

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA
ESTABLECER RESERVAS DESTINADAS A PROTEGER
LA FAUNA NATIVA DE ESPECIES
HIDROBIOLÓGICAS DE AGUA DULCE**

Código FIP N° 2008-58



Centro de Estudios Agrarios y Ambientales

Marzo 2010

Institución responsable



Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, CEA
García Reyes 423, 2º piso, Valdivia
Fono/fax 63-215846
Casilla 164, Valdivia.
Correo electrónico: cea@ceachile.cl
Página web: www.ceachile.cl
Representante legal: Patricia Möller Doepking

Profesionales responsables de la ejecución del proyecto

Patricia Möller Doepking

Bióloga Marina, Doctora en Ciencias Marinas y Limnológicas (c)

Andres Muñoz Pedreros

Médico Veterinario, Magíster en Ecología, Doctor en Ciencias Ambientales

Equipo Profesional Complementario

Juan Carlos Torres Mura

Licenciado en Ciencias Biológicas, Magíster en Ecología

Carlos Jara Senn

Profesor, Licenciado en Zoología, Dr. en Zoología

César Cuevas Palma

Licenciado en Ciencias Biológicas, Doctorando en Sistemática y Ecología

Sergio Quiroz Jara

Licenciado en Biología, Profesor de Biología, Magíster Ecología

José Luis Bartheld Villagra

Biólogo Marino, Estudiante doctorado en Sistemática y Ecología

Patricio de los Ríos Escalante

Ingeniero en Acuicultura, Doctor en Sistemática y Ecología

Patricio Rutherford Yobánolo

Ingeniero Forestal, Magíster en Recursos Hídricos

Marilyn González Urrutia

Bióloga en Gestión de Recursos Naturales

Carolina González Olave

Bióloga en Gestión de Recursos Naturales

Consultor Internacional

Tarsicio Granizo Tamayo

Biólogo, Magister en Ecoauditorías y Planificación Empresarial del Medio Ambiente

ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ANEXOS.....	10
RESUMEN EJECUTIVO.....	12
1. ANTECEDENTES	18
2.- OBJETIVOS.....	21
3.- METODOLOGÍA GENERAL.....	22
3.1. Revisión bibliográfica.....	23
3.2. Caracterización de los humedales de Chile.....	27
3.3. Análisis de la diversidad faunística	28
3.4. Conservación y métodos para identificar sitios prioritarios	29
3.5. Definición de los objetos de conservación: filtro grueso	30
3.6. Definición de los objetos de conservación: filtro fino	31
3.7. Distribución espacial de los objetos de conservación.....	31
3.8. Amenazas a los objetos de conservación.....	32
3.9. Protección legal	33
3.10. Validación de la metodología.....	34
3.11. Base de datos de áreas para la conservación	34
3.11. Talleres de expertos	36
4. RESULTADOS.....	37
4.1. Revisión bibliográfica.....	37
4.1.1. <i>Bibliografía sobre mamíferos acuáticos chilenos</i>	37
4.1.2. <i>Bibliografía sobre aves acuáticas</i>	38
4.1.3. <i>Bibliografía sobre anfibios chilenos</i>	40
4.1.4. <i>Bibliografía sobre peces chilenos</i>	42
4.1.5. <i>Bibliografía sobre crustáceos chilenos de agua dulce</i>	43
4.1.6. <i>Bibliografía sobre moluscos chilenos de agua dulce</i>	45
4.1.7. <i>Síntesis de la información bibliográfica</i>	46
4.1.7. <i>Base de datos digital de publicaciones</i>	48
4.2. Caracterización de humedales de Chile	49
4.2.1. <i>Caracterización de humedales</i>	49
4.2.2. <i>Tipología de humedales</i>	53
4.2.3. <i>Asignación de atributos</i>	54
4.2.4. <i>Base de datos georreferenciada de humedales de Chile</i>	55
4.2.5. <i>Representatividad de tipos de humedales</i>	56
4.3. Biodiversidad y metodologías de identificación de sitios	58
4.3.1. <i>Conservación de la biodiversidad</i>	58
4.3.2. <i>Conservación de la biodiversidad en sistemas de aguas continentales</i>	60
4.3.3. <i>Áreas de conservación</i>	62
4.3.4. <i>Metodologías para identificar áreas de conservación prioritarias</i>	75

4.4. Diversidad faunística en humedales de agua dulce de Chile.....	87
4.5. Definición de los objetos de conservación: filtros grueso y medio	93
4.5.1. <i>Objetos de conservación</i>	93
4.5.2. <i>Filtros</i>	93
4.5.3. <i>Cálculo del valor de importancia del filtro grueso</i>	94
4.5.4. <i>Estimación de la existencia de filtros medios</i>	97
4.6. Definición de los objetos de conservación: filtro fino	102
4.6.1. <i>Especies focales</i>	102
4.6.2. <i>Restricciones</i>	102
4.6.3. <i>Cálculo del valor como especie focal</i>	103
4.6.4. <i>Preselección de especies</i>	107
4.7. Distribución espacial de los objetos de conservación	116
4.7.1. <i>Distribución de humedales por macrozona</i>	116
4.7.2. <i>Lista de ecosistemas de agua dulce</i>	117
4.7.3. <i>Espacialización de ecosistemas de agua dulce</i>	117
4.8. Amenazas a los objetos de conservación.....	123
4.8.1. <i>Conceptualización</i>	123
4.8.2. <i>Evaluación de amenazas</i>	130
4.8.3. <i>Metodología para elaborar mapas conceptuales de riesgo</i>	131
a. Análisis bibliográfico	132
b. Reconocimiento y observación en terreno.....	132
c. Actores e informantes clave.....	132
d. Identificación de procesos inducidos y perturbaciones asociadas.....	133
f. Mapas conceptuales.....	141
g. Mapas conceptuales de riesgo para cada tipo de humedal.....	142
4.8.4. <i>Metodología para calcular directamente el riesgo ecológico</i>	157
4.8.5. <i>Metodología para calcular indirectamente el riesgo ecológico</i>	162
a. Estimación indirecta del riesgo ecológico	162
b. Procesos inducidos por humedal.....	164
c. Uso de indicadores ambientales	167
4.9. Metodología para estimar la protección de humedales continentales	170
4.9.1. <i>Protección de humedales continentales</i>	170
4.9.2. <i>Legislación ambiental y diversidad biológica en Chile</i>	170
4.9.3. <i>Metodología para calcular la protección</i>	172
a. Compilación de la normativa legal vigente	173
b. Selección y análisis de aplicabilidad actual y potencial	176
c. Valoración de la protección legal	178
d. Ponderación del valor de protección legal para cada humedal	181
e. Metodología para la construcción de cartas de normativas jurídicas ...	184
4.10. Validación de la metodología.....	185
4.10.1. <i>Síntesis de la metodología de priorización</i>	185
4.10.2. <i>Caracterización de los sitios de validación</i>	186
a. Géiseres del Tatio-Río Putana	186
b. Laguna Lejía.....	188
c. Humedales de Pichilemu (Laguna Petrel/El Ancho)	191
d. Río Mataquito	193
e. Río Cruces.....	195

4.10.3. Aplicación de la metodología: filtro grueso.....	199
4.10.4. Aplicación de la metodología: filtro fino.....	209
4.10.6. Aplicación de la metodología: Riesgo ecológico.....	211
4.10.7. Aplicación de la metodología: Protección.....	212
4.10.8. Aplicación de la metodología: Valoración y priorización.....	217
4.11. Catastro de áreas para la conservación.....	219
4.11.1. Aplicación de la metodología indirecta a la base de datos de sistemas acuáticos continentales de Chile.....	219
4.11.2. Sitios priorizados.....	221
4.11.3. Portafolio de humedales seleccionados.....	232
4.11.3. Cartas de humedales priorizados indirectamente.....	233
4.12. Restauración, conectividad, zona búfer y zonificación.....	239
4.12.1. Restauración ecológica.....	239
4.12.2. Conectividad y zona búfer.....	248
a. Conectividad.....	248
b. Zona búfer o zona de amortiguamiento.....	254
b. Zonificación.....	256
5. CONCLUSIONES.....	259
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS Y CONSULTADAS.....	263
7. GLOSARIO.....	277
8. ANEXOS.....	281

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de la distribución de los tópicos estudiados por taxa en publicaciones científicas.....	47
Tabla 2. Tipología de humedales propuestas para la base de datos georreferenciada de humedales de Chile.....	54
Tabla 3. Representatividad de tipos de humedales dulceacuícolas de Chile.....	57
Tabla 4. Categorías de protección de áreas y fuente legal.....	67
Tabla 5. Ecorregiones de agua dulce.....	77
Tabla 6. Criterios para la identificación de humedales internacionales. Ramsar Bureau 2006.....	81
Tabla 7. Especies de humedales dulceacuícolas según su endemismo y estado de conservación.....	88

Tabla 8. Inventario de especies dulceacuícolas clasificadas como endémicas y/o clasificadas en algún estado de conservación	88
Tabla 9. Evaluación de especies según su valor como especie focal (Vef).....	109
Tabla 10. Lista de especies focales de agua dulce de Chile.....	113
Tabla 11. Lista de especies focales de agua dulce de Chile con sus distribuciones geográficas.....	114
Tabla 12. Representatividad de tipos de humedales dulceacuícolas en macrozonas de Chile sobre una base de datos de humedales.....	116
Tabla 13. Procesos inducidos e impactos ambientales negativos asociados que potencialmente afectan a humedales en Chile.....	133
Tabla 14. Evaluación del valor de impacto ponderado total (Vipt) de trece perturbaciones que actúan en el oasis de Calama.....	161
Tabla 15. Caracterización de las variables consideradas para estimar la importancia de los procesos inducidos.....	163
Tabla 16. Ponderación de la importancia de los procesos inducidos para los diferentes tipos de humedales de Chile.....	163
Tabla 17. Valoración numérica de riesgo ecológico intrínseco potencial sobre diferentes tipos de humedales en Chile	165
Tabla 18. Selección de la normativa legal que aplica directa o indirectamente a la conservación de las aguas continentales de Chile y sus componentes.....	174
Tabla 19. Aplicabilidad de las diferentes normas jurídicas a la conservación del humedal río Loa, en el oasis de Calama, Región de Antofagasta.....	177
Tabla 20. Valor de protección potencial de cada norma legal en relación a su aplicabilidad en humedales de Chile.....	180
Tabla 21. Tipo de humedal, número de normas legales que tienen injerencia en su protección	182
Tabla 22. Valoración y ponderación de las normas jurídicas vinculadas al sistema hídrico río Loa, en el oasis de Calama.	183
Tabla 23. Ubicación y características de cinco humedales seleccionados para la validación de la metodología propuesta.....	197
Tabla 24. Diversidad gamma (γ), especies endémicas y especies clasificadas en algún estado de conservación en cinco regiones de Chile.....	200
Tabla 25. Cálculo del Valor de Filtro Grueso en cinco humedales de Chile.	208

Tabla 26. Cálculo del Valor de Filtro Fino en cinco humedales de Chile.	210
Tabla 27. Cálculo del Valor de Riesgo (Amenaza) en cinco humedales de Chile.....	212
Tabla 28. Cálculo del Valor de Protección en cinco humedales de Chile.	214
Tabla 29. Cálculo del Valor de Priorización en cinco humedales de Chile.	218
Tabla 30. Lista de humedales priorizados con los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática. Macrozona Norte.....	222
Tabla 31. Lista de humedales priorizados con los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática. Macrozona Norte Chico.....	224
Tabla 32. Lista de humedales priorizados con los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática. Macrozona Central.....	225
Tabla 33. Lista de humedales priorizados con los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática. Macrozona Sur.....	228
Tabla 34. Lista de humedales priorizados con los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática. Macrozona Austral....	231

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de mamíferos de humedales en Chile.....	37
Figura 2. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre mamíferos de humedales.	38
Figura 3. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de aves en Chile.....	39
Figura 4. Distribución según año de publicación de la bibliografía sobre aves chilenas... ..	39
Figura 5. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre aves chilenas.	40
Figura 6. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de anuros en Chile.	41

Figura 7. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre anuros chilenos.	42
Figura 8. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de peces en Chile.....	42
Figura 9. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre peces chilenos.	43
Figura 10. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de crustáceos chilenos dulceacuícolas.	44
Figura 11. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre crustáceos chilenos dulceacuícolas.	44
Figura 12. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de moluscos chilenos dulceacuícolas.	45
Figura 13. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre moluscos chilenos dulceacuícolas.	46
Figura 14. Distribución de los tópicos estudiados por taxa en publicaciones científicas.....	47
Figura 15. Proporción de tipos de humedales dulceacuícolas en Chile.	56
Figura 16. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Norte Grande de Chile.....	118
Figura 17. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Norte Chico de Chile.	119
Figura 18. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Centro de Chile.	120
Figura 19. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Sur de Chile.	121
Figura 20. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Austral de Chile.	122
Figura 21. Influencia de la actividad silvoagropecuaria, acuícola, industrial y urbana (procesos inducidos) en la eutrofización (perturbación) que afecta un humedal lacustre del sur de Chile.....	126
Figura 22. Diagrama de la relación perturbación-amenaza.....	129
Figura 23. Esquema metodológico para la elaboración de mapas conceptuales.....	131
Figura 24. Mapa conceptual para el humedal oasis de Calama	142

Figura 25. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en albufera en la zona centro sur de Chile....	143
Figura 26. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un oasis de la zona norte.....	144
Figura 27. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una vega de altura en la zona norte.....	145
Figura 28. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una vega en la zona sur.....	146
Figura 29. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una turbera en la zona sur.....	147
Figura 30. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones se impactos en un pantano de la zona sur.....	148
Figura 31. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un bosque pantanoso de la zona sur.....	149
Figura 32. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un salar de la zona norte grande.....	150
Figura 33. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna salobre de la zona norte.....	151
Figura 34. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna de altura de la zona norte.....	152
Figura 35. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna costera de la zona centro.....	153
Figura 36. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un lago permanente de la zona sur.....	154
Figura 37. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un bañado de la zona sur.....	155
Figura 38. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un río permanente de la zona sur.....	156
Figura 39. Ubicación geográfica de los géiseres del Tatio-Río Putana, Región de Antofagasta.....	187
Figura 40. Ubicación geográfica de la laguna Lejía, Región de Antofagasta.....	190
Figura 41. Ubicación geográfica de las lagunas Petrel y El Ancho en Pichilemu, Región de O'Higgins.....	192

