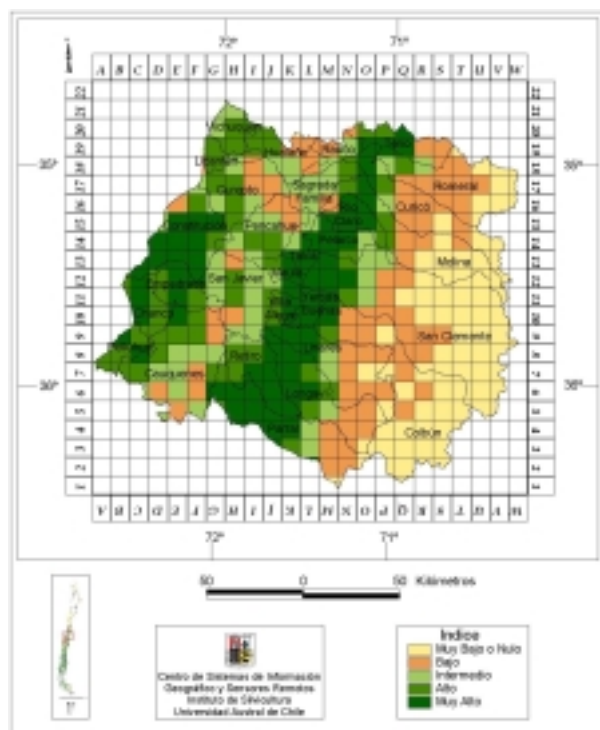
4.9 Importancia relativa para Mamíferos Terrestres no Voladores (IR-MTNV)

La integración de criterios de abundancia, estado de conservación y grado de protección legal de cada una de las especies de MTNV en la Región, revela que la zona noroeste circunscrita en las comunas de Vichuquén, Hualañé y Licantén, presentó los valores de importancia relativa máxima siendo identificada con el nivel de prioridad “Muy Alto” (figura 10 d). Del mismo modo, el nivel de prioridad “Alto” se registra a lo largo del macizo cordillerano Costero en sus dos vertientes; mientras que hacia el interior la prioridad disminuye. A la hora de aplicar la integración de estos criterios, se debe tener en cuenta que un reducido número de citas de especies podría ofrecer resultados no fiables, mientras que el tamaño de la grilla, puede modificar los resultados obtenidos por este índice ya que al aumentar la superficie de las celdas, se añade un número superior de nuevas especies raras más que especies raras ya recolectadas. (Ministerio del Medio Ambiente de España, 2001).

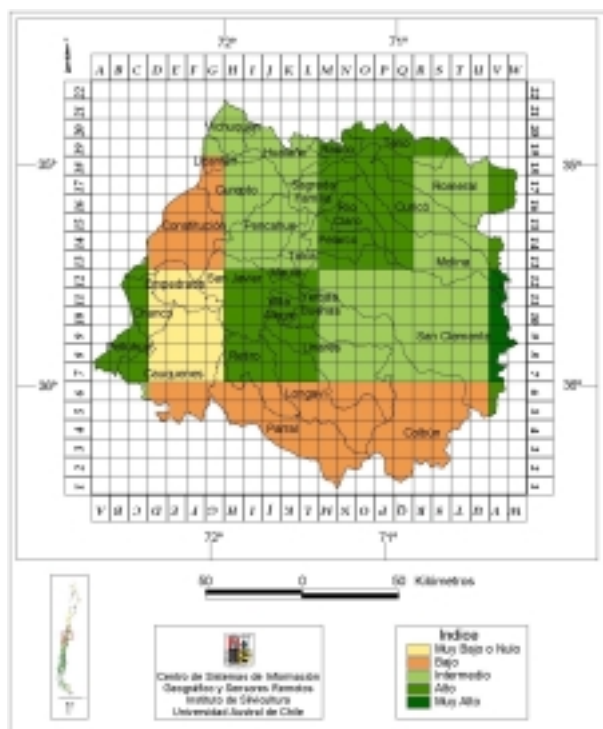
⁴ Samaniego, H. 2002. PUC. Comunicación escrita.



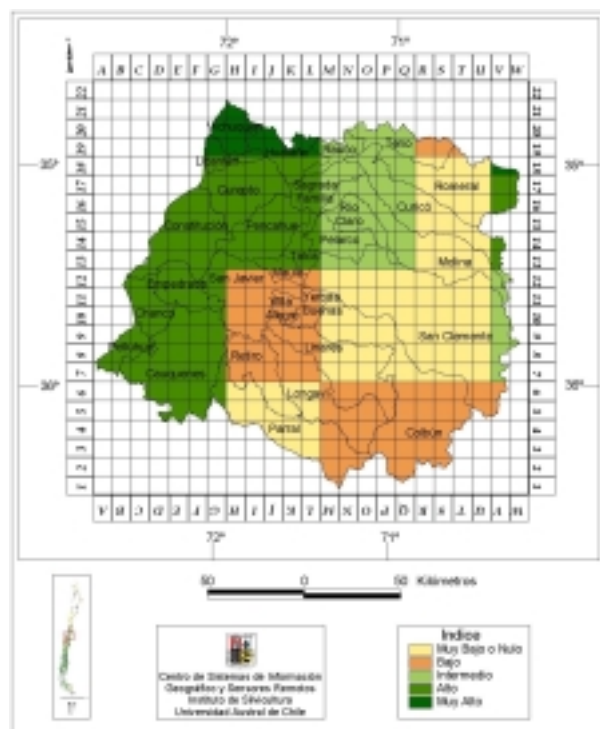
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 10. Niveles de prioridad según (a) Riqueza de especies vegetales con problemas de conservación (EVPC), (b) Usos del suelo antrópico (USA), (c) Diversidad específica para Mamíferos Terrestres no Voladores (DE-MTNV) e (d) Importancia relativa para Mamíferos Terrestres no Voladores (IR-MTNV).

4.10 Deficiencia en representatividad de los Tipos Forestales (DRTF)

El 9,5% de las celdas presentó el nivel de prioridad “Muy alto” distribuidas a lo largo de la precordillera andina donde se concentra la distribución de los bosques naturales. Los niveles de prioridad “Alto” e “Intermedio” fueron localizados alrededor de estas celdas; mientras en la zona costera se identificaron en las comunas de Pelluhue, Cauquenes y Chanco; y por el norte, en las comunas de Penciahue y Sagrada Familia (Figura 11).

El índice revela que los fragmentos boscosos ubicados en la Cordillera de la Costa son de escasa superficie y ante una evaluación como la propuesta en este estudio, que considera la superficie por celda y la ponderación por el porcentaje de deficiencia, arroja un nivel de prioridad “Bajo” para las casillas que contienen estos fragmentos. Es probable que utilizando otra escala de trabajo, el índice pudiera resaltar estos fragmentos y otorgarles un nivel mayor. Finalmente el 37,7% de las celdas no poseen bosques que pertenezcan a uno de los seis Tipos Forestales presentes en la Región siendo por lo tanto de “Muy Baja o Nula” prioridad. Dada la escasa superficie de bosques protegidos por el SNASPE, el índice revela lo acentuado de la deficiencia. Si las superficies boscosas fueran de mayor tamaño, esta evaluación otorgaría niveles de prioridad menores tal es el caso de la X Región en las zonas de Parques Nacionales y extensas áreas protegidas privadas (Lara *et al.*, 2002).

La intersección de los bosques con el SNASPE revela que los Tipos Forestales Ciprés de la Cordillera, Siempreverde y Esclerófilo no están representados; mientras que el porcentaje de representación para los Tipos Forestales Lengua, Roble-Raulí-Coihue y Roble-Hualo es de 4,7; 2,7 y 0,5% respectivamente.

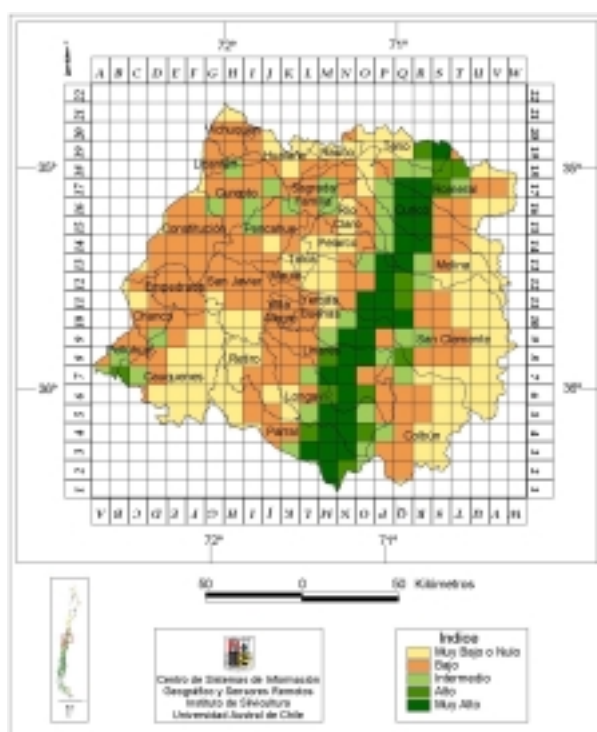


Figura 11. Niveles de prioridad de conservación según Deficiencia en representatividad de los Tipos Forestales en el SNASPE.