Figura 42. Ubicación geográfica del río Mataquito, Región del Maule.....	194
Figura 43. Ubicación río Cruces, Región de Los Ríos.....	196
Figura 44. Arriba: Ley n° 19.473 ley de caza. Sitio géiseres del Tatio y río Putana. Abajo: DL n° 3.485 (DS n° 971) Convención de Ramsar en el sitio géiseres del Tatio.....	215
Figura 45. Carta de síntesis de la protección legal del sitio géiseres del Tatio y río Putana.....	215
Figura 46. Ejemplo de ficha de un humedal que integra el portafolio de sitios priorizados.....	232
Figura 47. Humedales dulceacuícolas priorizados en la macrozona Norte Grande de Chile.....	234
Figura 48. Humedales dulceacuícolas priorizados en la macrozona Norte Chico de Chile.	235
Figura 49. Humedales dulceacuícolas priorizados en la macrozona Centro de Chile.	236
Figura 50. Humedales dulceacuícolas priorizados en la macrozona Sur de Chile...	237
Figura 51. Humedales dulceacuícolas priorizados en la macrozona Austral de Chile.....	238
Figura 52. Carta de zonas propuestas para restauración en los humedales del río Cruces, Región de los Ríos. Chile. 2009.....	247
Figura 53. Carta de conectividad de áreas de sistemas complejos en la macrozona Norte Grande.	253
Figura 54. Carta de zonas propuestas para corredores fluviales y lacustres que actúan como zona búfer en los humedales del río Cruces, Región de Los Ríos.	256
Figura 55. Carta de zonificación de humedales presentes en el oasis de Calama. Región de Antofagasta	258

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Catálogo de publicaciones de mamíferos acuáticos.....	281
Anexo 2. Catálogo de publicaciones de aves de humedales.....	284
Anexo 3. Catálogo de publicaciones de anfibios.....	297

Anexo 4. Catálogo de publicaciones de peces.....	317
Anexo 5. Catálogo de publicaciones de invertebrados (crustáceos)	337
Anexo 6. Catálogo de publicaciones de invertebrados (moluscos)	342
Anexo 7. Base de datos georreferenciada de humedales de Chile.....	346
Anexo 8. Lista de ecosistemas de agua dulce.....	348
Anexo 9. Normas legales aplicables a humedales de Chile.....	349
Anexo 10. Valor total de protección por la aplicación de las normas legales a humedales de Chile.....	350
Anexo 11. Riesgo ecológico territorial calculado por comunas de Chile.....	352
Anexo 12. Ubicación y características humedales priorizados macrozona Norte Grande.....	357
Anexo 13. Ubicación y características humedales priorizados macrozona Norte Chico.....	359
Anexo 14. Ubicación y características humedales priorizados macrozona Central...	360
Anexo 15. Ubicación y características humedales priorizados macrozona Sur.....	362
Anexo 16. Ubicación y características humedales priorizados macrozona Austral.	365
Anexo 17. Portafolio de humedales priorizados.....	367
Anexo 18. Mapas de distribución de las especies focales.....	368
Anexo 19. Talleres de trabajo con especialistas.....	369
Anexo 20. Presentación de resultados en Congreso de Limnología.....	374
Anexo 21. Registro fotográfico.....	377

RESUMEN EJECUTIVO

Los sistemas ecológicos de agua dulce abarcan el 0,8% de la superficie de la tierra, sin embargo, albergan un 12% de las especies de fauna del planeta. América del Sur austral tiene una prioridad regional muy importante debido a su particularidad biológica, tales como la riqueza de especies, alto grado de endemismos, particularidad de los procesos ecológicos y por su estado de conservación.

El objetivo general de este estudio fue desarrollar e implementar una metodología, para la identificación de áreas adecuadas para ser incorporadas en una red de sitios de protección para la fauna nativa dulceacuícola. Los objetivos específicos son: (a) análisis de antecedentes sobre metodologías utilizadas en la identificación de áreas apropiadas para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola, a través del concepto de áreas de conservación, entre otros. (b) Desarrollar y validar una metodología adaptada a la realidad chilena, que permita identificar, definir y priorizar sitios apropiados para establecer áreas de protección de especies hidrobiológicas nativas de agua dulce de Chile. (c) Aplicar la metodología y definir un portafolio que contenga una red de sitios de protección, adecuada para alcanzar las metas establecidas en el marco del Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Los resultados principales de este estudio son:

- *Una base de datos en formato digital con información de artículos científicos y documentos sobre fauna nativa de especies hidrobiológicas de agua dulce de Chile.* Se obtuvieron 1.444 fuentes documentales para fauna silvestre de agua dulce: 77 en moluscos, 105 en crustáceos, 475 en anfibios, 421 en peces, 300 en aves y 66 en mamíferos, la que se concentra en los tópicos biológicos y de distribución geográfica y biogeográfica.
- *Un documento con la caracterización básica de los sistemas acuáticos continentales de Chile con su representatividad a nivel nacional.* Se caracterizaron los sistemas acuáticos continentales de Chile, a los que llamamos indistintamente humedales, enmarcándolos en macrozonas:

humedales del norte grande, del norte chico, central, sur y austral. De los 1.215 humedales catastrados, los mejor representados son los ríos y arroyos seguido de lagos y lagunas permanentes. Por el contrario los menos representados son las albuferas, turberas y mallines, las lagunas costeras, las lagunas de altura y los deltas interiores permanentes. Se construyó una base de datos digital de humedales dulceacuícolas de Chile que incluye información de su ubicación geográfica, de su caracterización física e información biológica. La lista de ecosistemas de agua dulce de Chile se representó cartográficamente mediante mapas por macroregión.

- *Una lista de especies nativas hidrobiológicas de agua dulce de Chile seleccionadas a partir del cruce de factores de endemismo y estados de conservación.* Se entrega una lista de 261 especies de fauna nativa silvestre de agua dulce; el 69% de las cuales son endémicas y el 76,3% están dentro de alguna categoría de amenaza.
- *Una revisión bibliográfica sobre áreas y medidas de conservación para la biodiversidad y metodologías de identificación de áreas prioritarias.* De esta revisión y análisis se concluye que: (a) todos los métodos consideran los mismos parámetros: diversidad de especies, endemismo y amenazas; (b) todos basan su confiabilidad en la existencia de inventarios faunísticos previos, ya que sin éstos son meros instrumentos especulativos.
- *Una metodología desarrollada para estimar el valor de importancia (filtro grueso) de un sitio (sistema acuático) a partir de los factores diversidad, endemismo y amenaza de las especies presentes en él.* Se desarrolló una metodología que consideró: (a) una fórmula para estimar el valor de importancia (filtro grueso) de un sistema acuático a partir de los factores de diversidad, endemismo y amenaza de las especies presentes en él. (b) Valoración de los filtros medios que incluyen elementos críticos tales como estructuras y procesos que existan u ocurran en los humedales. Y, (c) una fórmula para evaluar el valor como especie focal (filtro fino) en base a la integración multicriterio que consideró los factores de: valor de endemismo, valor de amenaza, valor de

distribución, valor trófico, valor de singularidad taxonómica, valor de uso del hábitat y valor de perceptibilidad.

- *Una lista de especies focales de agua dulce de Chile.* El cálculo del valor como especie focal consideró tres factores para preseleccionar a las especies: (a) todas las especies endémicas, (b) todas las especies clasificadas en algún estado de conservación y (c) todas las especies paraguas, y/o bandera y/o clave. Se obtuvo una lista valorada de 71 especies focales para todo Chile, la que consta de 13 crustáceos decápodos, 22 peces, 27 anfibios, 8 aves y un mamífero. La lista de especies focales se entrega con su distribución, la que se representó cartográficamente.
- *Una metodología para calcular las amenazas (riesgo ecológico) sobre sistemas acuáticos continentales y su representación mediante mapas conceptuales para cada tipo de sistema representado en Chile.* Esta metodología describe los procesos inducidos por el ser humano, que causan perturbaciones e impactos ambientales en los sistemas acuáticos, definidos como amenazas o riesgos ecológicos, pudiendo representarse gráficamente mediante mapas conceptuales. Los impactos se identificaron, y caracterizaron en forma cualitativa los efectos potenciales que ocasionan y posteriormente se calificaron de acuerdo a su (a) importancia, (b) probabilidad de ocurrencia, y (c) magnitud, en una matriz causa-efecto que entrega un valor de impacto ponderado de todas las perturbaciones que afectan al sistema acuático. Este procedimiento requiere mucha información que se obtiene mediante análisis bibliográficos, reconocimiento y observaciones en terreno, encuestas y entrevistas a población aledaña e informantes clave.
- *Una metodología para calcular indirectamente las amenazas (riesgos ecológicos) sobre humedales cuando no se dispone de información suficiente.* Este procedimiento se basa en una estimación del riesgo ecológico a que está sometido el humedal e incorpora dos componentes. El riesgo ecológico intrínseco (Ret), que valora todos los procesos inducidos que afectan al humedal, y el riesgo ecológico territorial. Este último (Ret) reúne un conjunto de indicadores ambientales que proporcionan información indirecta de las

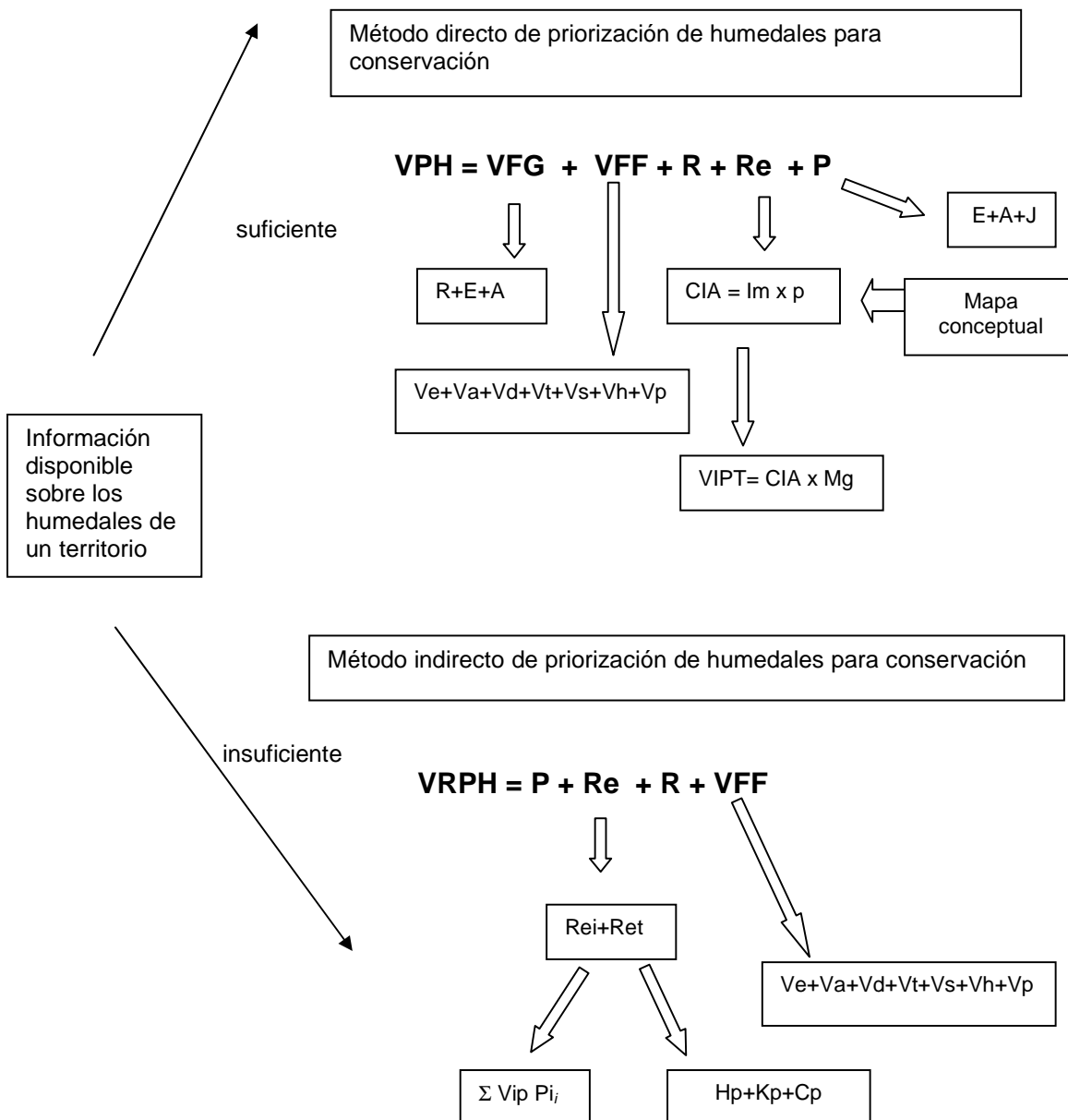
presiones de uso del territorio, que afectarían a los humedales, tales como la densidad poblacional (Hc), la densidad de la red caminera (Kc) y la cobertura de vegetación nativa (Cc). Estas variables se analizaron considerando la comuna como unidad de análisis.

- *Un análisis legal relacionado con la fauna de agua dulce y sus hábitats.* Contempló la recopilación y el análisis de toda la legislación actual vigente que aplica directa o indirectamente a las aguas continentales de Chile y que incorporan aspectos de protección sobre los sistemas acuáticos abordándolos como conjunto o en alguno de sus componentes directos (e.g., agua, vida acuática, fauna) o indirectos (e.g., forestación de la cuenca) que tiene incidencia en la conservación de los aspectos anteriores. Se identificaron 31 normas, cuya aplicación actual o potencial fue analizada para cada sistema acuático. Esta aplicación fue valorada en función de la especificidad, la aplicabilidad y la jerarquía legal de cada una de ellas obteniéndose un valor total de protección legal, potencial, para cada humedal.
- *Una lista fundamentada en los multicriterios desarrollados de los sistemas de aguas continentales seleccionados, como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática.* La lista reúne a 279 sistemas acuáticos continentales, de los cuales 46 se localizan en la macrozona Norte Grande 34 en la macrozona Norte Chico, 76 en la macrozona Centro, 93 en la macrozona Sur y 30 en la macrozona Austral.
- *Portafolio de los humedales seleccionados.* De los sitios priorizados se integró un portafolio que incluye los sitios de mayor jerarquía de priorización, incluyendo su localización, descripción física, propiedad, riqueza de especies, especies amenazadas, endémicas y focales.
- *Cartas (mapas) de los sitios (sistemas) seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática.* Se entrega la cartografía con la localización de los sitios priorizados representados por macrorregión.
- *Cartas (mapas) de zonas propuestas para corredores fluviales y lacustres, zonas búfer y zonas para restauración.* Este componente es abordado para su

consideración en sus aspectos teóricos y metodológicos, con aplicación a un humedal demostrativo.

Síntesis de la metodología propuesta para priorizar humedales

Este método considera dos procedimientos, según se disponga de una base de información adecuada o no, según se indica en la figura siguiente.



Método directo para priorizar humedales (VPH)

El método emplea cinco criterios de valores: filtro grueso (VFG) (al que también denominamos valor de importancia del sitio), filtro fino (VFF), riesgo ecológico (VRe) y de protección (VP). Los que se ponderaron según la fórmula:

$$VPH = VFG * 0,4 + VFF * 0,1 + VRe * 0,4 + VP * 0,1$$

Primero se establece el VFG a partir de los factores diversidad (riqueza de especies (R), endemismo (E) y amenaza (A) de las especies presentes en él. Luego se aplica el valor de filtro fino (VFF), que considera los valores de endemismo (Ve), amenaza (Va), distribución (Vd), condición trófica (Vt), singularidad taxonómica (Vs), hábitat (Vh) y perceptibilidad (Vp). El riesgo ecológico (Re) considera dos elementos, el riesgo ecológico intrínseco (Rei), dado por la valoración (valor de importancia (Vip)) de todos los procesos inducidos (Pi) por el ser humano que potencialmente generan impactos ambientales negativos; y por el riesgo ecológico del territorio (Ret). Para llegar al valor de importancia de todos los procesos inducidos, primero se califica el impacto (CIA) según su importancia (Im) (de acuerdo a su intensidad, extensión, momento, temporalidad, reversibilidad, interacción, periodicidad y recuperabilidad) y se multiplica por su probabilidad de ocurrencia (p) y luego por la magnitud de éste (Mg). El riesgo ecológico del territorio (Ret) reúne indicadores indirectos de las presiones de uso del territorio comunal, que afectarían a los humedales, tales como la densidad poblacional (Hc), la densidad de la red caminera (Kc) y la cobertura de vegetación nativa (Cc). El valor de protección legal (P) que aplica a cada tipo de humedal y que considera la especificidad (E), aplicabilidad (A) y jerarquía (J) de cada norma legal.

Método indirecto para priorizar humedales

En el caso de no disponerse de la información biológica de los humedales para estimar su filtro grueso se emplea una metodología indirecta que considera cuatro factores para la priorización, agregándose el valor de la representatividad (R) del tipo de humedal en el contexto nacional y se calcula según la fórmula:

$$VRPH = VFF + P + Re + R$$

1. ANTECEDENTES

Los sistemas ecológicos de agua dulce abarcan el 0,8% de la superficie de la tierra. Sin embargo, albergan aproximadamente el 12% de las especies de fauna del planeta. A nivel mundial, este significativo componente de la biodiversidad se encuentra en una profunda crisis. Al respecto, más de dos tercios de las especies de bivalvos de agua dulce, la mitad de las especies de crustáceos y más de un tercio de las especies de peces se consideran extintos, amenazados o vulnerables. En el caso de la fauna dulceacuícola chilena, esta situación se ve reflejada en el estatus de conservación de la ictiofauna, representada por 12 familias, 17 géneros y 43 especies, donde las evidencias apuntan a que los problemas de conservación de este grupo taxonómico va en aumento. Esto adquiere especial relevancia cuando se considera que el 80% de las especies de ictiofauna son endémicas del territorio nacional. Otro ejemplo corresponde al caso de los invertebrados, donde ya se cuenta con dos especies de crustáceos malacostráceos extintas (*Aegla conceptionensis* y *A. expansa*), y tres críticamente amenazadas.

La biodiversidad de América del Sur austral es de un alto valor, debido a su riqueza en especies que son filogenéticamente valiosas, como así también por estar amenazada ambientalmente. Dinerstein et al. (1995), consideraron que desde el punto de vista de la conservación, América del Sur austral tiene una prioridad regional muy importante debido a su particularidad biológica. Ésta está definida por varios aspectos, tales como la riqueza de especies, alto grado de endemismos, particularidad de los procesos ecológicos y por su estado de conservación. Otro aspecto remarcable es la estrecha relación filogenética de su flora y fauna con las biotas de otras regiones australes, como Australia y Nueva Zelanda. Esta estrecha afinidad con biotas extraamericanas, y una menor afinidad con la biota neotropical llevan a que América del Sur austral sea considerada en numerosos esquemas biogeográficos como una región diferente al resto de América del Sur (Morrone 1996). Una de las áreas más fascinantes de esta región

es el dominio subantártico, con tres ambientes principales, bosques fríos con especies dominantes de árboles del género *Nothofagus*, regiones más cálidas con desiertos arbustivos en Chile central y pastizales fríos, tanto de baja altura como los de la Patagonia, como los de altura de la Puna. Los criterios utilizados en América del Sur austral para crear áreas naturales protegidas ha sido en la mayoría de los casos la preservación de paisajes o de bosques, sin embargo debido al incremento de la actividad humana es urgente la necesidad de estimar la proporción de especies protegidas como así también aquellas que deberían ser protegidas en el futuro.

En diciembre de 2003, el Consejo de Ministros aprobó la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBD), cumpliendo así con uno de los compromisos adquiridos con la ratificación del Convenio sobre Diversidad Biológica por parte de Chile en 1994. La diversidad biológica o biodiversidad es la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, así como los complejos ecológicos de los que forman parte, lo que incluye diversidad dentro de las especies (intraespecífica), entre las especies (interespecífica) y de ecosistemas (UNEP 1992). De este modo la biodiversidad es el conjunto de genes, especies, ecosistemas y paisajes en un espacio determinado y en un momento dado, considerados en sus interacciones jerárquicas sucesivas (Di Castri 2003). La Estrategia Nacional de Biodiversidad, en su primera línea estratégica resalta la necesidad de “Asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del año 2010”. Este eje rector se encuentra también reflejado en varias acciones específicas dentro de un Plan de Acción aprobado en abril de 2005. Entre las iniciativas aprobadas se encuentra la Política Nacional de Áreas Protegidas que integra y articula las políticas sectoriales, considerando los componentes terrestres y acuáticos, en ámbitos privados y públicos, cuyo objetivo es crear e implementar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), terrestres y acuáticas, públicas y privadas, que represente adecuadamente la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y la provisión de servicios

ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Por su parte entre las acciones a desarrollar en el corto y mediano plazo de la ENBD, se incorporó el compromiso del Estado de iniciar las acciones conducentes a proteger la fauna nativa de agua dulce, cuyos estados de conservación varían entre especies clasificadas en peligro de extinción, vulnerables y una significativa proporción de especies clasificadas como insuficientemente conocidas. Sin embargo, el inadecuado estado de conservación en que se encuentra la mayor parte de las especies nativas de agua dulce, se asocia principalmente al deterioro y fragmentación de sus hábitats, más que a las actividades de pesca propiamente tales. En este sentido, las actividades de conservación debieran estar centradas preferentemente en la conservación de los ambientes que habitan estas especies así como una gestión intersectorial coordinada en una perspectiva interinstitucional.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuicultura, las reservas marinas pueden constituir un marco de referencia o una herramienta apropiada para proteger los hábitats acuáticos de agua dulce donde aún persiste una diversidad de especies nativas con problemas de conservación. En ese contexto, el Consejo de Investigación Pesquera teniendo presente lo informado por la Subsecretaría de Pesca y la conveniencia de obtener información necesaria para la administración sectorial, decidió incluir el presente proyecto en el programa de investigación pesquera del año 2008.

2.- OBJETIVOS

Objetivo general

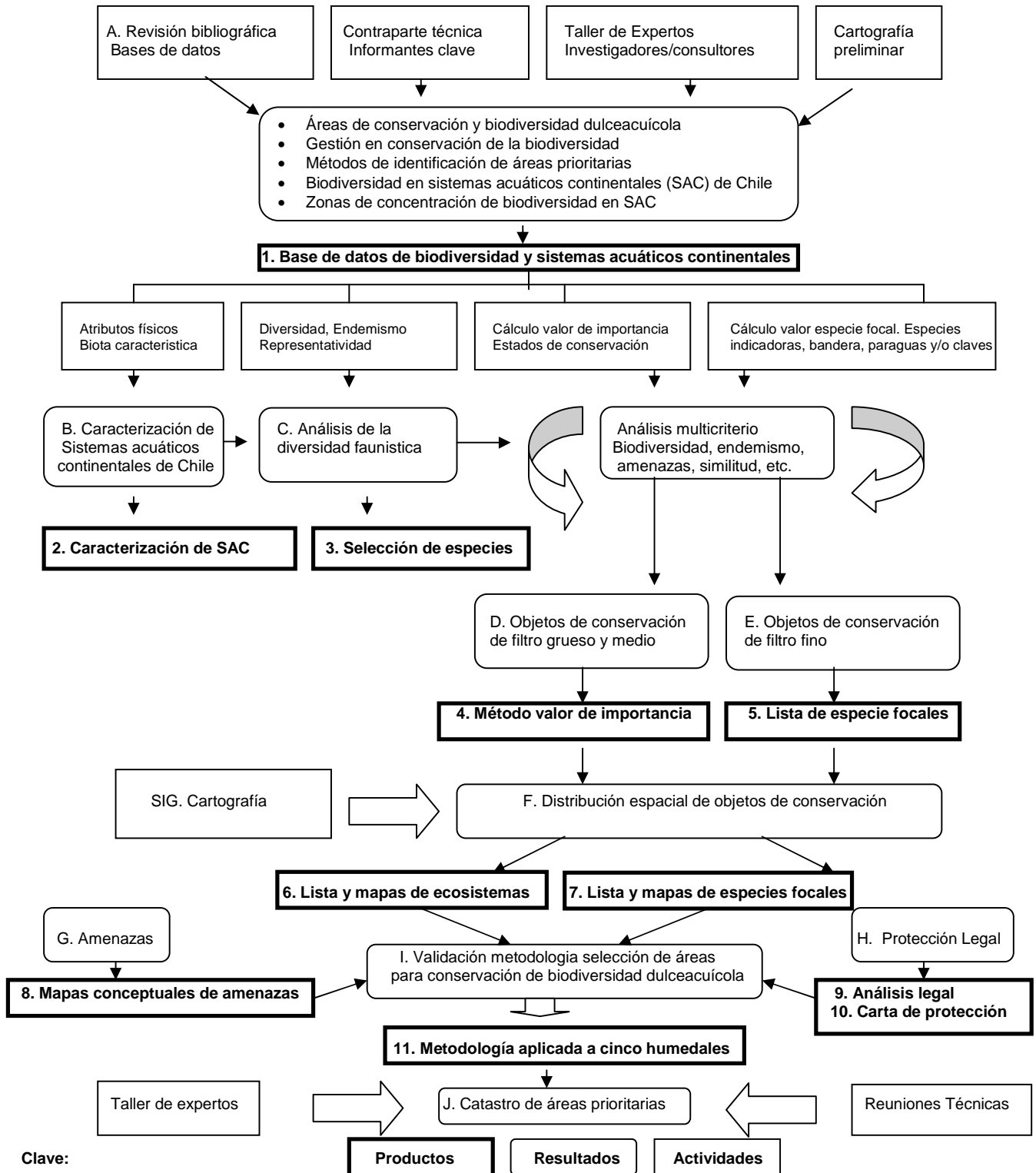
Desarrollar e implementar una metodología, para la identificación de áreas adecuadas a ser incorporadas en una red de sitios de protección para la fauna nativa dulceacuícola (“reservas marinas”).

Objetivos específicos

- Analizar los antecedentes sobre metodologías utilizadas en la identificación de áreas apropiadas para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola, a través del concepto de áreas de conservación, entre otros.
- Desarrollar y validar una metodología adaptada a la realidad chilena, que permita identificar, definir y priorizar sitios apropiados para establecer áreas de protección de especies hidrobiológicas nativas de agua dulce de Chile.
- Aplicar la metodología y definir un portafolio que contenga una red de sitios de protección, adecuada para alcanzar las metas establecidas en el marco del Plan de Acción de la ENBD.

3.- METODOLOGÍA GENERAL

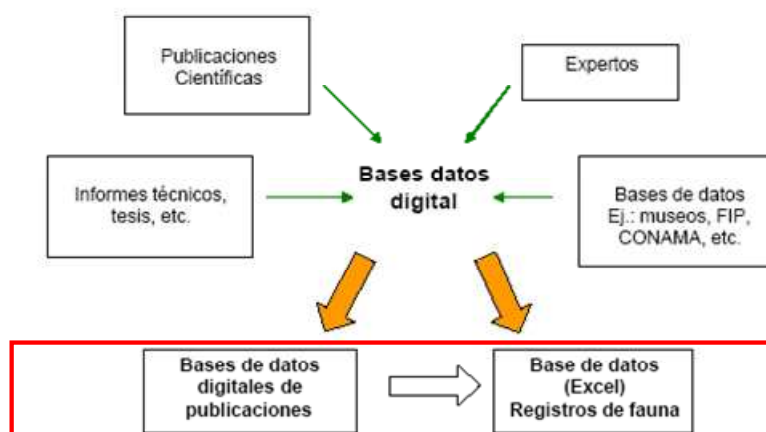
Se describe a continuación el flujo metodológico.



3.1. Revisión bibliográfica

La recopilación bibliográfica tiene como propósito reunir y evaluar la totalidad del conocimiento científico disponible sobre las especies de fauna silvestre nativa de aguas continentales de Chile. Se realizó una revisión exhaustiva de toda la información edita e inédita a nivel nacional e internacional, sobre (a) el concepto de áreas de conservación para la biodiversidad dulceacuícola; (b) medidas y acciones para la conservación de la biodiversidad; (c) metodologías de identificación de áreas prioritarias para la conservación; (d) información sobre biodiversidad de sistemas acuáticos continentales en Chile (todos los taxones).

El protocolo de búsqueda incluyó las publicaciones científicas como de documentación gris (seminarios, talleres, tesis, resúmenes de trabajos no publicados, documentación técnica) existente para los distintos taxa de fauna de vertebrados de Chile considerados en este estudio (peces, anfibios, aves, mamíferos) e invertebrados (moluscos, caracoles y crustáceos), enfocando dicha búsqueda a documentación propia de humedales dulceacuícolas en el país. La recopilación bibliográfica siguió el siguiente procedimiento:



La fuente más abundante de información deriva de publicaciones en revistas científicas y libros técnicos, como también de bases de datos provenientes de

terceros y propias. Con esta documentación reunida se confeccionó una base de datos digital la que se organizó en la forma de dos productos: (a) como base de datos digital de publicaciones, y b) como bases de datos de registros de fauna en el país.

Se inició la recopilación consultando diversas fuentes de información disponible de publicaciones nacionales e internacionales, de distinto origen, tanto en su forma digital como impresa. Para ello se revisaron presencialmente las bibliotecas de las Universidades de Chile, Austral de Chile, del Museo Nacional de Historia Natural y de la Unión de Ornitólogos de Chile, y a través del acceso digital a las demás universidades del país que disponían de esta herramienta. Igualmente se realizó una acuciosa búsqueda de información por internet y se efectuaron solicitudes específicas de publicaciones de su autoría a diversos investigadores nacionales y extranjeros.

Las publicaciones se compilaron, separadamente para cada taxón de vertebrados e invertebrados e incorporó tanto la información física disponible en el Centro de Estudios Agrarios y Ambientales como la no disponible. Esta base preliminar fue enviada a cada uno de los consultores del proyecto solicitándose su aporte en bibliografía ya sea de su autoría como de sus propias bases de información, para completar aquellos documentos de los cuales no se disponía y de esta forma retroalimentar su completación.