4.11 Determinación de niveles de prioridad final

La figura 12 presenta la síntesis de priorización, mientras el Anexo 7 contiene los rangos y el histograma de frecuencia para este índice integrador. El gradiente de tonalidades, revela la presencia de 6 zonas las cuales han sido delimitadas de acuerdo a la homogeneidad de ΣII . El máximo nivel de prioridad se presenta en las zonas 1 y 3 representando el 4,2 % de la totalidad de las celdas.

Con un 24,7% de la totalidad de las celdas, el nivel de prioridad considerado “Alto” se distribuye a lo largo de la Precordillera Andina (Zona 3) y en ambas vertientes de la Cordillera de la Costa extendiéndose hacia la Depresión Intermedia (Zona 1).

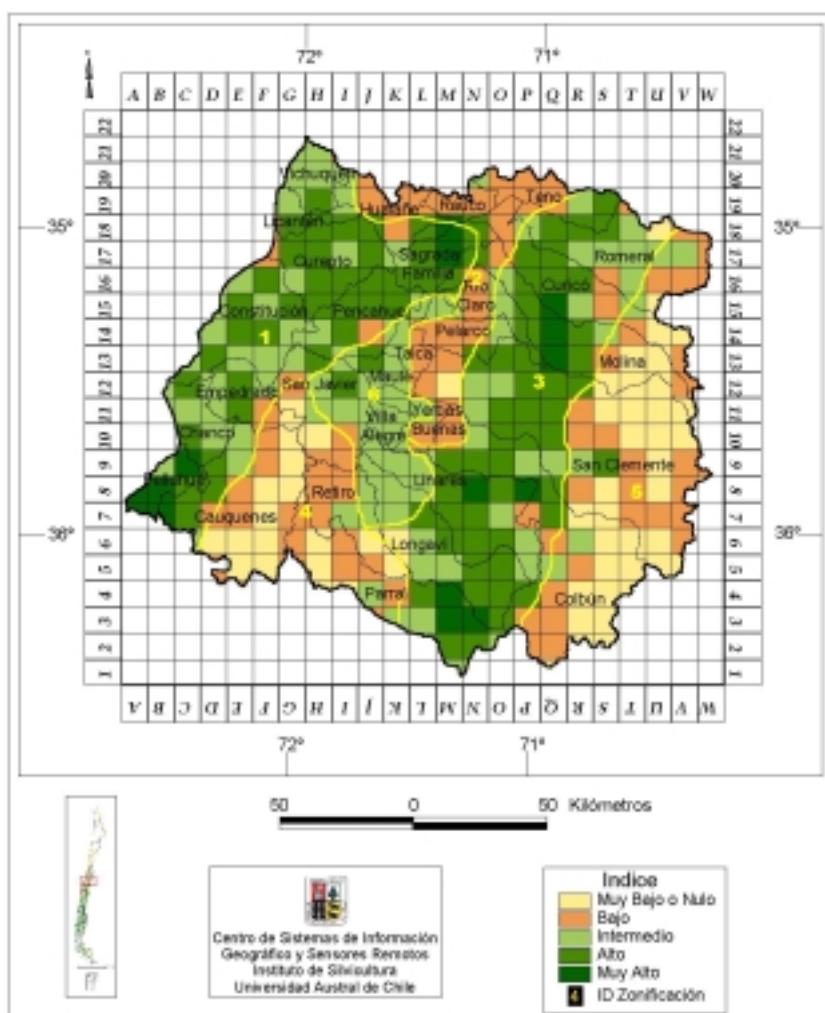


Figura 12. Niveles de prioridad de conservación según índice integrador ΣII .

El nivel “Intermedio” se distribuye en diversas comunas; sin embargo, la síntesis revela el agrupamiento de celdas con esta prioridad en el centro-sur de la Región (Zona 6) con el 27%. El nivel “Bajo” representa el 25,6% de las celdas, las cuales se concentran en la Depresión Intermedia (Zona 2) tal como lo muestra la zonificación de la figura 12.

Por último con en el 18,3% de las celdas, el nivel de prioridad “Muy Bajo” o “Nulo” se identificó principalmente en el sector alto-andino (Zona 5), como también la parte Sur de la Depresión Intermedia (Zona 4).

En el sector sur de la Precordillera Andina, el nivel de prioridad “Muy Alto” es el resultado de la combinación de uniformidad y riqueza de paisajes definidos por el índice de Shannon-evenness, la escasa representatividad en el SNASPE de los Tipos Forestales y naturalidad de ecosistemas boscosos no fragmentados. Mientras en la zona costera esto se explica por la superposición de criterios relacionados a la peligrosidad y riqueza de especies con problemas de conservación, las cuales son amenazadas por presiones del uso del suelo, provenientes de la proliferación de plantaciones y frecuencia de incendios forestales (CONAMA, 2002)

La explicación de por que algunas celdas alcanzan mayores o menores valores de prioridad en la síntesis, debe ser entendido analizando cada uno de los índices por separado (Lara *et al.*, 2002). Muchos índices espaciales son sensibles a la escala de trabajo y a los datos de origen, por ejemplo: Efecto borde, relación fractal y agregación entre otros y es aquí donde la resolución es determinante en lo que se desea analizar ya que ciertos índices, parecen estar más relacionados que lo que aparentan y en algunos casos como ocurre en la definición de áreas núcleo y otros, se ha comprobado que éstas presentan cierta correlación al tratar de interpretar la estructura (configuración espacial) y funcionalidad (procesos ecológicos) de un determinado paisaje. De esta manera, la metodología usada en este estudio asegura la incorporación de aspectos de estructura y funcionalidad en la VII Región entendida a una escala de paisaje⁵.

Como parte de las restricciones del análisis espacial, se cita a la falta de incorporación de información de flora y de sistematización de otros antecedentes. Mientras que, el desconocimiento de la interacción entre los 9 índices originales podría ocultar algún tipo de redundancia y por lo tanto sobrestimar la prioridad para ciertas casillas, la relevancia de cada uno de ellos a la hora de incluirlos en este análisis confirma su integración. Por su parte la incorporación de información proveniente de otra escala (MTNV) de trabajo y su posterior integración, podría sub o sobrestimar los niveles de prioridad de acuerdo a la escala final en la que se presentan los resultados de la síntesis integradora. Sin embargo, dada la importancia del levantamiento de información relacionada con diversidad biológica, ésta es incorporada.

Haciendo alusión al origen de la información, se hace hincapié que este trabajo dependió fundamentalmente de la clasificación de usos del suelo del proyecto Catastro con las incorporaciones provenientes del herbario de la Universidad de Concepción para el caso de especies vegetales amenazadas y antecedentes de mamíferos a una escala menor. Sin embargo el proyecto Catastro, provee un set de datos consistente y relativamente actualizado de la cobertura de uso del suelo en Chile y para este caso de la VII Región. Esta información es fácilmente asequible y se presenta en un formato que posibilita su procesamiento para derivar un completo rango de métricas de paisaje y así evaluar un diverso rango de biotopos y condiciones ecológicas. Bajo este concepto, y

⁵ Echeverría, C. 2002. Instituto de Silvicultura UACH. Comunicación personal.

de acuerdo las tendencias tecnológicas a la hora de determinar zonas con significancia biológica, la clasificación de imágenes mediante Sensores Remotos proporcionaría detalles que complementarían este tipo de información, para así caracterizar los componentes de la geometría del paisaje, cuyos cambios o pérdidas podrían provocar profundas consecuencias en la riqueza de especies.

4.12 Comparación con resultados propuestos por expertos

La diferencia existente en el número y la localización de ciertos sitios al comparar los resultados provenientes del análisis espacial aquí realizado, y la propuesta regional elaborada por CONAMA (2002), radica fundamentalmente en el nivel de detalle y recopilación de información base sobre aspectos de la biodiversidad regional llevada a cabo por un comité operativo compuesto por representantes de los servicios públicos, del sector académico y la ciudadanía. De esta forma, y mediante la incorporación de un criterio de factibilidad por parte de los propietarios a impulsar iniciativas de conservación, se propuso la jerarquización de 51 sitios (Anexo 8) de los cuales cinco, presentan primera prioridad y once segunda prioridad (figura 13).

Sin embargo, a pesar de esta diferencia, los resultados del índice integrador ΣII revelan una notoria similitud y complementariedad para el nivel de prioridad “Muy Alto” con diversos sitios correspondientes a ecosistemas forestales entre los cuales se menciona a: los “Cerros de Upeo”, “Cerros de Cumpeo”, “Ampliación de la Reserva Radal siete Tazas y Los Bellotos”, “Bosques de Digua y Bullileo”, “Lomas de Putagán” “Vegas de Ancoa” y “Tregualemu-Cayurranquil”. Similarmente se identifican ecosistemas costero-marinos en “Arcos de Calán” y “Desembocadura del río Chovellén”.

A pesar que no se dispone de información base detallada para éste último tipo de ecosistemas, el índice que evalúa la riqueza y uniformidad de paisaje (Shannon-evenness) los identifica y clasifica con mayor precisión mediante el nivel de prioridad “Alto” en la desembocadura del río Huenchillamí y en las localidades de “La Capilla” y “Quebradas de Tregualemu” en la zona del litoral sur.

Mientras que en la Cordillera de los Andes, éste índice identifica al sector de “La Laguna del Maule-Campanario” como uno de los más prioritarios (Figura 9a).