Base de datos de publicaciones sobre fauna

La información fue clasificada y ordenada sistemáticamente por grupo faunístico, como ya se indicó, existiendo para ello dos tipos de matrices de respaldo:

1.- Base de Datos de Publicaciones: confeccionada en una planilla electrónica (archivo Excel), la cual contiene la clasificación total de los registros de trabajos recopilados a la fecha, sistematizados en el siguiente orden:

- 1.- Autores: ordenadas siguiendo las normas de publicación de la Revista Chilena de Historia Natural.
- 2.- Año de la publicación
- 3.- Título del trabajo
- 4.- Revista científica (o nombre del taller, simposio u organización del documento técnico en el cual fue publicado)
- 5.- Número de la publicación

2.- Base de Datos de Publicaciones: archivo en formato digital de cada uno de los trabajos contenidos en la base de datos de publicaciones registrados en la planilla, y que se presenta como anexo a este informe.

Los resultados de la clasificación de la Base de Datos de Publicaciones propuesta, fueron analizados por taxa siguiendo el protocolo de elaboración de documentos bibliográficos de la Revista Gestión Ambiental, conteniendo para cada caso el siguiente tipo de análisis:

- 1.- Distribución de la bibliografía según el tipo de publicación: libros, capítulos de libros, revistas científicas y otro tipo de publicaciones (seminarios, talleres, tesis, resúmenes de trabajos no publicados, documentación técnica).
- 2.- Distribución según el año de publicación.
- 3.- Distribución por tópicos de investigación de las publicaciones científicas, clasificadas bajo las tipologías de:
 - Sistemática y taxonomía
 - Distribución geográfica y biogeografía
 - Aspectos biológicos (e.g., morfología, reproducción, genética)
 - Dieta
 - Etología
 - Enfermedades y sanidad

- Ecología poblacional y de comunidades
- Conservación y amenaza

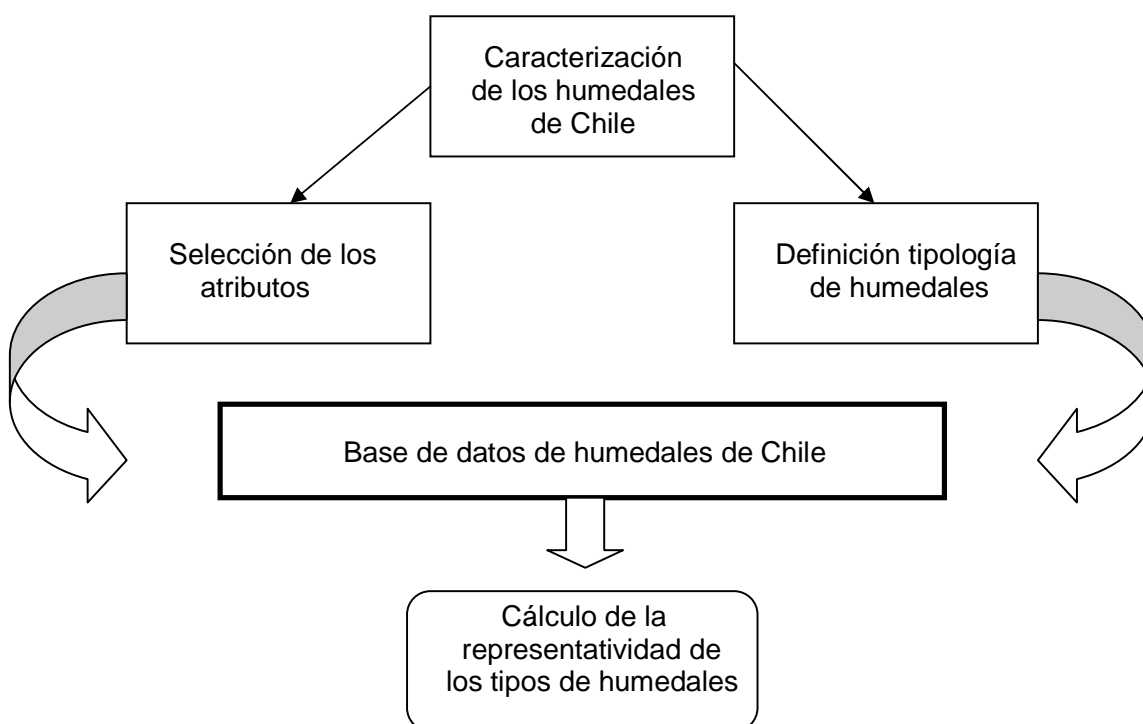
- **Actividades realizadas**
 - Revisión de información sobre especies hidrobiológicas en Chile
 - Documento de síntesis de revisión de especies hidrobiológicas de aguas dulce de Chile (en resultados)

- **Producto 1:** *Una base de datos en formato digital con información de artículos científicos y documentos sobre fauna nativa de especies hidrobiológicas de agua dulce de Chile.*

3.2. Caracterización de los humedales de Chile

En este informe se hablará indistintamente de humedales y aguas dulces para referirse a los sistemas acuáticos continentales, a sabiendas que humedales es un concepto definido y más amplio (véase Dugan 1994).

A partir de una caracterización de los sistemas acuáticos continentales, ya realizada por Muñoz-Pedrerros (2009) se elaboró: (a) una caracterización de los humedales de aguas continentales, (b) una asignación de atributos para construir una base de datos de humedales (e.g., atributos físicos y bióticos), (c) una tipología de humedales de Chile en base a la propuesta por Dugan (1992) con modificaciones de Muñoz-Pedrerros & Möller (1990) y Muñoz-Pedrerros (2009), (d) una base de datos georreferenciada de humedales de Chile y (e) un cálculo de la representatividad de cada uno de estos humedales en el país. Esta caracterización fue sometida a la revisión crítica del panel de especialistas en el Taller de expertos.



Para la base de datos georreferenciada de humedales de Chile se consideraron como fuentes registros propios del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, los aportes de Scott & Carbonell (1986), Blanco & Carbonell (2001), Schlatter et al. (2001), López-Lanus & Blanco (2004), Barrera (2008). Se excluyó la base de datos propuesta por Castro & Fernández (2007) debido a que los humedales altoandinos inventariados contaban con sólo una coordenada geográfica de registro.

- **Actividades realizadas**

- Elaboración de documento con la caracterización de sistemas
- Asignación de atributos físicos
- Organización de taller de expertos
- Elaboración de base de datos georreferenciada
- Cálculo de la representatividad

Producto 2: *Un documento con la caracterización básica de los sistemas acuáticos continentales de Chile y su representatividad a nivel nacional.*

3.3. Análisis de la diversidad faunística

Se realizó un análisis que consideró la integración de tres factores para los tipos de humedales registrados en el punto anterior: (a) la diversidad que contienen (como riqueza de especies); (b) las especies de fauna endémica estimada como presente; (c) los estados de conservación de la fauna estimada presente, que reflejan el grado de amenaza a que están sometidas las especies. La clasificación para estados de conservación utilizó diferentes métodos e iniciativas, además del reglamento de la Ley de Caza 19.407 como fuente de información oficial para la fauna y los listados originados en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) DS N° 151 de 2007, DS N° 50 de 2008 y DS N° 51 de 2008, el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (1988), a Bahamondes et al. (1998), Campos et al. (1998) y Díaz-Páez & Ortiz (2003), Rudolph & Crandall (2007).

Actividades realizadas

- Análisis de la diversidad de los tipos de sistemas
- Análisis de endemismos
- Análisis de los estados de conservación
- Documento con selección de especies
- Taller de expertos

Producto 3: *Una lista de especies nativas hidrobiológicas de agua dulce de Chile seleccionadas a partir del cruce de factores de endemismo y estados de conservación.*

3.4. Conservación y métodos para identificar sitios prioritarios

Asociado a las obligaciones que se expresan en el punto quinto del contrato y que incluyen: a) la revisión del concepto de áreas de conservación para la biodiversidad; b) la revisión de medidas de conservación de la biodiversidad; y c) la revisión de metodologías de identificación de áreas prioritarias. Se elaboró una monografía (capítulo) que integró todos estos aspectos metodológicos orientados a la identificación de áreas prioritarias para la conservación.

• Actividades realizadas

- Revisión bibliográfica
- Análisis y síntesis de la información
- Redacción de textos

Producto 4: *Una revisión bibliográfica sobre áreas y medidas de conservación para la biodiversidad y metodologías de identificación de áreas prioritarias*

3.5. Definición de los objetos de conservación: filtro grueso

Los objetos de conservación constituyen elementos bióticos que se incorporan como fundamentos de protección para los sitios con alto valor para la conservación de la biodiversidad. Un área de conservación es funcional cuando reúne los atributos más adecuados para conservar la diversidad biológica a largo plazo o, como lo manifiestan Poiani & Richter (2000) es un área que “mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que sustentan, dentro de sus rangos naturales de variación”. Los objetos de conservación pueden definirse a nivel de comunidades naturales y sistemas ecológicos o ecosistemas, en los que se incluyen los procesos naturales que los mantienen. También se establecieron objetos de conservación a nivel de especies, que será la estrategia usada en este estudio y sobre las cuales se distinguen distintos grados o “filtros” (grueso y fino). Los detalles metodológicos se presentan en resultados, ya que son parte del objetivo de este estudio.

- **Actividades realizadas**

- Selección de ambientes/ecosistemas de filtro grueso
- Redacción de documento para estimar el valor de importancia (VP)
- Cálculo del valor de importancia (VP) de los ambiente seleccionados
- Taller de expertos

Producto 5: *Una metodología desarrollada para estimar el valor de importancia (filtro grueso) de un sitio (sistema acuático) a partir de los factores diversidad, endemismo y amenaza de las especies presentes en él.*

3.6. Definición de los objetos de conservación: filtro fino

Las especies focales (filtro fino) sirven como atajos para monitorear o resolver problemas de conservación, ya sea evaluando la magnitud de la perturbación antropogénica, monitoreando las tendencias poblacionales, localizando áreas de alta biodiversidad, delineando un tipo de hábitat o tamaño de área para protección o atrayendo la atención del público. El cálculo lo realizó el equipo del proyecto y fue evaluado mediante criterio de experto y validado en un taller amplio de especialistas. Los detalles metodológicos se presentan en resultados, ya que son parte del objetivo de este estudio.

- **Actividades realizadas**

- Análisis y selección de especies focales
- Cálculo del valor como especie focal
- Redacción de informe de especies focales
- Taller de expertos

Producto 6: *Una lista de especies focales de agua dulce de Chile por clases taxonómicas*

Para la lista de especies focales para la conservación de filtro fino, se determinó su distribución geográfica en el territorio nacional en base a datos bibliográficos y al conocimiento de los expertos.

Producto 7: *Una lista de especies focales de agua dulce de Chile con sus distribuciones geográficas*

3.7. Distribución espacial de los objetos de conservación

Con los productos, hasta aquí obtenidos, se procedió a una selección sistemática de las áreas para conservación. Los 1215 humedales registrados en la base de datos (provenientes de 1012 sitios o localizaciones) se espacializaron por

macroregiones en mapas que contenían los humedales identificados en la base de datos. De este modo se identificaron espacialmente (mapeado) los potenciales objetos de conservación.

Producto 8: *Una lista de ecosistemas de agua dulce de Chile con sus distribuciones geográficas con expresión cartográfica (mapas de distribución por macroregión).*

3.8. Amenazas a los objetos de conservación

En esta fase se evaluaron los tipos y grados de impacto o perturbación para los humedales. Se trabajó en dos escenarios, en el primero cuando se dispone de suficiente información del humedal bajo estudio y para ello se desarrolló una metodología basada en las amenazas (entendidas como riesgo ecológico) específicas para ese humedal. En el segundo caso, cuando no se dispone de información suficiente, se desarrolló un método indirecto para establecer el riesgo, considerando el riesgo intrínseco para cada tipo de humedales y el riesgo territorial, tomando a la comuna como unidad de análisis.

Producto 9: *Una metodología para elaborar mapas conceptuales de amenazas para sistemas acuáticos continentales.*

Producto 10: *Un mapa conceptual de amenazas para cada tipo de sistema acuático continental representado en Chile.*

Producto 11: *Una metodología para calcular las amenazas (riesgos) sobre humedales cuando se dispone de información suficiente.*

Producto 12: *Una metodología para calcular indirectamente las amenazas (riesgos) sobre humedales cuando no se dispone de información suficiente.*

3.9. Protección legal

Se realizó una revisión bibliográfica de la legislación vigente en relación a los temas de biodiversidad, humedales y recursos hídricos, incluyendo normas jurídicas, documentos de análisis, descripción y caracterización de normas así como estudios éditos e inéditos (e.g., Maldonado & Chacón 2000, Environmental Law Institute et al. 2003, Hermosilla 2004). Se recopilaron textos legales (leyes, reglamentos, etc.) de los que se extrajeron los documentos que se refieren a los temas ya indicados. En los trabajos desarrollados por la CONAMA (e. g., CONAMA 1996a, 1996b, 1996c, 1996d, 1997a, 1997b) se describen las competencias ambientales de las diferentes reparticiones del Estado, los procedimientos administrativos, la legislación punitiva y sancionatoria ambiental, y se incluye un diagnóstico del ordenamiento jurídico aplicable a la protección de la diversidad biológica, entre otras. También se consideraron los estudios de diversos autores (e. g., Gallardo 1985, 1989, Ortiz 1986, 1990, Castillo 1994, Valenzuela 1994).

Posteriormente se realizó un análisis y selección de la normativa legal, acotándola a las características de interés de este estudio (e. g., fauna dulceacuícola, recursos hídricos, humedales, cuencas). Se seleccionaron las normas orientadas a proteger y conservar los objetos de conservación. Luego se ordenaron jerárquicamente siguiendo la propuesta de Gallardo (1985, 1989) y se describieron y comentaron utilizando la bibliografía recopilada. La legislación ambiental seleccionada se analizó desde un punto de vista de su aplicación para describir los procesos inducidos, sus perturbaciones e impactos ambientales relacionados.

A modo experimental, en un humedal con información suficiente, se estimó la protección según la protección legal ya descrita. Para esto seguimos y modificamos la metodología usada por Pellet et al. (2005) y CEA (2008). La legislación seleccionada se expresó cartográficamente en una zona piloto, obtenida de los atributos específicos que la legislación define, generando así una carta, la *Carta de normativas jurídicas*. Sobre la carta base del área se representó, en sistemas de información geográficos, la legislación siguiendo las recomendaciones de King

(1993), visualizándose así todos los espacios del territorio que están protegidos desde la perspectiva legal. Como fundamento para la interpretación de la ley, se siguieron los artículos 19 al 24 contenidos en el número 4, Título Preliminar, del código civil chileno.