Es importante destacar que algunas de las celdas ubicadas en la precordillera andina que presentaron los niveles de mayor prioridad según ΣII , no han sido identificadas por CONAMA (2002). Lo interesante de esto, es que se ubican en sectores contiguos; como por ejemplo, entre “Las Vegas de Ancoa” y la “Alta cuenca del río Ancoa” y en Bullileo por el sur. Otro antecedente importante, es la similitud entre resultados provenientes de la riqueza de especies arbóreas y diversidad de paisajes, con los “Bosques de Curepto” y “Bosques esclerófilos de Vila Prat” por el norte.

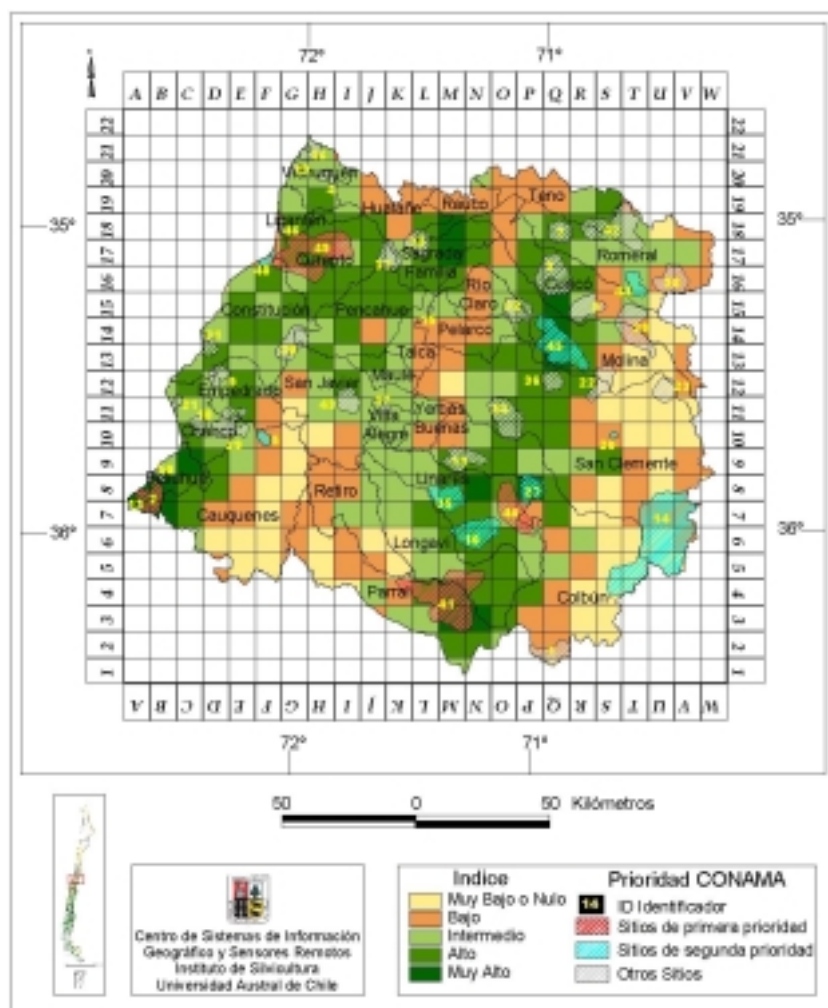


Figura 13. Comparación de resultados obtenidos del análisis espacial con resultados propuestos por expertos⁶.

⁶ El listado de los sitios propuestos por los expertos se presenta en el Anexo 8.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió determinar zonas con significancia biológica para definir áreas prioritarias de conservación en la VII Región del Maule. La aplicación de técnicas de Sistemas de Información Geográfico complementadas con el desarrollo y análisis de nueve índices espaciales, son puestos a prueba en la zona de mayor concentración de biodiversidad del país. El desarrollo de éstos índices y por ende el de la síntesis integradora (ΣII), permitió evaluar la estructura y funcionalidad de ecosistemas heterogéneos de la Región basados en criterios de: diversidad biológica y de paisaje, amenaza antrópica, naturalidad y representatividad. A partir de esto, el índice integrador identificó a 15 celdas (4,2% del total) como las de mayor prioridad para establecer líneas y estrategias de conservación. Éstas se distribuyeron en comunas ubicadas en la zona precordillerana, en la zona centro norte y en la costa sur.

La evaluación del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado reveló la escasa y nula representatividad de los Tipos Forestales definidos por el Proyecto Catastro.

Uno de los aportes de este estudio es la incorporación de información de mamíferos y de localidades con especies vegetales amenazadas a la metodología desarrollada por Lara *et al.*, (2002).

Los nueve índices fueron desarrollados a partir de criterios definidos a "priori" tratados cuantitativamente, por lo tanto el resultado final puede ser objetivo. Sin embargo, esta metodología clara y concisa podría complementar el desarrollo de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica que Chile ha suscrito.

La comparación de los resultados con los propuestos por el comité de expertos, demostró similitud y complementariedad considerando las métricas tanto a nivel individual, como al resultado de ΣII .

Los índices que constituyen ΣII pueden asumir valores variables en el tiempo y en el espacio debido a factores biológicos, antrópicos o catástrofes naturales. Es por esto, que debieran ser actualizados a medida que se disponga de nueva información acerca de biomas, ecosistemas y biodiversidad a cualquier escala de trabajo. Además, la posibilidad de adicionar nuevos índices confiere plasticidad al método para ser adaptado a distintas situaciones pudiendo ser utilizado para comparar otras metodologías y para guiar acciones y estrategias de conservación dada su simplicidad siendo expedito para responder a requerimientos concretos en la determinación de zonas prioritarias.

BIBLIOGRAFIA

- Armesto, J.J; C. Smith-Ramírez; P. León; M.K. Arroyo. 1992. Biodiversidad y conservación del bosque templado en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 8(4): 19-24.
- Armesto, J. J; C. Villagrán; M. Arroyo. 1996. *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Santiago, Universitaria. 495 p.
- Armesto, J. J; R Rozzi, C Smith-Ramírez, M.T.K Arroyo. 1998. Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271-1272
- Barry, C.R; T.P. Rooney; S.I.Ventura; D.M Walter. 2001. Evaluation of biodiversity value based on wildness: A study of the Western North Woods, upper Great Lakes, USA. *Natural Areas Journal* 21(3): 229-242
- Benoit, I. 1998. *Libro rojo de la flora terrestre de Chile*. Santiago. Corporación Nacional Forestal. 157 p.
- Bunn, A.G; D.L Urban; y T.H Keitt. 2000. Landscape connectivity: A conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management* 59(4): 265-278
- Burrough, P. 1998. *Principles of geographical information systems for land resources assements*. New York, United States Oxford University Press. 333 p.
- Cardille, J; Turner. M. 2002. Understanding landscape metrics I. *In*: Gergel, S; M, Turner (eds). *Learning landscape ecology. A practical guide to concepts and techniques*. New York, United States. Verlag. pp 85-100
- Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. 2002. Proyectos y estudios. INTERNET: <http://www.ceachile.cl> 1p. web octubre de 2002.
- Cerrillo M; Dana E; Castro H; Rodríguez-Tamayo M; Mota J. 2002. Selección de áreas prioritarias para la conservación de flora gipsícola en el sureste de la Península Ibérica. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 395-408
- Conservation International. 2002. Conservation strategies hotspots. INTERNET: <http://www.conservation.org/xp/CIWEB/strategies/hotspots/hotspots.xml> 1p. web octubre de 2002.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (Chile). 2002. Estrategia regional para la conservación de la biodiversidad en la Región del Maule. Santiago, CONAMA.114 p.
- Corporación Nacional Forestal (Chile). 1995. Simposio Flora Nativa arbórea y arbustiva de Chile amenazada de extinción. Santiago. CONAF. 80 pág.

- Corporación Nacional Forestal (Chile), Comisión Nacional del Medio Ambiente (Chile), Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento , Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile , Universidad Católica de Temuco. 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, 88 p.
- Díaz, N.M. 1996. Landscape Metrics: a new tool for forest ecologists. *Journal of Forestry* 94 (12): 12-16
- Donoso, C. A, Lara. 1996. Utilización de los bosques nativos en Chile: Pasado, presente y futuro. *In: Armesto, J.; C. Villagrán; M. Arroyo. Ecología de los bosques nativos de Chile. Santiago. Universitaria. pp 363-387.*
- Dumortier, M; J. Butaye; J. Jacquemyn; H. Van Camp; N. Noël. 2002. Predicting vascular plant species richness of fragmented forests in agricultural landscapes in central Belgium. *Forest Ecology and Management* 158 (1-3): 85-102
- Echeverría, C. 2003. Deforestation and forest fragmentation of temperate forests in Chile. M. Phil. Thesis. University of Cambridge, United Kingdom. 111 p.
- Fuentes, E. 1994. ¿Qué futuro tienen nuestros bosques? Hacia la gestión sustentable del paisaje del centro y sur de Chile. Santiago, Universidad Católica de Chile. 290 p.
- Fundación Vida Silvestre Argentina. 2003. Nuevo CD sobre la flora de los bosques andino-patagónicos. INTERNET: <http://www.vidasilvestre.org.ar/bosques/cd-fora> 1p. web octubre 2 de 2002.
- Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Santiago, Universitaria. 165 p.
- Geoghegan, J; L. Wainger; N. Bockstael. 1997. Spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS. *Ecological Economics* (23)1: 251-264
- Glade, A. 1998. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. 65 p.
- Graham, J; S. Neville; D. Barrett; J. Graddon; R. Peter. 2000. Last The conservation significance of estuaries: a classification of Tasmanian estuaries using ecological, physical and demographic attributes as a case study. *Biological Conservation* 92 (3): 383-397
- Hansen, M.J; S.E. Franklin; C.G. Woudsma; M. Peterson. 2001. Caribou habitat mapping and fragmentation analysis using Landsat MSS, TM, and GIS data in the North Columbia Mountains, British Columbia, Canada. *Remote Sensing of Environment* 77(1): 50-65

- Iverson, L.; A. Prasad. 1998. Estimating regional plant biodiversity with GIS modelling. *Diversity and Distributions* 4(1): 49-61
- Jenings, M. 1999. Gap analysis: concepts, methods, and recent results. *Land Ecology* 15:5-20.
- Joly, K; W. Myers. 2001. Patterns of mammalian species richness and habitat associations in Pennsylvania. *Biological Conservation* 99 (1): 253-260
- Kanowski, P.J; S.J. Cork; D. Lamb; N. Dudley. 2001. Assessing the success of off-reserve forest management in Contributing to biodiversity conservation. *In*: Raison, R.J.; A. G. Brown; D.Wflinn (eds). *Criteria and indicators for sustainable forest management*. (IUFRO Research series 7).CABI publishing. pp 379-390.
- Kiester, A. R; M. Scott; B. Csuti; R. Noss; B. Butterfield; K. Sahr; D. White. 1996. Conservation Prioritization using GAP data. *Conservation Biology* 10(5): 1332-1342
- Lara, A. C, Donoso. J. C Aravena. 1996. La conservación del bosque nativo en Chile: Problemas y desafíos. Capítulo 18. *In*: Armesto, J.; C. Villagrán; M. Arroyo. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Santiago. Universitaria, pp 335-362.
- Lara A, Neira E, Echeverría C. 2002. Levantamiento de una base de datos para la implementación piloto de sistema de información para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables y la conservación de la biodiversidad en la X Región de los Lagos. Informe final. Valdivia. UACH. 77p.
- Laurance. W; L .Ferreira; J. Rankin-de Merona; S. Laurance. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. *Ecology* 79(6): 2032-2040
- Lee J.T; S.J. Woody; S. Thompson. 2001. Targeting sites for conservation: Using a patch-based ranking scheme to assess conservation potential. *Journal of Environmental Management* 61(4): 367-380
- Mardones, G. 1995. Representatividad biogeográfica del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Tesis Lic. en Geografía. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile. 87 p.
- Margules, C.R; R.L Pressey. 2000 Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253
- Martcorena, C; R. Rodríguez. 1995. Flora de Chile. Concepción. Universidad de Concepción. 351p.
- Medley, K. E; S. Pickett; M.J McDonnell. 1995. Forest-landscape structure along an urban-to-rural gradient. *Professional Geographer* 47(2): 159-168

- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2001. Criterios para valorar la importancia de un territorio para los mamíferos. INTERNET:
http://www.mma.es/Naturalia/naturalia_hispanica/Mamíferos/atlas_mamíferos/indic_e.html 1p. web octubre 2 de 2002.
- Muñoz, M; H. Nuñez; J. Yáñez. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. Santiago. Corporación Nacional Forestal. 203 p.
- Myers N; R. A. Mittermeier; C.G. Mittermeier; G. Fonseca; J. Kent. 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403: 853-858
- Neira E; Verscheure H; Revenga C. 2002. Chile's Frontier Forests: Conserving a Global Treasure. Global Forest Watch Chile. A Global Forest Watch Chile, report. Santiago. Offset Belleavista Limitada. 55 p
- Neraasen, T.G; Nelson. J. W. 1999 Landscapes planning and management in agro-ecosistms: the canadian prairie experience. Chapter 9. *In*: Baydack, R; H, Campa; J, Haufler. Practical approach to the conservation of biological diversity. pp.141-165.
- Pirnat, J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes, *Landscape and Urban Planning* 52 (2-3): 135-143
- Pressey, R.L; K.H. Taff. 2001. Scheduling conservation action in production landscapes: priority areas in western New South Wales defined by irreplaceability and vulnerability to vegetation loss. *Biological Conservation* 100 (1): 355-376
- Rey-Benayas, J.M; K. Pope. 1995. Landscape ecology and diversity patterns in the seasonal tropics from Landsat TM imagery. *Ecological Applications* 5(2): 386-394
- Ripple, W. J; G.A. Bradshaw; T.A. Spies. 1991. Measuring forest landscape patterns in the Cascade Range of Oregon, USA. *Biological Conservation* 57(1): 73-88.
- San Martín. J; V. Mourgues; A. Villa; C. Carreño. 1991. Catastro actualizado de la distribución y estado de conservación de los bosques de ruil de la VII Región. Informe final. Proyecto investigación y desarrollo. CHI/83/003. 31 pág.
- San Martín, J. C, Donoso. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. Capítulo 8. *In*: Armesto, J.; C. Villagrán; M. Arroyo. Ecología de los bosques nativos de Chile. Santiago. Universitaria. pp 153-168
- San Martín, J; A. Sánchez. (2000). Las comunidades relictas de Gomortega keule Gomortegaceae, Magnoliopsida) en Chile central. *An. Jardín Botánico Madrid* 7(2):317-326

- Sepúlveda, C. (2000). Principales localidades con Gomortega keule (Mol.) Baillon "keule", presentes en la cordillera de la costa de la VII Región. CODEFF-WWF(US).14 p.
- Shannon, C. E; W, Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Illinois, USA. University of Illinois Press, Urbana. 213 pág.
- Squeo, F.A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa de la Región de Coquimbo y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena. 388pp.
- Townsend, P.A; D.R. Butler 1996. Patterns of landscape use by beaver on the lower Roanoke river floodplain, North Carolina. *Physical Geography* 17(3): 253–269
- Turpie K.J; E.L. Beckley; M.S. Katua. 2000. Biogeography and the selection of priority areas for conservation of South African coastal fishes. *Biological Conservation* 92 (1): 59-72
- Vogelmann, J. 1994. Assessment of forest fragmentation in southern England using remote sensing and geographic information systems technology. *Conservation biology* 9 (1): 439-449
- Williams, S; D.Gibbons; C. Margules; A. Rebelo; C. Humphries; R. Pressey. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conservation Biology* 10(1): 155-174
- Williams-Linera, G; R. H Manson; E. Inzunza. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la Región oeste de Xalapa, Veracruz, Mexico. *Madera y Bosques* (8)1: 69-85
- Woodhouse, S; A. Lovett; P. Dolman; R. Fuller. 2000. Using a GIS to select priority areas for conservation. *Computers, Environment and Urban Systems* 24(1): 79-93

ANEXOS

Anexo 1

Abstract and key words

ABSTRACT

Identification of priority areas for biological conservation in VIIth Region, Chile.

The aim of this thesis was to identify the priority areas for biological conservation at a regional scale. A grid of 100 km² squares was developed using a GIS (Geographical Information System) to project nine spatial indices. These indices allowed to assess the structure and function of the landscape, the richness and threats of the vegetal species, and non-flying terrestrial mammals occurring in the VIIth Region. Although a significant association between these indexes has not been studied, 15 cells (4,2%) exhibited the highest level of priority for biological conservation. The results also indicated that the forest ecosystems located in the pre-Andean Range in the communes of Parral, Linares and Molina presented the highest levels of priority. Similarly, this pattern is repeated in the central-northern area of the commune of Sagrada Familia, in Pelluhue, and Chanco on the coast. These priority areas should be considered by decision-makers or any strategy focused on biological conservation of the region examined.

Key words: Biological Conservation, Geographical Information Systems, Temperate Forest, Biodiversity.

Anexo 2

Listado de especies de MTNV presentes en la VII Región del Maule

Listado de especies de MTNV presentes en la VII Región (Samaniego comunicación personal)

<i>Mamíferos Terrestres no Voladores</i>
<i>Abrocoma bennetti</i>
<i>Aconaemys fuscus</i>
<i>Abrothrix longipilis</i>
<i>Abrothrix olivaceus</i>
<i>Akodon andinus</i>
<i>Chelemys macronyx</i>
<i>Chelemys megalonys</i>
<i>Conepatus chinga</i>
<i>Ctenomys maulinus</i>
<i>Euneomys mordax</i>
<i>Galictis cuja</i>
<i>Geoxus valdivianus</i>
<i>Lagidium viscacia</i>
<i>Lama guanicoe</i>
<i>Lontra felina</i>
<i>Loxodontomys micropus</i>
<i>Lynchailurus colocolo</i>
<i>Octodon bridgesi</i>
<i>Octodon lunatus</i>
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>
<i>Oncifelis guigna</i>
<i>Phyllotis xanthopygus</i>
<i>Pseudalopex culpaeus</i>
<i>Pseudalopex griseus</i>
<i>Pudu pudu</i>
<i>Puma concolor</i>
<i>Spalacopus cyanus</i>
<i>Thylamys elegans</i>
<i>Zaedyus pichiy</i>

Anexo 3

Listado de especies vegetales con problemas de conservación presentes en la VII
Región del Maule

Listado de especies vegetales con problemas de conservación

Listado de Especies en la VII Región, incluidas y no incluidas en el Libro Rojo.