Producto 13: *Un capítulo con el análisis legal relacionado con la fauna de agua dulce y sus hábitats.*

Producto 14: *Una metodología para la construcción de cartas de normativas jurídicas orientadas a la protección de humedales.*

3.10. Validación de la metodología

Con la información y validación de procedimientos alcanzado (productos 1 al 14), se procedió a la validación de la metodología en zonas relevantes para la biodiversidad dulceacuícola. En base de la representatividad de los humedales a nivel nacional, a la disponibilidad de información y la experiencia del equipo de trabajo se aplicó la metodología en las siguientes áreas: (a) humedal altiplánico del río Putana/géiseres del Tatio, (b) laguna salobre de Lejía, (c) río Mataquito, (d) lagunas costeras de Pichilemu Petrel/El Ancho y (e) humedales de la depresión intermedia del río Cruces. En las cinco áreas se aplicó la metodología desarrollada.

Producto 15: *Metodología aplicada a cinco humedales.*

3.11. Base de datos de áreas para la conservación

A partir de la base de datos de humedales y de los productos generados se identificaron 1.215 humedales, provenientes de 1.012 sitios o localizaciones, que contenían un mínimo de información para identificar objetos de conservación (en diferentes filtros). Para estos humedales se aplicó la metodología indirecta para priorizar humedales ya desarrollada. En esta lista se incluyeron todos los sitios

Ramsar y los humedales priorizados por CONAMA en las regiones de Chile, así como los humedales priorizados en otras fuentes y organismos. Luego de construida esta lista se confeccionó un portafolio para cada humedal seleccionado, esto consistió en una ficha con la información relevante documentada.

Producto 16: *Una lista, fundamentada en los multicriterios desarrollados, de los sistemas de aguas continentales seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática.*

Producto 17: *Un portafolio de los humedales seleccionados.*

Finalmente y a partir de la base de datos de humedales se elaboró una cartografía en la cual se representaron las áreas seleccionadas como sitios aptos y representativos para la conservación, ya sean: (a) pequeñas cuencas, para el caso de los objetos de conservación de tipo fluvial y/o lacustre; (b) como áreas “búfer” (corredores de amortiguación), para los grandes sistemas fluviales y/o lacustres, y/o (c) como polígonos, para sistemas complejos formados por múltiples lagos, ríos y sistemas de humedales, incluyendo salares.

Producto 18: *Cartas (mapas) de los sitios (sistemas) seleccionados como áreas para la conservación de la fauna silvestre acuática.*

En un área piloto, y a modo demostrativo, se identificó espacialmente la necesidad de corredores fluviales y lacustres, para asegurar la conectividad entre las áreas priorizadas. También se identificaron aquellas zonas que son requeridas para efectos de restauración, cuando ésta sea necesaria para poder alcanzar las metas de conservación, o para mantener la integridad de los procesos ecológicos en los sitios seleccionados.

Producto 18: *Cartas (mapas) de zonas propuestas para corredores fluviales y lacustres, zonas búfer y zonas para restauración.*

3.11. Talleres de expertos

Se realizaron siete talleres de expertos en los que se convocó al trabajo de los especialistas del proyecto. La metodología de trabajo de los talleres consistió en la preparación de documentos de trabajo, su envío a los consultores para su análisis y la recopilación de observaciones y aportes mediante plantillas de evaluación o de completación de antecedentes. Los especialistas dispusieron de tiempos variables para su análisis y para el envío de aportes, dependiendo de la complejidad de los temas abordados y la dedicación que les requiriesen. Véase en anexos la nómina, profesión, grados académicos y filiación institucional de los especialistas participantes en los talleres. También en anexos la descripción de cada taller. De acuerdo al método Delphi, aplicado en los talleres con componentes metodológicos, se siguió el procedimiento de sistematización de las observaciones realizadas por los consultores, y su incorporación a los documentos, los que nuevamente fueron enviados a los especialistas para su sanción. De este modo se solicitó una segunda lectura a los textos y su reevaluación mediante las plantillas, con lo cual se obtiene un documento final de consenso en los temas trabajados.

4. RESULTADOS

4.1. Revisión bibliográfica

4.1.1. Bibliografía sobre mamíferos acuáticos chilenos

Se encontraron 66 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1953 y 2008. De éstas, se registró un capítulo de un libro que trata sobre mamíferos de humedales (1,5%), 38 artículos de revistas científicas (57,6%) y 27 de otro tipo de publicaciones, como informes, documentos técnicos, seminarios, tesis y resúmenes de congresos y talleres (40,9%)(Figura 1).

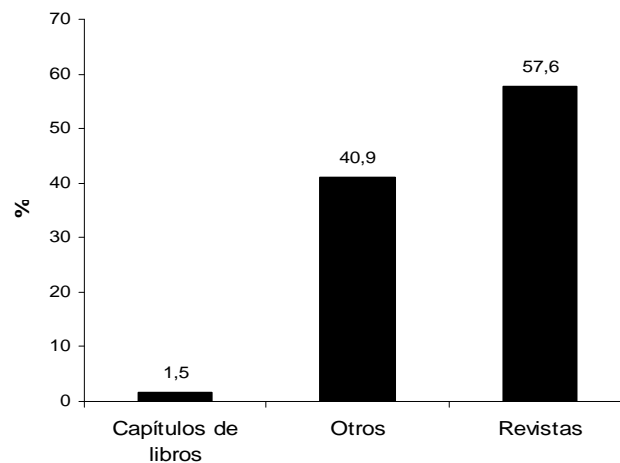


Figura 1. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de mamíferos de humedales en Chile.

De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (39 artículos, 57,6%), un 18,4% corresponden al tópico distribución y biogeografía, un 36,8% a aspectos biológicos, un 13,2% a dieta, un 7,9% a etología, 5,3% a ecología poblacional y de comunidades, y un 18,4% a conservación y amenaza (Figura 2).

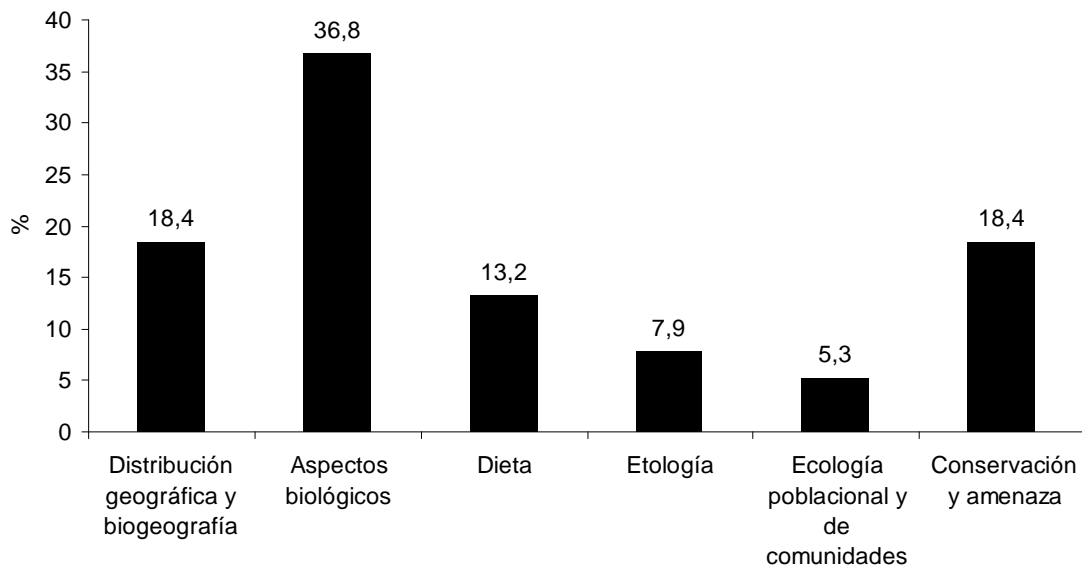


Figura 2. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre mamíferos de humedales.

4.1.2. Bibliografía sobre aves acuáticas

Se encontraron 300 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1854 y 2009. De éstas, 40 corresponden a libros de aves (13,3%), 15 a capítulos de libros (5%), 190 a artículos de revistas científicas (63,3 %) y 55 a otro tipo de publicaciones, como informes, documentos técnicos, seminarios, tesis y resúmenes de congresos y talleres (18,3%)(Figura 3).

La mayor proporción de publicaciones se registró a partir de la década de 1960, notándose un gran incremento entre las décadas de 1970 (41 artículos, 14%) y la década de 1980 (48 artículos, 16%). Los máximos de publicaciones han sido registrados en las décadas de 1990 y 2000-2009, con un 68% y un 62% respectivamente en cada período (Figura 4).

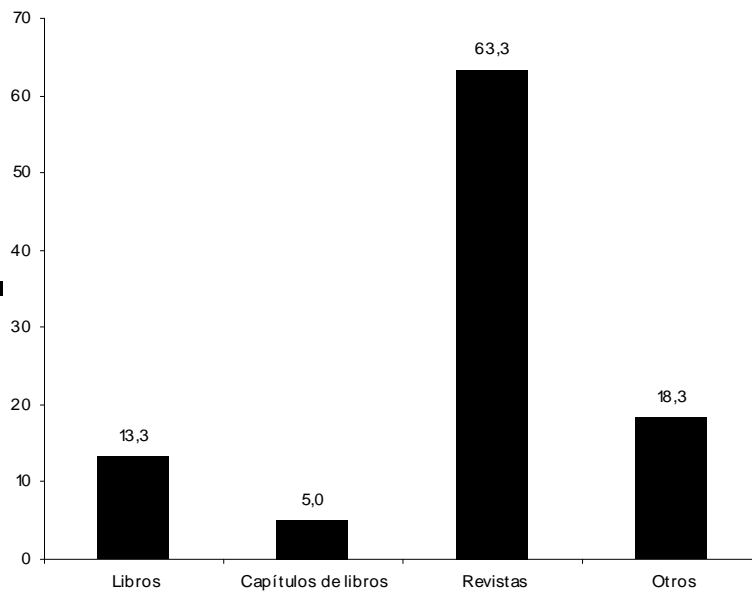


Figura 3. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de aves acuáticas en Chile.

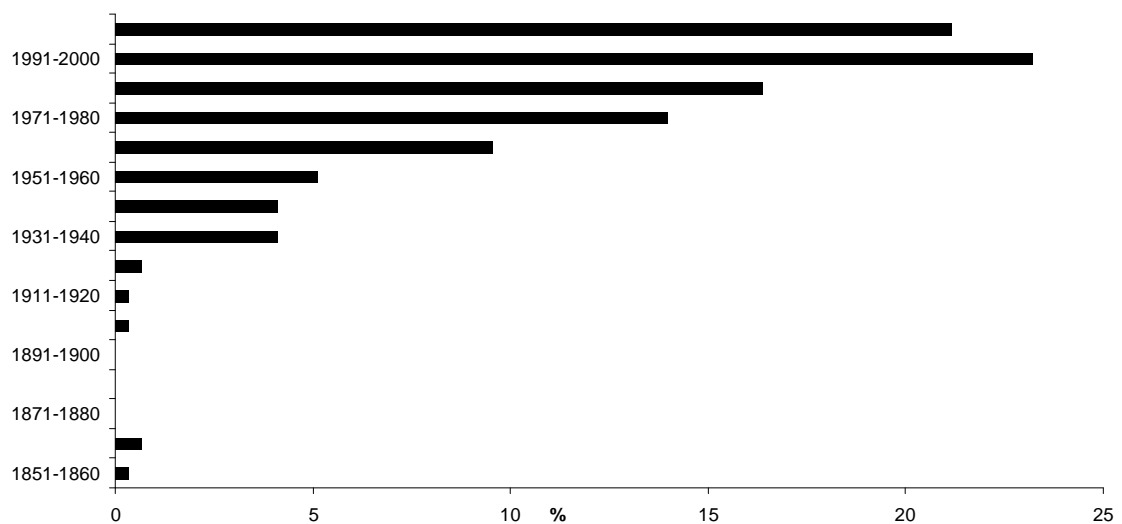


Figura 4. Distribución según año de publicación de la bibliografía sobre aves acuáticas chilenas.

De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (190 artículos de revistas, 63,3%), un 1,6% corresponden al tópico de sistemática y taxonomía, un 27,9% a distribución y biogeografía, un 39,5% a aspectos biológicos, un 2,1% a dieta, un 2,1% a etología, un 1,1% a enfermedades y sanidad, un 16,8% a ecología poblacional y de comunidades y un 9% a conservación y amenaza (Figura 5).

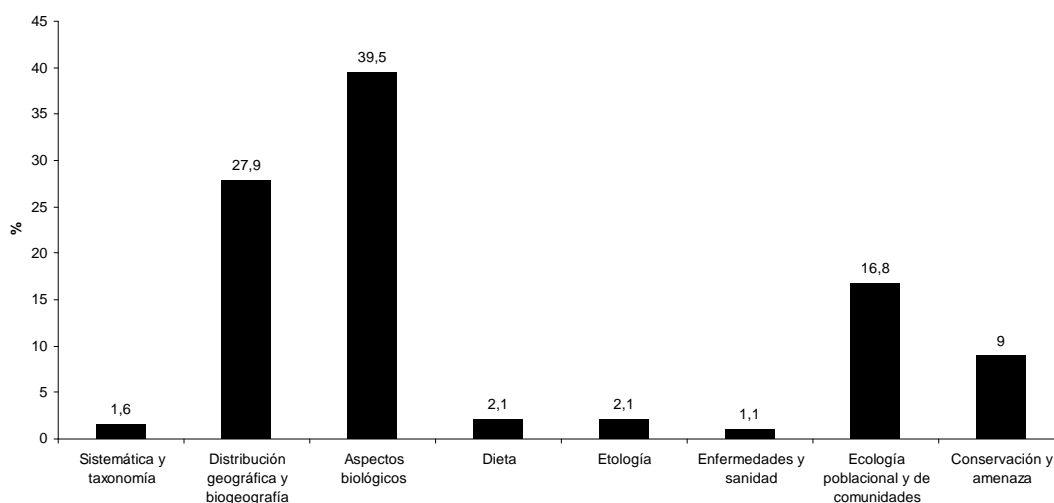


Figura 5. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre aves acuáticas chilenas.

4.1.3. Bibliografía sobre anfibios chilenos

Se encontraron 475 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1782 y 2009. De éstas, 12 corresponden a libros de anfibios (2,5%), 45 a capítulos de libros (9,5%), 396 a artículos en revistas científicas (83%) y 22 a otro tipo de publicaciones, como informes, documentos técnicos y tesis de grado (4,6%) (Figura 6).

De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (396 artículos, 83%), un 26,9% corresponden al tópico de sistemática y taxonomía, un 21,9% a distribución y biogeografía, un 35% a aspectos biológicos, un 1,7% a dieta, un 6,8% a etología, un 1% a enfermedades y sanidad, un 3% a ecología poblacional y de comunidades, y un 3,5% a conservación y amenaza (Figura 7).

La mayor proporción de publicaciones se registró a partir de la década de 1950, notándose un gran incremento en la década de 1970 -1980 (100 artículos, 20,8%), mientras que en la década de 1980 y 1990 existió un importante decrecimiento (13,3% y 10,6% respectivamente). El máximo de publicaciones se registró entre los años 2001-2008 (113 artículos, 24%).