En Peligro	Vulnerables	Raras
<i>Beilschmiedia berteroana</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i>	<i>Citronella mucronata</i>
<i>Gomortega keule</i>	<i>Jubaea chilensis</i>	<i>Eucryphia glutinosa</i>
<i>Nothofagus alessandrii</i>	Legrandia concinna	<i>Maytenus chubutensis</i>
<i>Pitavia punctata</i>	<i>Nothofagus glauca</i>	<i>Myrceugenia correaefolia</i>
Berberidopsis corallina	<i>Nothofagus leonii</i>	<i>Myrceugenia leptospermoides</i>
<i>Weinmannia trichosperma</i>	<i>Laretia acaulis</i>	<i>Myrceugenia pinifolia</i>
<i>Saxegothaea conspicua</i>	<i>Persea lingue</i>	<i>Orites myrtoidea</i>
	<i>Laurelia sempervirens</i>	<i>Prumnospytis andina</i>
	<i>Lomatia ferruginea</i>	<i>Satureja multiflora</i>
	<i>Crinodendron patagua</i>	<i>Scutellaria valdiviana</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>	<i>Tepualia stipularis</i>
		<i>Embothrium coccineum</i>
		<i>Pseudapanax laetevirens</i>
		<i>Sophora microphylla</i>
		<i>Cassia arnotiana</i>
		<i>Nothofagus antarctica</i>
		<i>Nothofagus pumilio</i>

Simposio: Flora nativa arbórea y arbustiva de Chile amenazada de extinción; CONAF, 1985 (con incorporaciones de Marticorena (2002) comunicación escrita).

Anexo 4

Criterios para valorar la importancia del territorio según mamíferos terrestres no voladores (MTNV)

Criterios para valorar la importancia de un territorio para los mamíferos según el Ministerio de Medio Ambiente de España (2001)

Estado de conservación de la especie

Las categorías utilizadas en el presente caso se basan en las definidas en el Libro Rojo de los vertebrados de Chile¹. Los niveles de prioridad de conservación para cada una de las especies son los siguientes:

En Peligro (E): Especie en peligro de extinción y cuya supervivencia es improbable si los factores causales continúan actuando (valor 5).

Vulnerable (V): Especies que entrarían en la categoría "En Peligro" en un futuro próximo si los factores causales continuaran actuando (valor 4).

Rara (R): Especies con poblaciones pequeñas, que sin pertenecer a las categorías anteriores, corren riesgo (valor 3).

Insuficientemente conocida (k): Especies que se sospecha pertenecen a alguna de las categorías precedentes, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información (valor 2).

No Amenazada (NA): Especies que no presentan amenazas evidentes. (valor 1).

Abundancia

Es un criterio que se basa en el porcentaje de cobertura que presenta cada una de las especies de mamíferos del área de estudio. Este valor se obtiene calculando el tanto por ciento de las cuadrículas de 0.5 x 0.5 grados que han dado positivo, con respecto del total de cuadrículas. Se han establecido cinco categorías diferentes de prioridad:

Rara (RA): Especie cuya cobertura es inferior al 10% (valor 5).

Escasa (ES): Especies con una cobertura comprendida entre el 21 y el 35% (valor 4).

Frecuente (FR): Especies con una cobertura comprendida entre el 36 y el 50% (valor 3).

Abundante (AB): Especies con una cobertura comprendida entre el 51 y el 75% (valor 2).

Muy abundante (MA): Especies con una cobertura superior al 75% (valor 1).

¹ No se incluye la categoría Extinguida (EX): Especie no localizada con certeza en el área de estudio y en estado silvestre durante los últimos 50 años por no aportar valores de diversidad específica

Grado de Protección Legal

La protección legal que afecta a las diferentes especies de mamíferos de la Región queda reflejada en una serie de Decretos, Convenios y Tratados Internacionales. El criterio utilizado en este caso de basa en la estimación del número de cuerpos normativos que afecta a cada una de las especies; se ha tomado como referencia los siguientes acuerdos:

Reglamento de la ley de Caza: De acuerdo con el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N° 4.601, sustituida por la ley N° 19.473, sobre caza, el decreto Ley N°18.892 y sus modificaciones; la Ley N° 18.755, modificada por la ley N° 19.283 y el artículo 32°, N°8, de la Constitución Política de Chile.

Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres o Convención de Bonn: Decreto Supremo N° 868, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que promulga la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje (CMS).

Convención internacional de comercio de especies amenazada, CITES: Convenio Decreto Ley N° 873: Aprueba Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Ministerio de Relaciones Exteriores, Santiago.

En función del número de actas que hace mención a cada especie, se han establecido cuatro categorías de prioridad:

Grupo 1: especies incluidas en las tres actas citadas anteriormente (valor 5)

Grupo 2: especies incluidas en dos de las actas citadas anteriormente (valor 4)

Grupo 3: especies incluidas en una sola de las actas citadas anteriormente (valor 3)

Grupo 4: especies no incluidas en ninguna de las actas citadas anteriormente (valor 1)

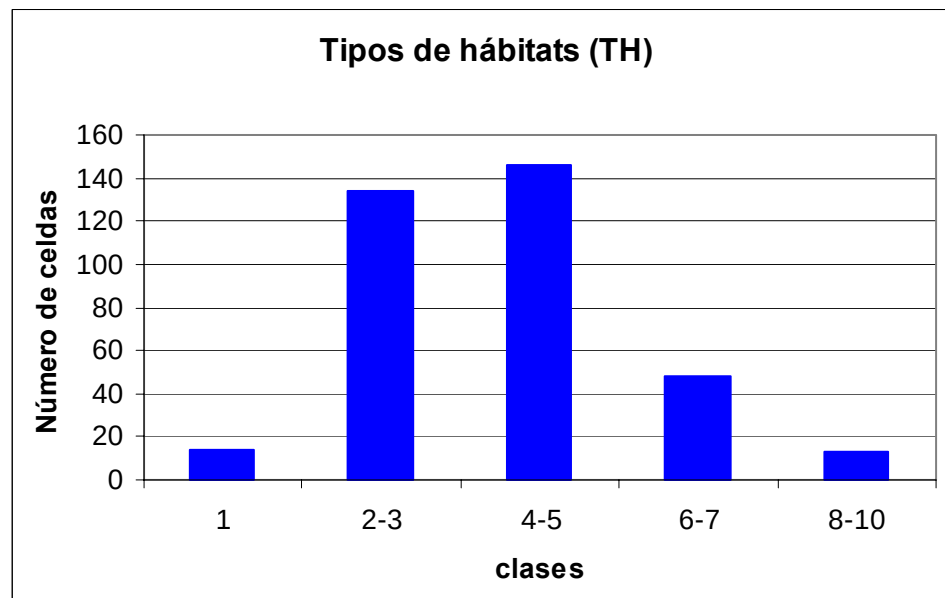
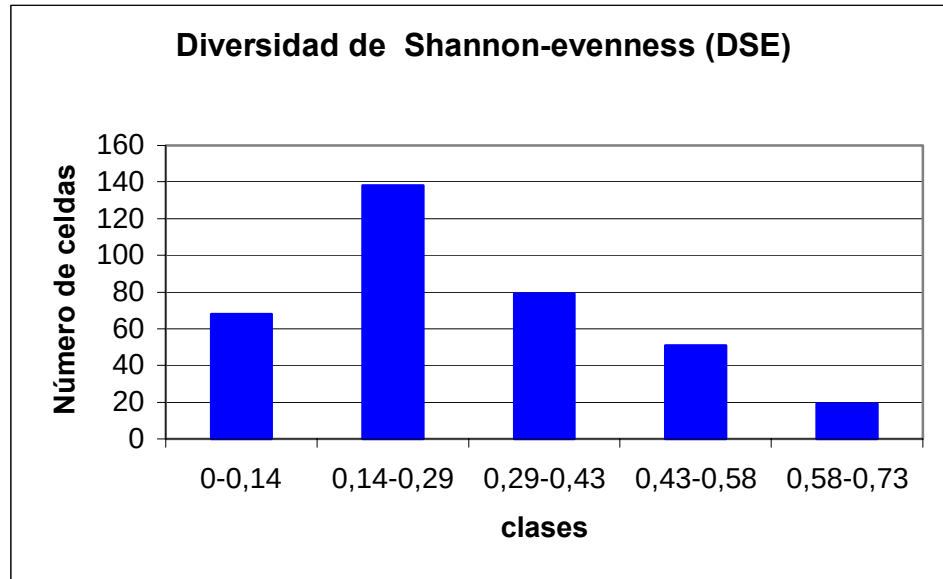
Anexo 5

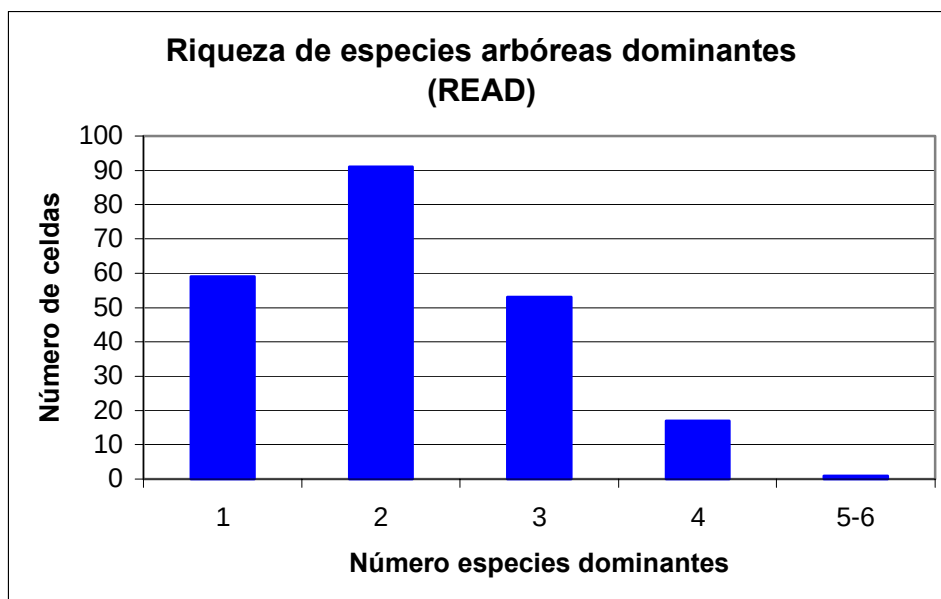
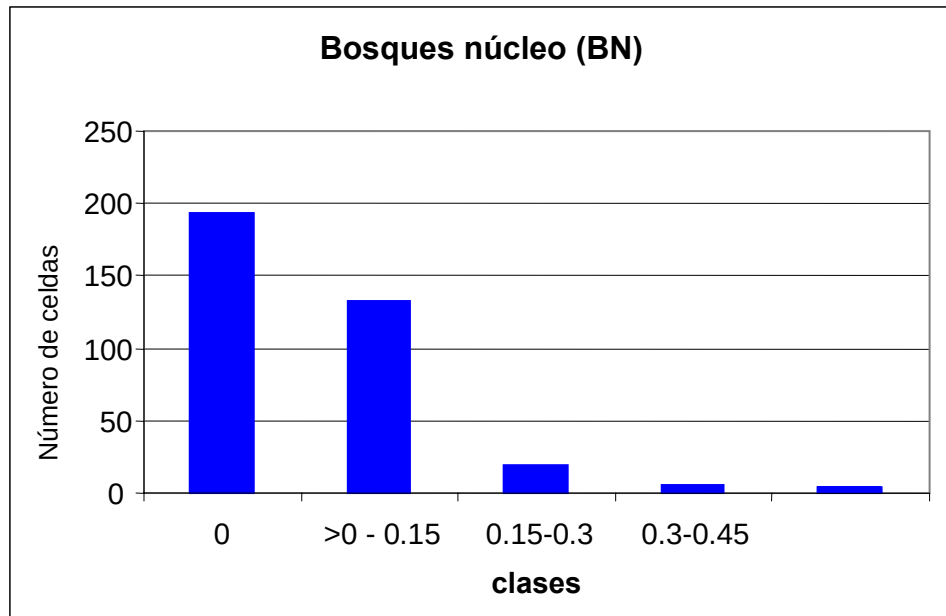
Superficie del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en la
Región del Maule a Mayo de 2002

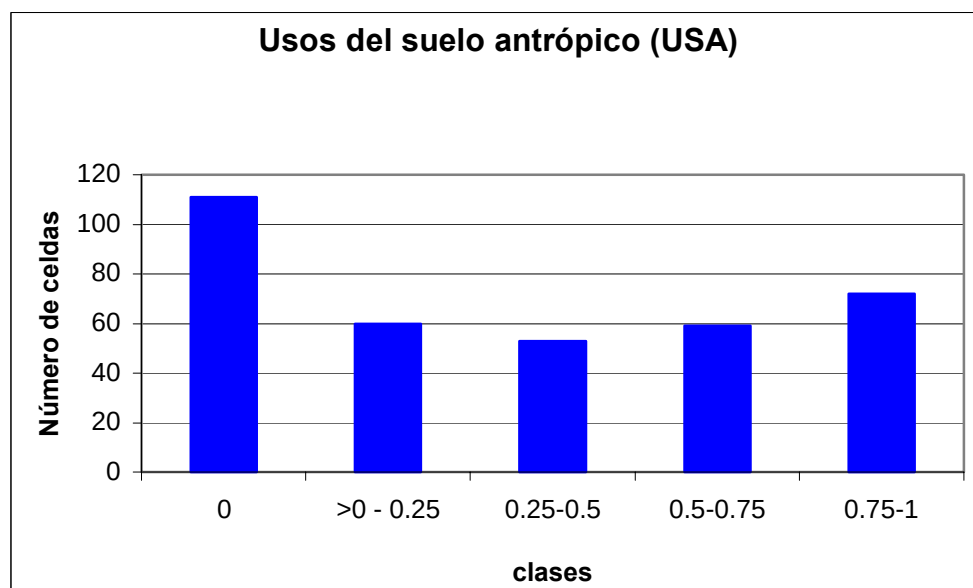
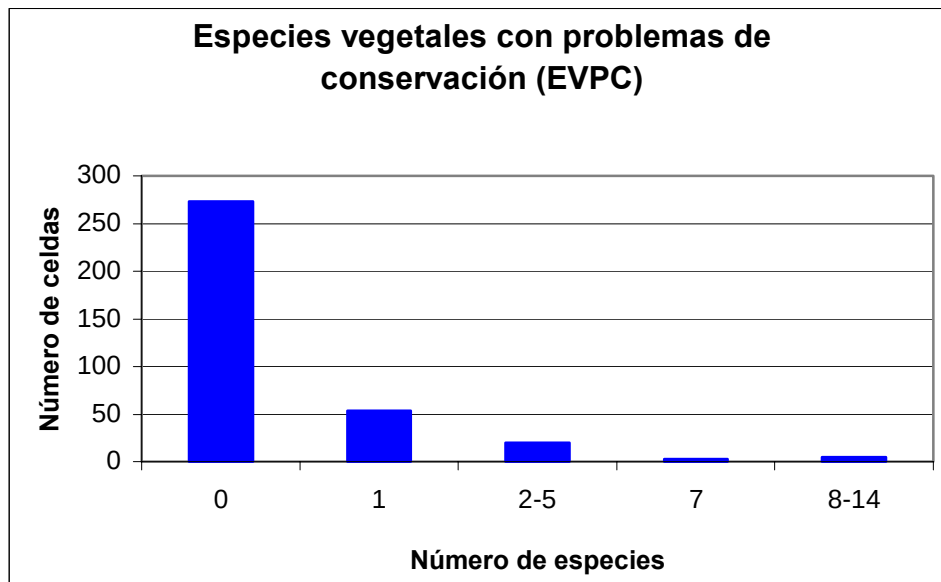
Nombre de la Unidad	Región	Provincia	Comuna	Superficie (ha)
Reserva Nacional Bellotos del Melado	VII	Linares	Colbún	417
Reserva Nacional Los Queules	VII	Cauquenes	Pelluhue	147
Reserva Nacional Laguna Torca	VII	Curicó	Vichuquén	604
Reserva Nacional Federico Albert	VII	Cauquenes	Chanco	145
Reserva Nacional Los Ruiles	VII	Talca y Cauquenes	Empedrado y Chanco	45
Reserva Nacional Siete Tazas	VII	Curicó y Talca	Molina, Pelarco y San Clemente	5148
Reserva Nacional Altos de Lircay (o Vilches)	VII	Talca	San Clemente	12.163
Total superficie				18.669

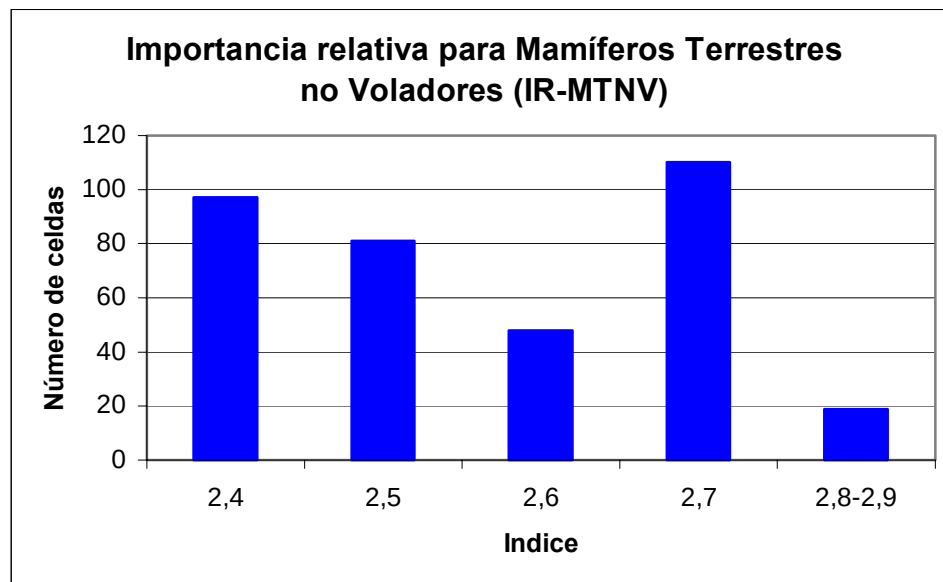
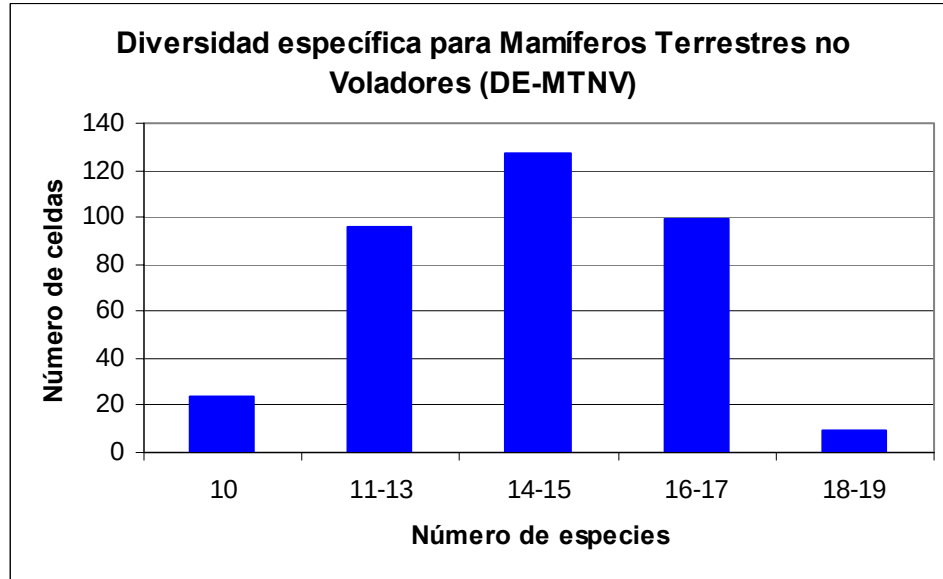
Anexo 6