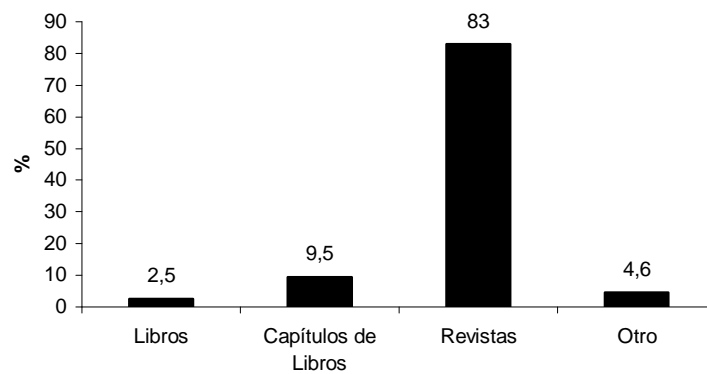


Figura 6. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de anfibios en Chile.

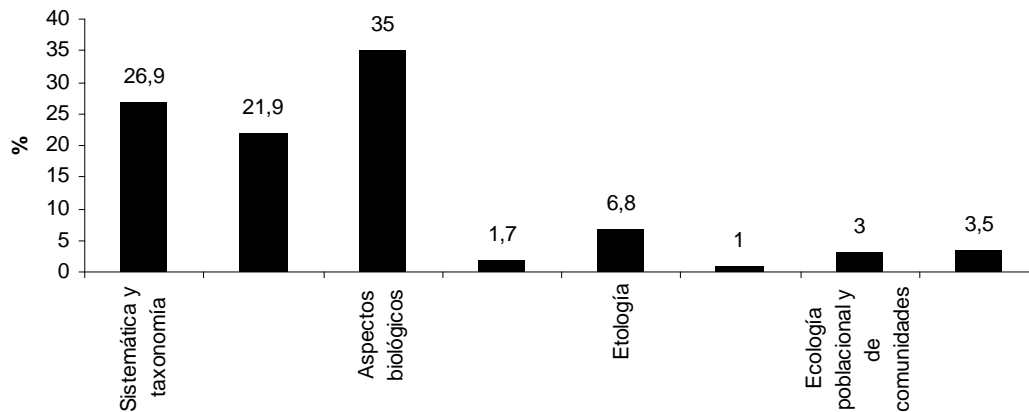


Figura 7. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre anfibios chilenos.

4.1.4. Bibliografía sobre peces chilenos

Se encontraron 404 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1782 y 2009. De éstas, 15 corresponden a libros de peces (3,7%), 32 a capítulos de libros (7,9%), 284 a artículos de revistas científicas (70,3%) y 73 a otro tipo de publicaciones, como informes, documentos técnicos, seminarios, tesis y resúmenes de congresos y talleres (18,2%) (Figura 8).

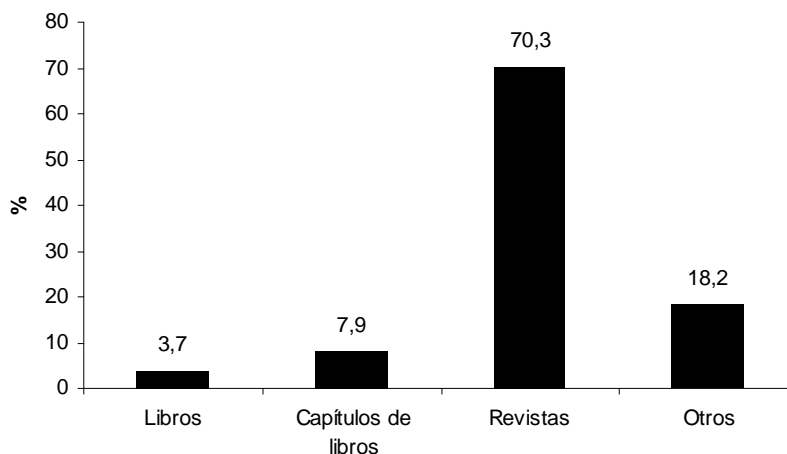


Figura 8. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de peces en Chile.

La mayor proporción de publicaciones se registró a partir de la década de 1960, notándose un gran incremento en la década de 1970 (58 artículos, 15%), y alcanzándose el máximo en la década 1980 (108 artículos, 27%). En las décadas de 1990 y 2000-2009 se observa un descenso en el número de publicaciones (26% y 18 % respectivamente). De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (284 artículos, 70,3%), 74 corresponden al tópico de sistemática y taxonomía (26,1%), 56 a distribución y biogeografía (19,7%), 79 a morfología, reproducción y desarrollo (28%), 23 a dieta (8,12%), cuatro a etología (1,4%), cuatro a enfermedades y sanidad (1,4%), seis a ecología poblacional y de comunidades (2,1%), 38 a conservación y amenaza (13%).

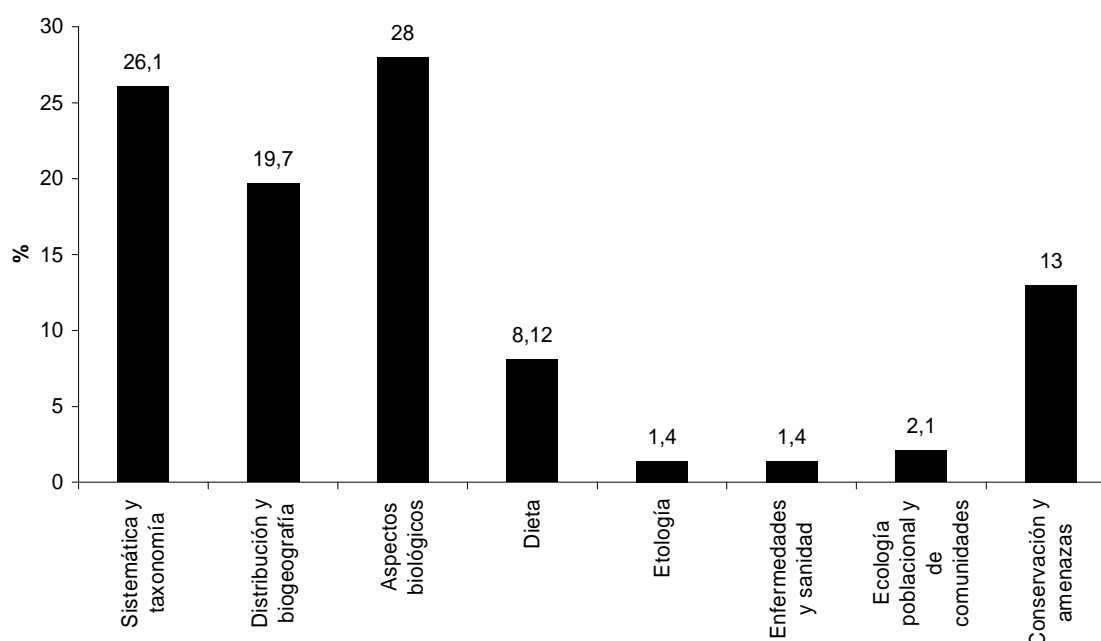


Figura 9. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre peces chilenos.

4.1.5. Bibliografía sobre crustáceos chilenos de agua dulce

Se encontraron 105 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1900 y 2009. De éstas, una corresponde a libros (0,9%), dos a capítulos de libros (1,9%), 96 a artículos en revistas científicas (91,5%) y seis a otro tipo de

publicaciones, como informes, documentos técnicos y tesis de grado (5,6%)(Figura 10).

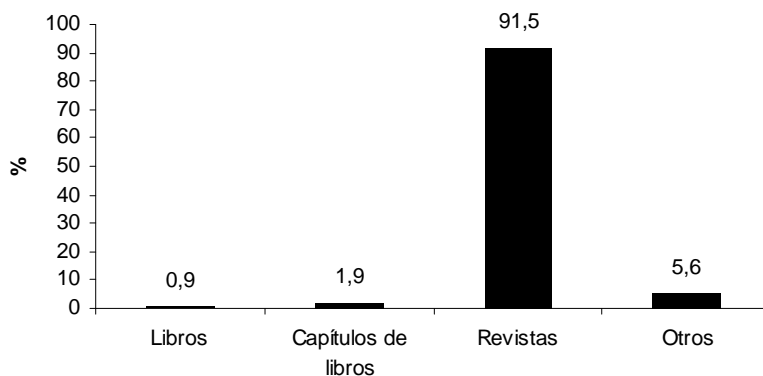


Figura 10. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de crustáceos chilenos dulceacuícolas.

De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (96 artículos, 91,5%), siete corresponden al tópico de sistemática y taxonomía (7,2%), 41 a distribución y biogeografía (42,3%), 31 a aspectos biológicos (32%), uno a dieta (1,7%), dos a etología (2,06%), cuatro a ecología poblacional y de comunidades (4,12%), 10 a conservación y amenaza (10,3%). (Figura 11).

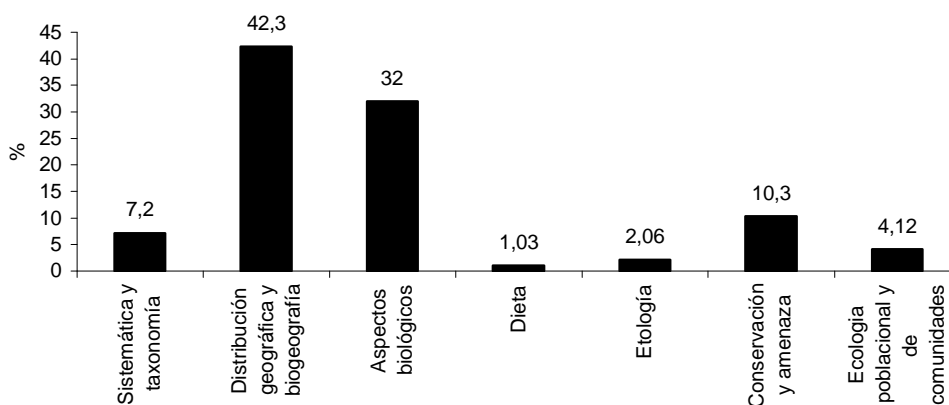


Figura 11. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre crustáceos chilenos dulceacuícolas.

4.1.6. Bibliografía sobre moluscos chilenos de agua dulce

Se encontraron 77 referencias bibliográficas, que incluyeron citas en revistas científicas, libros, capítulos de libros, tesis y otras publicaciones, entre los años 1832 y 2009. De éstas, tres corresponden a capítulos de libros (3,8%), 69 a artículos en revistas científicas (89,6%) y cinco (a otro tipo de publicaciones, como informes, documentos técnicos y tesis de grado (5,1%)(Figura 12).

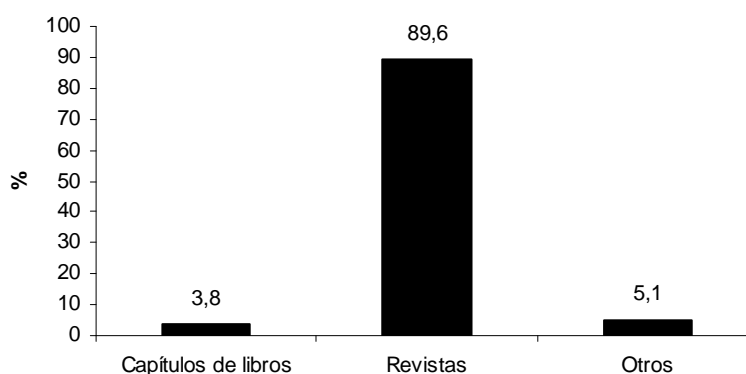


Figura 12. Distribución según tipo de publicación de la bibliografía de moluscos chilenos dulceacuícolas.

De los tópicos analizados en las publicaciones científicas (69 artículos, 89,6%), ocho corresponden al tópico de sistemática y taxonomía (11,4%), 23 a distribución y biogeografía (32,8%), 30 a aspectos biológicos (44,3%), 3 a dieta (4,2%), uno a ecología poblacional y de comunidades (1,4%) y cuatro a conservación y amenaza (5,7%) (Figura 13).

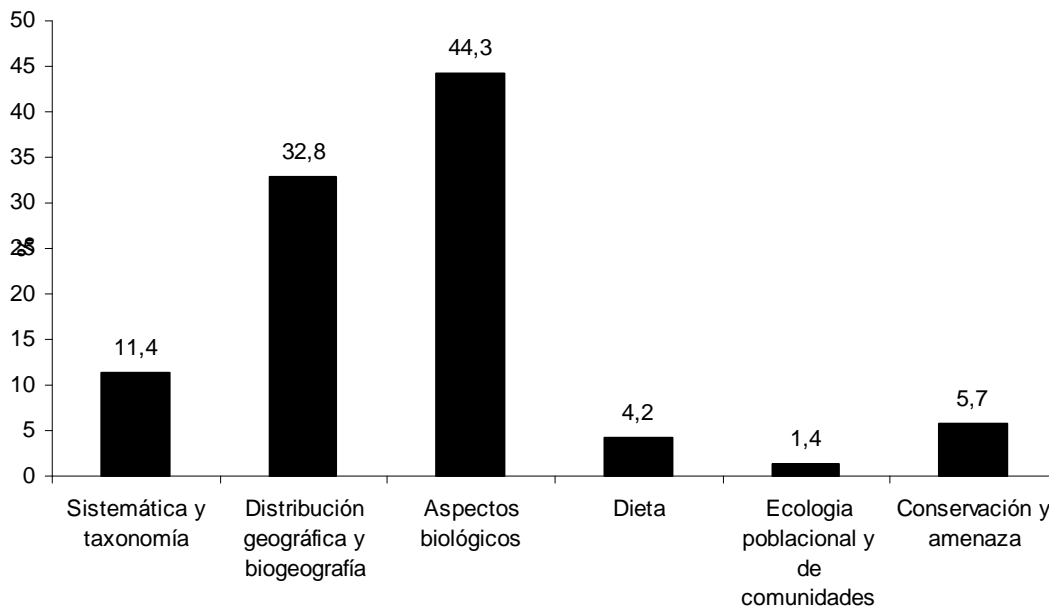


Figura 13. Distribución por tópicos de las publicaciones en revistas científicas sobre moluscos chilenos dulceacuícolas.

4.1.7. Síntesis de la información bibliográfica

Se registraron, en total, 1.444 fuentes documentales para fauna silvestre de agua dulce: 77 en moluscos, 105 en crustáceos, 475 en anfibios, 421 en peces, 300 en aves y 66 en mamíferos.

Al analizar la distribución de los tópicos registrados en las revistas científicas por taxa, se observa que una parte importante de la información se concentra en los tópicos de distribución geográfica y biogeográfica, así como en aspectos biológicos de las especies. En el caso opuesto los tópicos de dieta, etología, así como enfermedades y sanidad están escasamente representados en la mayor parte de los taxa en estudio (Tabla 1). Dicha tendencia es más evidente en la Figura 14, en la cual se muestra la distribución parcial de los tópicos analizados.