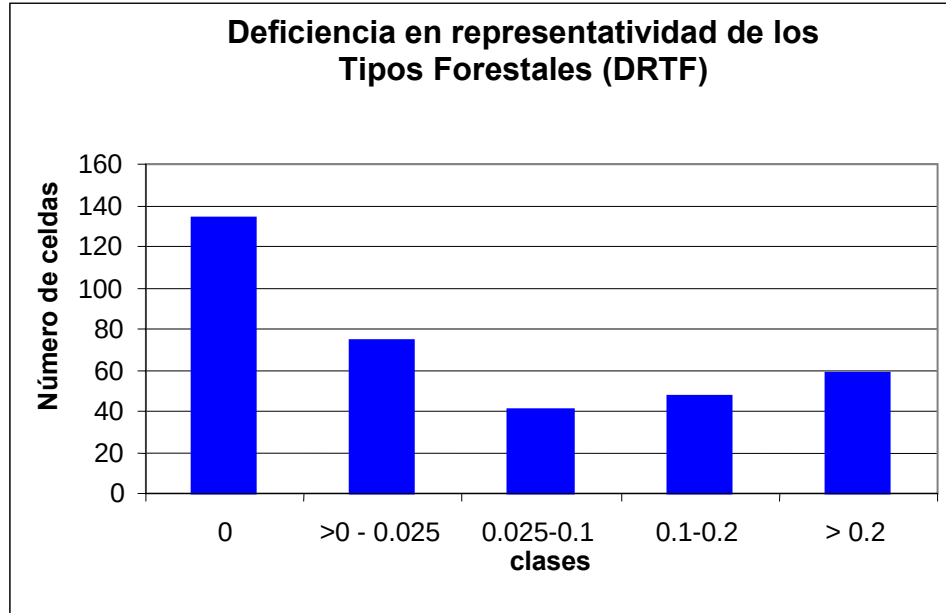
Histograma de frecuencia y rangos de los índices utilizados para la priorización sistematizada.











Índice	Rango	Nivel de prioridad
Diversidad de Shannon-evenness (DSE)	0 - 0.14	1
	0.14 - 0.29	2
	0.29 - 0.43	3
	0.43 - 0.58	4
	0.58 - 0.73	5
Tipos de hábitats (TH)	1	1
	2 - 3	2
	4 - 5	3
	6 - 7	4
	8 - 10	5
Bosques núcleo (BN)	0	1
	>0 - 0.15	2
	0.15 - 0.3	3
	0.3 - 0.45	4
	>0.45	5
Riqueza de especies arbóreas dominantes (READ)	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5 - 6	5
Especies vegetales con problemas de conservación (EVPC)	0	1
	1	2
	2 - 5	3
	6 - 7	4
	> 8	5
Usos del suelo antrópico (USA)	0	1
	>0 - 0.25	2
	0.25 - 0.5	3
	0.5 - 0.75	4
	0.75 - 1	5
Importancia relativa para Mamíferos Terrestres no Voladores (IR-MTNV)	2.4	1
	2.5	2
	2.6	3
	2.7	4
	2.8-2.9	5
Diversidad específica para Mamíferos Terrestres no Voladores (DE-MTNV)	10	1
	11 - 13	2
	14 - 15	3
	16 - 17	4
	18 - 19	5
Deficiencia en representatividad de los Tipos Forestales (DRTF)	0	1
	> 0 - 0.025	2
	0.025 - 0.1	3
	0.1 - 0.2	4
	>0.2	5

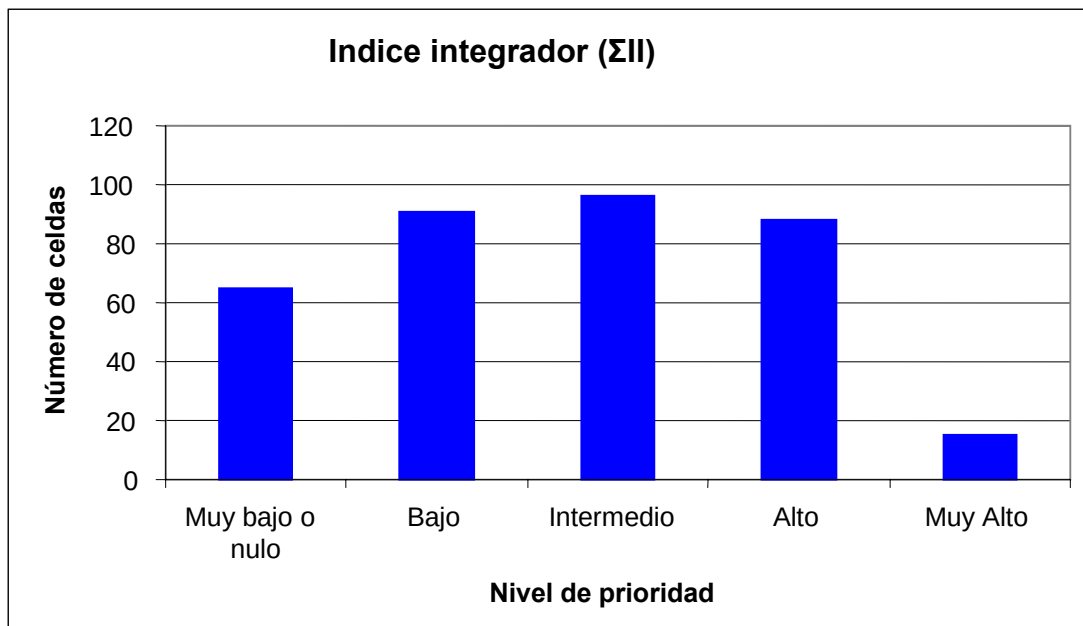
Anexo 7

Asignación de niveles de prioridad final e histograma de frecuencias para el índice integrador (ΣII).

Rangos de síntesis de priorización para el Índice Integrador (ΣII)

Rango	Nivel de prioridad
15 – 20	1: Muy bajo o nulo
21 – 24	2: Bajo
25 – 28	3: Intermedio
29 – 32	4: Alto
32 – 37	5: Muy alto

Histograma de frecuencias



Anexo 8

Sitios Prioritarios en la Región del Maule identificados en el desarrollo de la estrategia regional de biodiversidad conducida por CONAMA

ID	NOMBRE	SUP. (Ha)	TIPO AMBIENTE	VALOR ECOLOGICO
1	Laguna Dial y área tributaria	10.716	Humedal	Riqueza de recurso hidrobiológico y avifauna
2	Tregualemu-Cayurranquil	7.164	Forestal	Relictos de bosques costeros
3	Cerros de Upeo	15.984	Forestal	Integridad del ecosistema; diversidad de comunidades
4	Pajonales Tilicura	2.500	Humedal	Riqueza de avifauna, mayor población de coipos
5	Ciénaga del Name	2.190	Humedal	Riqueza de avifauna; especies amenazadas (cisnes)
6	Quebrada Honda	469	Forestal	Especies en peligro (pitao) y vulnerables
7	Guaico	6.240	Forestal	Integridad de ecosistemas, diversidad de ambientes
8	Cuenca media del Río Colorado	8.923	Altoandino	Micromamíferos, reptiles y bulbosas endémicas
9	Galumávida	4.629	Forestal	Pristinidad del ecosistema; integridad, diversidad de ecosistemas
10	Cajón de pejerreyes	6.652	Forestal	Ciprés de la cordillera
11	Lomas de Putagán	9.716	Forestal	Integridad de ecosistemas esclerófilos, relictos
12	Desembocadura Río Santa Ana	84	Estuarino	Riqueza de avifauna
13	Arcos de Calan	70	Marino	Riqueza de especies del intermareal rocoso
14	Laguna del Maule-Cajón Troncoso-Campanario	66.831	Altoandino	Riqueza de avifauna
15	Ruta 5 sur alstroemeria	563	Forestal	Registro de alstroemeria escasa
16	Complejo Llico-Torca-Vichuquén	4.900	Humedal	Riqueza de avifauna
17	Humedal relictual cruce Constitución-Panamericana	1.149	Forestal	Relicto de bosques húmedos en valle
18	Paso Malo-Crucero	3.591	Forestal	
19	Trilco	1.885	Marino	Ecosistema de intermareal rocoso
20	Laguna La Invernada	683	Humedal	Riqueza de avifauna; bagre en peligro de extinción
21	Reloca	1.479	Humedal	Riqueza de avifauna
22	Unión RN Altos Lircay-Radal-Lag.Mondaca	7.903	Altoandino	Funcionalidad del SNASPE, hábitats altoandinos
23	Nacimiento Río Barroso	6.400	Altoandino	Riqueza en cuerpos de agua, recurso hidrobiológico
24	Lobería de Santos del Mar	525	Marino	Área de reproducción de lobos marinos
25	Lobería Costa Azul	125	Marino	Lugar de descanso de lobos marinos
26	Humedal Costero en Chanco	472	Estuarino	Riqueza de avifauna
27	Ampliación RN Los Bellotos	8.049	Forestal	Hábitat de especies en peligro
29	Cardonal-Linda vista	11.072	Forestal	