Tabla 1. Síntesis de la distribución de los tópicos estudiados por taxa en publicaciones científicas.

Tópicos (%)	Invertebrados		Vertebrados			
	Moluscos	Crustáceos	Anfibios	Peces	Aves	Mamíferos
Artículos en revistas	89,6	91,5	83	65,8	63,3	57,6
Sistemática y taxonomía	11,4	7,2	26,9	26,1	1,6	
Distribución geográfica y biogeografía	32,9	42,3	21,9	19,7	27,9	18,4
Aspectos biológicos	44,3	32	35	28	39,5	36,8
Dieta	4,3	1,7	1,7	8,12	2,1	13,2
Etología		2,06	6,8	1,4	2,1	7,9
Enfermedades y sanidad			1	1,4	1,1	
Ecología poblacional y de comunidades	1,4	4,12	3	2,1	16,8	5,3
Conservación y amenaza	5,7	10,3	3,5	13	9	18,4

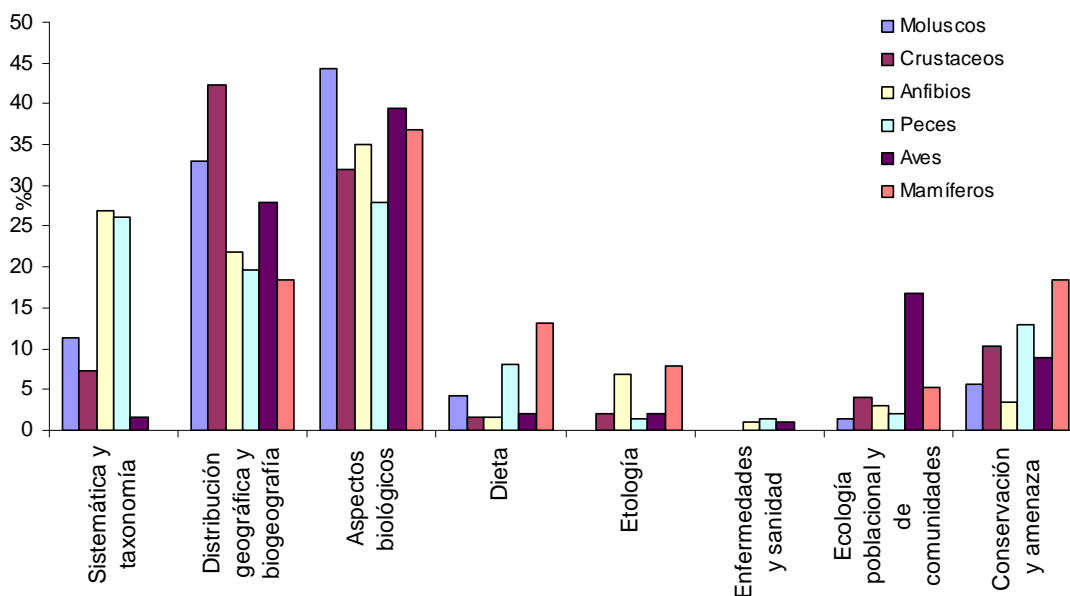


Figura 14. Distribución de los tópicos estudiados por taxa en publicaciones científicas.

4.1.7. Base de datos digital de publicaciones

Esta es una base de datos en formato digital que contiene información de artículos científicos y documentos sobre fauna nativa de especies hidrobiológicas de agua dulce de Chile.

1.-*Base de Datos de Publicaciones Digital*: presentada en un archivo Excel (Microsoft Office 2003), la cual contiene la clasificación total de los registros de trabajos recopilados.

2.-*Base de Datos de Publicaciones Digital*: que cuenta con las copias digitales de cada uno de los trabajos contenidos en la base de datos de publicaciones registrados en la planilla Excel.

Ambas Bases de Datos de Publicaciones Digitales están contenidas en anexos (disponible en CD).

4.2. Caracterización de humedales de Chile

4.2.1. Caracterización de humedales

La hidrografía chilena presenta características singulares según la región natural que se estudie. Estas condiciones se relacionan principalmente con factores como clima y relieve, los cuales influyen en aspectos tales como régimen y caudal. Podemos caracterizar los humedales de Chile enmarcándolos en grandes macrozonas. Véase definición de tipos de humedales en glosario (página 277).

Humedales del norte grande

Esta zona se extiende entre los 17°30' y 29°30' de latitud sur y sus humedales se pueden agrupar en base a dos variables: (a) el régimen pluvial (precipitaciones) y (b) según el tipo de escurrimiento del agua. Las áreas arreicas se asocian con cuencas que no tienen cursos de agua superficiales, o bien son esporádicos. En este caso, los drenes son absorbidos por las grandes extensiones desérticas. Respecto al segundo factor la sequedad es prácticamente absoluta, con fuertes variaciones diarias de temperatura, sólo las lluvias altiplánicas determinan la variabilidad en la conducta de los caudales, es decir, su régimen es pluvial. En esta macroregión sólo existe un dren que escurre durante todo el año, el río Loa. Pero en estas regiones también existen áreas endorreicas, es decir, el agua aportada escurre al interior de la cuenca, sin tener la posibilidad de llegar al mar. Se trata de escurrimientos esporádicos que en vez de salir de la cuenca, se almacenan en un receptáculo central, tal como un salar o una laguna. Ejemplos de hoyas relacionadas con esta condición son el lago Chungará y el salar de Atacama. En la zona altiplánica se encuentran otros tipos de ecosistemas caracterizados por una mayor disponibilidad de aguas como los bofedales. También son humedales de esta zona las fumarolas volcánicas. Según la base de datos de humedales se desprende que los humedales más frecuentes son bofedales, vegas de altura, ríos y salares.

Humedales del Norte Chico

Esta zona se extiende entre los 25°17' y los 32°16' de latitud sur, entre el valle del río Copiapó y Los Vilos. El paisaje es semidesértico, soleado y caluroso. En el Norte Chico, la depresión intermedia no existe ya que desde la cordillera de Los Andes se desprenden cordones montañosos que atraviesan el territorio en forma horizontal, uniendo la cordillera andina con la de La Costa. En medio de estos cordones existen valles pequeños, con ríos que llegan al mar desde la cordillera de Los Andes. La cordillera de La Costa es de baja altura. Hay sectores en los cuales se la aprecia interrumpida por los cordones montañosos transversales, que vienen desde Los Andes. Al sur de Chañaral, las *planicies costeras* son especialmente amplias frente a Caldera (región de Atacama). Esta situación se mantiene a lo largo de la región de Coquimbo, donde pueden llegar a tener un ancho de 40 km. En el altiplano de la región de Copiapó existen grandes *salares*, como el de Pedernales y el de Maricunga, y algunas cuerpos lacustres, como las *lagunas Verde, Santa Rosa y del Negro Francisco*. Los *ríos* son más caudalosos. Atraviesan los cordones montañosos, formando valles que permiten el desarrollo de la agricultura, en esta zona destacan seis sistemas hidrográficos: la quebrada del Salado y los ríos Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa. Los ríos de la región de Coquimbo tienen cuencas exorreicas (desembocan en el mar) y régimen mixto; es decir, su caudal proviene de las lluvias invernales, y del derretimiento de los hielos acumulados en la cima de las montañas, durante los meses cálidos. En la zona costera de esta región es posible encontrar cursos de agua menores, como el del río Quilimarí y quebradas, como las de Choros, Honda, El Teniente y Conchalí, de carácter esporádico, que transportan agua superficial después de grandes lluvias. En esta región hay ríos, lagunas, lagos, salares, bofedales y vegas de altura.

Humedales de la zona central

Esta zona se extiende entre los paralelos 32°02' y 38° 30' de latitud sur, desde la región de Valparaíso a la región del Biobío y se caracteriza por presentar una

alimentación fluvial, de régimen mixto, con cursos torrentosos de régimen mixto permanente. Sus períodos de mayor caudal se presentan dos veces al año. Una primera gran crecida en el período de concentración de las lluvias (en junio y julio), y una segunda crecida durante los deshielos de primavera. La parte norte (región de Valparaíso) está dominada por tres ríos exorreicos, de régimen mixto (pluvio-nival): Petorca, La Ligua y Aconcagua. Al sur de la región están las desembocaduras de los ríos Maipo y Rapel. Junto al río La Ligua, el Petorca desemboca al sur de la playa de Pichicuy, donde se forma una albufera, junto al cordón dunario de Longotoma. Las planicies costeras de la región de Valparaíso también son atravesadas por cursos de agua de microcuencas que se originan en la cordillera de La Costa, como los esteros Marga Marga, Casablanca, San Jerónimo, y El Yali, que desemboca en una albufera al sur de Santo Domingo. Al sur de Valparaíso están los ríos Maipú y Rapel. En la región de O'Higgins, el río Rapel, formado por la confluencia de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, es su principal cuenca hidrográfica, llegando también a su cauce las aguas de los esteros Las Palmas y Alhué. Otros ríos son el Cachapoal y el Tinguiririca. En la región Metropolitana la principal hoya hidrográfica es la del río Maipo y sus tributarios (ríos Cruz de Piedra, Alvarado, Argüelles, Volcán, Colorado, Yeso, Mapocho, estero Puangue, de origen pluvial, ríos Clarillo y Angostura). En la región del Maule se presentan dos grandes cuencas hidrográficas exorreicas: la del río Mataquito con sus tributarios los ríos Teno y Lontué y la del río Maule. También existen lagunas y embalses como el de Colbún, producto del represado del río Maule. En la región del Biobío existen dos cuencas exorreicas de importancia: las de los ríos Itata y Biobío. En su último tramo el cauce del primer río se ensancha y su profundidad disminuye, formándose las vegas del Itata. El Biobío nace de dos lagos cordilleranos ubicados en la región de La Araucanía: Icalma y Galletué. Más abajo, tras aportes varios recibe las aguas del río Laja que nace en la laguna del Laja. Especialmente en la región del Maule se presentan humedales artificiales generados por los arrozales que allí existen. La región del Biobío tiene un litoral de unos 350-400 km. Por el norte el litoral de la comuna de Cobquecura (36° 0' S) y por el sur la comuna de Tirúa (38° 30' S). Presenta zonas

de extensas playas de arenas y dunas, sectores de acantilados rocosos, desembocaduras de ríos, áreas de marismas y bahías. Los humedales continentales más frecuentes son ríos, arroyos, lagunas y lagos.

Humedales de la zona sur

Esta zona se extiende entre los paralelos 37° 35' y los 44° 04' de latitud sur, desde la región de La Araucanía a Los Lagos, especialmente desde el río Imperial hasta el canal de Chacao y también tiene una alimentación fluvial, pero sus drenes son tranquilos, regulados por los numerosos lagos existentes en el área. La región de La Araucanía es drenada por los ríos Imperial y Toltén, y por la cuenca alta del Biobío. En la zona costera existen algunas hoyas de menor magnitud, como la del río Moncul, que desemboca junto al río Imperial en Puerto Saavedra, y el río Queule, que drena la parte sur de la región. En esta región existen lagos y lagunas andinas como las lagunas Malleco y Captrén. Las regiones de Los Ríos y de Los Lagos tienen un fuerte efecto erosivo de los glaciares y la alta pluviosidad, lo que permite la existencia de muchos ríos y lagos. Las cuencas más importantes son las de los ríos Valdivia, Bueno, Petrohué, Puelo, Maullín y Yelcho y el sistema hidrológico de Chiloé. Sus lagos más relevantes son el Calafquén, Panguipulli, Riñihue, Ranco, Llanquihue, Todos Los Santos y Cucao. Por efecto de los movimientos tectónicos se han generado muchos humedales palustres, como bañados, pantanos y ciénagas. Los humedales continentales más frecuentes son ríos, arroyos, lagunas, lagos, pantanos, cienagas, pajonales, bosques pantanosos y vegas.

Humedales de la zona austral

Esta zona se extiende desde los 43° 38' (seno de Reloncaví) a los 56° 00' y se caracteriza por la exposición de las vertientes de la cordillera de Los Andes que acentúa las manifestaciones que sobre los caudales produce la distribución de las precipitaciones. Por un lado se encuentra la hidrografía de los archipiélagos, en la

ladera occidental de la cordillera, que expone escurrimientos cortos, caudalosos, surgidos por deshielos y altamente influidos por violentas crecidas provocadas por las intensas precipitaciones que allí se registran. En tanto, en la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes, la disminución de los montos de precipitaciones producen drenes más tranquilos, con nacimientos en sectores más bajos de la cordillera andina y caudales de menor envergadura. En la región de Aysén gran parte de los ríos nacen en el sector transandino de Los Andes y cruzan la cordillera a través de los valles producidos por fracturas en el macizo andino. Las principales cuencas son las de los ríos Baker, Palena, Aysén, Cisnes y Bravo y los principales lagos son el General Carrera y el O'Higgins. La región de Magallanes no presenta grandes cuencas y los ríos destacados son el Gallegos y el Serrano. Los lagos relevantes son el Sarmiento de Gamboa, Del Toro y Nordenskjold, Balmaceda, Aníbal Pinto y Blanco. Los humedales continentales más frecuentes son lagunas, lagos, ríos, arrollos, cascadas, bañados, turberas y vegas.

4.2.2. Tipología de humedales

Los ajustes a la tipología de humedales continentales de los autores mencionados en la metodología fueron: (a) exclusión de los humedales marinos y estuarinos, y (b) incorporación de humedales que no aparecen en tipologías extranjeras (e.g., Dugan 1994) y que sí están en Chile (e.g., mallines, vegas). En los análisis de síntesis esta tipología se modificó refundiéndose algunos tipos de humedales siguiendo criterios de similitud ecológica, por ejemplo se fusionaron las vegas de altura (o altoandinas) con los bofedales. Sin embargo en la base de datos de humedales (ver Anexos) se mantiene la tipología original. En la Tabla siguiente se presentan los tipos de humedales considerados.

Tabla 2. Tipología de humedales propuestas para la base de datos georreferenciada de humedales de Chile.

TIPOS DE HUMEDALES
Albuferas
Bañados
Deltas interiores permanentes
Lagunas de altura
Lagunas costeras
Lago salobre, laguna salobre
Lagos permanentes
Oasis y manantiales
Bofedales
Mallines, Turberas
Ríos, arroyos, cascadas, cataratas permanentes
Vegas
Vegas de altura
Pantanos, Ciénagas, Pajonal, Juncal
Salares, salinas
Bosques pantanosos (hualves)

4.2.3. Asignación de atributos

A continuación se detallan los atributos seleccionados en el Taller de Expertos II para la construcción de la Base de Datos de Humedales Dulceacuícolas.