30	Pichamán	9.605	Forestal	
31	Las Cañas	3.001	Forestal	Especies en peligro y riqueza de avifauna
32	Cerros de Cumpeo	8.395	Forestal	Integridad del ecosistema
33	Villa Prat	7.076	Forestal	Integridad de bosques y matorral esclerófilo
34	Bosques del Colorado y Bramadero	14.562	Forestal	Bosques poco intervenidos, íntegros y variedad
35	Vegas de Ancoa	10.887	Forestal	Relictos de ciprés de la cordillera
36	Picazo- El Piojo	4.814	Forestal-humedal	Lagunas prístinas, especies de flora amenazadas
37	Huaquén	7.746	Forestal	Integridad del ecosistema
38	Lagunas de Teno	10.376	Humedal	Riqueza de lagos andinos, recursos hidrobiológico
39	Alta cuenca Río Colorado	15.622	Altoandino	Riqueza de lagos andinos, recursos hidrobiológico
40	Las Animas-Achibueno	27.586	Forestal y humedal	Ecosistemas poco intervenidos, guindo santo, radal enano, ciprés, 8 <i>nothofagus</i> , guiña, puma, pudu.
41	Bosques de Digua y Bullileo	41.327	Forestal	Transición ecosistemas mediterráneos a templados
42	Cajón de Teno-Los Queñes	22.686	Forestal	Reptiles endémicos, bosques nativos, trichahues
43	Bosques de Vaquería	6.470	Forestal	Integridad del ecosistema
44	Cipreses del Río Claro	4.978	Forestal	Presencia de relictos de ciprés de la cordillera
45	Ampliación Norte RN Radal-Agua Fría	21.578	Forestal	Rodales de ciprés de la cordillera y otras especies
46	Desembocadura Río Mataquito	1.570	Estuarino	Riqueza de avifauna
47	Área Marina Barra Huenchullamí-Mataquito	2.409	Estuarino	Zona de desove del lenguado, y bancos de macha
48	Humedales de Putú y Cuchi	2.135	Humedal	Riqueza de avifauna y presencia de especies amenazadas
49	Bosques nativos de Curepto y Huenchullamí	33.457	Forestal	Presencia de ruil (en peligro, endémica)
50	Desembocadura Río Chovellén	1.163	Estuarino	Riqueza de avifauna y presencia de especies amenazadas
51	Nevados de Longaví	4.154	Forestal	Valor genético de especies en su límite de distribución latitudinal

Cinco sitios de primera prioridad

Nombre del Sitio	Argumentación de la priorización	Propiedad
Arcos de Calán Sitio N°13	Arcos de Calán sostiene un ecosistema reservorio del intermareal rocoso del Maule. Hasta el momento se encuentra en estado poco alterado por la ausencia de actividad industrial o de pesca artesanal, sólo existen extractores de orilla de cochayuyo. Una amenaza fuerte en la actualidad es la reciente construcción de la Carretera Costera. Vecino al litoral hay grandes extensiones de praderas que se arriendan para uso ganadero.	El Borde Costero es propiedad fiscal pero inmediatamente en el área de influencia se encuentra una empresa agrícola y ganadera Las Mercedes. Su propietario, Sr. Vega, vive en Cardonal.
Las Animas-Achibueno Sitio N°40	Es un sitio con alta presencia de especies endémicas y amenazadas (ciprés de la cordillera, radal enano, guindo santo, guiña, cóndor, otras) Los ecosistemas tienen poco nivel de intervención pues confluyen especies propias de ecosistemas mediterráneos y otras del tipo templado lluvioso.	Sus propietarios poseen grandes extensiones y algunos ya han manifestado un interés en desarrollar iniciativas de conservación.
Bosques de Digua-Bullileo Sitio N°41	Es el sitio mayormente votado en el taller de ecosistemas forestales, principalmente por tener una alta concentración de especies en peligro de extinción, una alta diversidad de ecosistemas pertenecientes tanto a bosques mediterráneos como templado lluviosos, posiblemente la mayor variedad de <i>Nothofagus</i> de Chile y de las mayores en ecosistemas mediterráneos del mundo.	Propiedades particulares de grandes extensiones.
Bosques nativos de Curepto y Huenchullamí Sitio N°49	Presenta parte de los escasos rodales puros de ruil, especie en peligro de extinción. Corresponde a su límite norte de distribución y actualmente está totalmente desprotegida en la zona.	Propiedad principalmente de pequeños productores de carbón.
Quebradas de Bosque Nativo en Tregualemu-Cayunrranquil Sitio N°2.	Concentra una gran cantidad de especies forestales en peligro de extinción (keule, pitao, citronella, etc.). Además aún existen evidencias de los ecosistemas originales del bosque costero maulino, y es uno de los únicos parches de suficiente tamaño y calidad de hábitat para la guiña, felino en peligro de extinción.	Propiedad de la Empresa Forestal Millalemu y Celco S.A. en la parte más oriental, Lanislao Espinosa y otros particulares.

Once sitios de segunda prioridad

Nombre del sitio	Argumentación de la priorización
Franja desembocadura del Río Huenchullamí Sitio N°47	Ecosistema costero marino, área de desove de lenguado, róvalo y corvina, y uno de los escasos sectores de la región con bancos de macha. Alta riqueza de avifauna. Los Sindicatos de Pescadores Artesanales de la Zona estarían dispuestos a la creación de una Reserva que les serviría para el repoblamiento de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos vecinas.
Humedales de Junquillar-Putú Sitio N°48	Ecosistema costero-marino con alta riqueza de avifauna y menos protegido. El sector está muy amenazado por el drenaje del humedal para habilitar terrenos para el ganado. Un FPA ejecutado por CODEFF podría tener sensibilizados positivamente a los pobladores, especialmente la junta de vecinos de Putú. CODEFF está postulando a un FMAM para la reconversión productiva en el área.
Zona tributaria de la Ciénaga del Name Sitio N°5	Ecosistema acuático donde nidifican aves migratorias con problemas de conservación. UNORCH y AGRARIA han desarrollado actividades de educación ambiental en el área por lo que podría haber una disposición favorable para su conservación. Hasta el momento es un Área Libre de Caza.
Zona tributaria de Laguna Invernada Sitio N°20	Ecosistema acuático con presencia de especies endémicas en peligro de extinción (bagre), y condiciones de pristinidad. El riesgo proviene de la alteración del caudal para hidroelectricidad y riego. Endesa ha manifestado una buena disposición hacia la Estrategia de Biodiversidad y hacia acciones de conservación junto con otros organismos.
Sector Cuenca Campanario-Laguna Maule Sitio N°14	Ecosistema altoandino con alta concentración de aves migratorias en la laguna, y abundantes bulbosas endémicas amenazadas en la cuenca. Las principales amenazas son el turismo no regulado, el cambio de uso del suelo y las quemadas de coironales para las veranadas.
Ampliación Reserva Altos de Lircay Sitio N°27	Ecosistema altoandino hacia el cual se podría ampliar la reserva. Se localizan bulbosas endémicas amenazadas, plantas medicinales, además de avifauna altamente amenazada. Amenazas serias por veranadas y turismo no regulado.
Ampliación Reserva Radal 7 Tazas Sitio N°45	Ecosistema altoandino que concentra algunas especies de flora y fauna con problemas de conservación, en particular reptiles endémicos de distribución extremadamente estrecha (menor de 50 km). Actualmente es un área muy accesible por lo que el turismo y el ganado son una amenaza importante.
Vega de Ancoa Sitio N°35	Ecosistema forestal de alta calidad ecosistémica por el tamaño de sus rodales y por la amplia variedad de comunidades biológicas, lo que aumenta su capacidad para sostener diferentes géneros. Es un área de expansión de plantaciones de pino, y la tasa de cambio de uso del suelo es muy alta. El turismo no regulado es una amenaza importante, y los incendios son frecuentes.
Ampliación de Reserva Los Bellotos hacia SE Sitio N°27	Ecosistema Forestal. Es urgente ampliar la Reserva los Bellotos (producto de una donación de un particular) hacia el sector sur oriente por estar allí la mayor concentración de bosques con belloto del sur, citronella, roble y hualo.
Pajonal de Tilicura Sitio N°44	Humedal en retroceso con presencia de cisnes de cuello negro y la mayor población regional de coipos.
Achibueno – Pejerrey Sitio N°10	Ecosistema forestal con formaciones vegetales de tamaño mediano a grande, muy diversas, en particular de belloto, raulí, huala y notro. Especies en el límite de su distribución latitudinal. Presencia de reptiles endémicos de distribución estrecha en latitudes.