- **Nombre del humedal**
- **Ubicación geográfica**
 - Región administrativa a la cual pertenece
 - Provincia administrativa a la cual pertenece
 - Comuna a la cual pertenece
 - Localidad de referencia o punto más cercano
 - Coordenadas geográficas, centesimales y UTM
 - Altitud (msm)

- **Caracterización del humedal**
 - Tipo de humedal: clasificado en base a la tipología concordada
 - Clima: según la clasificación propuesta por Koeppen (1948)
 - Propiedad: según sea del tipo fiscal o privado
 - Superficie total, longitud y/o profundidad

- **Información sobre diversidad faunística según bases de datos**
 - Riqueza total de especies
 - Especies endémicas
 - Especies amenazadas
 - Especies prefocales
 - Tipo de protección específica actualmente existente. Se refiere a la protección legal dependiendo de si corresponde a un sitio con algún grado de conservación dentro del SNASPE, un Sitio Prioritario de Conservación según CONAMA o de alguna categoría de área protegida definida por el SEIA protegida por otros organismos (e.g., SAG, Ministerio e Educación).

- **Información para estimar el valor indirecto de priorización de humedales**
 - Representatividad del tipo de humedal, como proporción (%) a nivel nacional.
 - Riego según la metodología desarrollada y entendido como potenciales amenazas a la conservación del humedal, definido según el grado de peligro y la exposición.
 - Protección según la metodología desarrollada
 - Valor indirecto de prioridad

- **Otra información**
 - Usos identificados a los cuales se destina el humedal en cuanto a pesca, turismo, recreación y/ otros.
 - Iniciativas de conservación identificadas, como actividades a cargo de un organismo en cuanto a monitoreo, conservación o programas desarrollados en su interior. También contiene este campo otras observaciones.

4.2.4. Base de datos georreferenciada de humedales de Chile

Se construyó una base de datos digital de humedales dulceacuícolas de Chile, que en su síntesis contiene lo indicado en la metodología (véase versión parcial en

anexos). A partir de las bases de datos de publicaciones y registros se procedió, a traspasar toda la información pertinente a este catastro de humedales dulceacuícola. De este modo se comenzó con un catastro elaborado por el Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) que contenía 319 humedales claramente ubicados y físicamente caracterizados. También se consideró un documento de práctica de pregrado elaborado para CONAMA (Barrera 2008) en que se identificaron 11.399 humedales en todo el país, de los cuales el 65% (7.438) están ubicados en las regiones de Aysén y Magallanes. De este catastro se eliminaron los humedales marinos y los registros duplicados o replicados para un mismo humedal por ejemplo un mismo sistema fluvial. Se este modo se llegó a 1.215 humedales, provenientes de 1.012 sitios o localizaciones de aguas continentales con información básica disponible.

4.2.5. Representatividad de tipos de humedales

Los 1.215 humedales registrados en la base de datos, provenientes de 1.012 sitios o localizaciones, se espacializaron en mapas por macroregiones. De este modo, se identificaron cartográficamente los potenciales objetos de conservación. A nivel nacional (Tabla 3, Figura 15) los sistemas acuáticos continentales mejor representados son los lóticos (ríos y esteros), que abarcan alrededor del 40% del total y se distribuyen a lo largo de todo el país. Siguen en importancia numérica las lagunas y lagos permanentes con un 25% del total, representadas a lo largo de todo el territorio nacional. El resto de los sistemas acuáticos comprenden representaciones menores y localizaciones en algunas macrozonas del país. Este es el caso de las vegas de altura, que representan alrededor del 8% y que se localizan preferentemente en la zona norte; los salares que representan alrededor del 4% y que se localizan en la zona norte y centro del país; y el de las vegas, que representan el 3% y se localizan en la zona centro y sur del país. Destaca en la zona norte la alta representatividad de las vegas de altura, que fueron catastradas exhaustivamente por la DGA (DGA 2001, 2004).

Tabla 3. Representatividad (en %) de tipos de humedales dulceacuícolas de Chile sobre una base de datos de 1.215 humedales.

Tipos de humedales	Representatividad %	Tipos de humedales	Representatividad %
Albufera	0,3	Lagunas costeras	0,4
Bañado	1,2	Lagos permanentes salobres	1,8
Bofedal- Vega de altura	9,2	Ríos, arroyos, cascadas permanentes	47,4
Turbera	0,4	Oasis y manantiales	1,3
Pantano, ciénagas, pajonal y juncal	3,8	Bosque pantanoso	1,0
Delta interior	0,1	Salares, salinas	4,8
Lagunas y lagos permanentes	25,0	Vega	3,0
Laguna de altura	0,5		

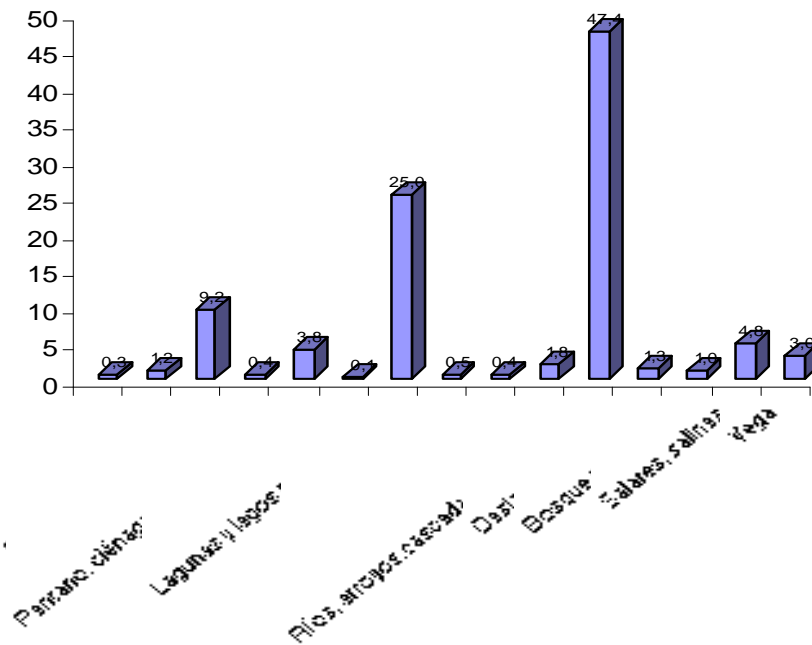


Figura 15. Proporción de tipos de humedales dulceacuícolas en Chile sobre un catastro preliminar de 1.215 humedales.

4.3. Biodiversidad y metodologías de identificación de sitios

4.3.1. Conservación de la biodiversidad

Concepto de biodiversidad

La diversidad biológica o biodiversidad es la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, así como los complejos ecológicos de los que forman parte, lo que incluye diversidad dentro de las especies (intraespecífica), entre las especies (interespecífica) y de ecosistemas (UNEP 1992). De este modo la biodiversidad es el conjunto de genes, especies, ecosistemas y paisajes en un espacio determinado y en un momento dado, considerados en sus interacciones jerárquicas sucesivas (Di Castri 2003).

El mayor exponente que revela la importancia de la biodiversidad y la crisis que la afecta a nivel planetario es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), instrumento del Derecho Internacional creado en 1992 en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, Brasil. La Misión de la CDB es garantizar la conservación, el uso sostenible de la diversidad biológica y la distribución equitativa que se derive del uso de sus recursos genéticos.

Los dos aspectos que más afectan la conservación de la biodiversidad son los procesos y mecanismos que actúan tanto sobre la extinción de las especies o la disminución de sus tamaños poblacionales. Ambas presiones hace inviables a las especies. Guilpin & Soulé (1986) explican cómo funcionan estos procesos, proponiendo un modelo del vórtice de extinciones, que señala que: (a) a medida que las poblaciones y su tamaño poblacional efectivo se hace más pequeño, la población se hace más vulnerable a variaciones ambientales y factores de pérdida de variabilidad genética que tienden a reducir aún más el tamaño de la población; (b) las poblaciones reducidas presentan una mayor depresión por autocruzamiento (expresión de genes nocivos por cruces entre individuos emparentados o

genéticamente muy similares), menor variabilidad genética y mayor sensibilidad a los cambios ambientales, disminuyendo aún más el tamaño poblacional, en lo que constituye un verdadero vórtice que lleva, finalmente, a la extinción. Por este motivo deben considerarse como objetos de conservación no sólo aquellas especies que cumplen con los “requisitos” para ser priorizadas, como ya vimos, sino que debe prestarse cuidadosa atención a las especies que están en los anillos más externos del vórtice de extinciones; es decir, aquellas que recién comienzan a ingresar a categorías críticas de amenaza. Y en este contexto, existen varias especies que no se han evaluado y sobre las cuales casi no existe información disponible que favorezca la toma de decisiones, esto incluye las especies acuáticas. La extinción a que se refiere el modelo es aplicable tanto a la extinción local (en un área o región específica), como a la extinción global (en el ámbito mundial). Los factores ambientales que desencadenan este vórtice son, entre otros: (a) la destrucción del hábitat, (b) la fragmentación del hábitat, (c) la degradación del ambiente, (d) las variaciones del ambiente (naturales o inducidas antrópicamente), (e) la sobrecaptura y (f) el efecto de las especies invasoras.

Estrategias de conservación

i. Conservación in situ

De acuerdo al CDB, por *conservación in situ* se entiende la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. Para la implementación de medidas de conservación *in situ* el CDB insta al establecimiento de un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica. Asimismo señala la necesidad de elaborar directrices para la selección, el establecimiento y la ordenación de estas áreas, y, junto a otros nueve puntos, entrega los lineamientos para la protección de los ecosistemas y hábitats naturales, su recuperación en caso de estar amenazados y el uso sustentable.

ii. Conservación ex situ

Por *conservación ex situ* se entiende la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales. Se considera que ésta también desempeña una función importante, adoptada preferentemente en el país de origen y como una medida complementaria a las medidas *in situ*, apoyando la investigación, recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a su reintroducción en sus hábitats naturales.

4.3.2. Conservación de la biodiversidad en sistemas de aguas continentales

Concepto de humedales

Los términos humedales terrestres, aguas continentales, o sistemas de agua dulce se refieren a todos los ecosistemas acuáticos no marinos, incluyendo los sistemas terrestres de agua salada o salobre; si los sistemas de transición como los estuarios están incluidos o no es cuestión de interpretación. Así, el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) define el término humedales terrestres de agua dulce como “de, o relacionado con, o viviendo en, o consistente de agua no salina”. Por lo tanto, técnicamente excluye los sistemas de aguas saladas y salobres terrestres, pero en la práctica el término se usa como equivalente de humedales terrestres. Por su parte la Convención de Ramsar define los humedales como “marismas, pantanos, turberas o aguas, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, con agua estática o fluyendo, dulce, salobre o salada, incluyendo áreas de aguas marinas cuya profundidad no excede de seis metros en marea baja”. En algunas regiones del mundo se entiende que el término humedales excluye todos los sistemas acuáticos sin vegetación como corrientes, lagos y aguas subterráneas. Para los fines del presente estudio nos referiremos a humedales continentales o sistemas de aguas continentales (SAC) para describir toda la variedad de hábitats acuáticos y semiacuáticos, y las especies asociadas a los mismos, que no se incluyen en las clasificaciones marinas, también excluidos los estuarios.

Humedales continentales

Los humedales continentales o de aguas dulces incluyen de acuerdo a Dudley (2008):

- Ríos y corrientes de aguas permanentes y temporales;
- Lagos permanentes;
- Lagos, pantanos y ciénagas temporales, incluyendo llanuras aluviales;
- Humedales, pantanos y ciénagas forestales, incluyendo llanuras aluviales;
- Humedales alpinos y de tundra;
- Fuentes, oasis y humedales geotermales;
- Humedales subterráneos, incluyendo cuevas y sistemas de aguas subterráneas.

La diversidad biológica de los humedales

De los ecosistemas del planeta los humedales destacan por su alta biodiversidad. Hay muchas ideas para explicar esto, por ejemplo, como es un hábitat altamente productivo, genera muchas alternativas de alimento, por lo que permite una mayor especialización trófica que otros hábitats menos productivos. En otras palabras permite que vivan más especies, ya que cada especie no usa todos los alimentos ofrecidos, dejando siempre alternativas para el vecino. Esto explica que a mayor productividad del humedal, más especies contiene.

Los humedales son complejos, es decir ofrecen más variedad de microhábitat distintos que otros ecosistemas sencillos. Estos múltiples hábitats ofrecen más posibilidades de explotación de parte de las plantas y animales, por lo tanto, es esperable una mayor cantidad de especies en ellos. A mayor heterogeneidad espacial, se espera una mayor diversidad de especies.

Tres razones explican la alta diversidad en estos ambientes: alimento abundante, estabilidad del hábitat y heterogeneidad espacial.

4.3.3. Áreas de conservación

Conceptos de áreas de conservación

La forma más económica y eficaz para conservar la biodiversidad es a través de la protección *in situ* que garantice el mantenimiento de todos los procesos ecológicos en un sistema en pleno funcionamiento. Uno de los instrumentos más requeridos para ello son las áreas silvestres protegidas.

Áreas protegidas

El CDB ha definido un área protegida como: “un área geográfica definida designada o regulada y gestionada para lograr objetivos de conservación específicos”. A su vez la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2008) define un área protegida como: “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”.

Las áreas protegidas son esenciales para la conservación de la biodiversidad. Son determinantes en prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales de conservación, su función es mantener ecosistemas naturales operativos, actuar como refugios para las especies y mantener procesos ecológicos incapaces de sobrevivir en los ambientes con un mayor nivel de intervención. Frecuentemente constituyen la única forma para impedir la extinción de muchas especies amenazadas o endémicas. También son complementarias de otras medidas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad fuera de las áreas protegidas, de acuerdo con directrices del CDB. La mayoría de las áreas protegidas se encuentran en ecosistemas naturales o casi naturales, o que se están restaurando para recuperar dicha condición, aunque existen excepciones. Las áreas protegidas también benefician directamente a los seres humanos, permiten la recreación y la educación, mantienen el potencial genético de las especies silvestres, proporcionan servicios ambientales tales como el suministro de agua y la pesca y permiten la conservación de los paisajes naturales y culturales y lugares sagrados

de sociedades humanas. Las áreas protegidas también representan un compromiso con las generaciones futuras. Para la mayoría de la gente evitar la pérdida de especies es considerada una obligación ética (Dudley et al. 2006).

Aunque muchas de las áreas protegidas son establecidas por los gobiernos, en los últimos años también han surgido con fuerza áreas establecidas por comunidades locales, pueblos indígenas, ONG medioambientales, personas naturales y jurídicas, con lo que se demuestra que la protección de los ecosistemas es una preocupación de toda la sociedad.

Categorías de áreas protegidas

El término “área protegida” resume una amplísima gama de designaciones de áreas terrestres y marinas, de las cuales las más conocidas son parque natural, reserva natural, área silvestre, área de gestión de vida silvestre y área de paisaje protegido, pero puede incluir también conceptos como áreas conservadas por comunidades o privados.

El término abarca una amplia gama de enfoques de gestión, desde espacios altamente protegidos en los que se permite la entrada a muy poca gente, hasta enfoques mucho menos restrictivos en los que la conservación se integra en los estilos de vida tradicionales o permite una extracción limitada y sostenible de los recursos.

La variedad en los enfoques de gestión refleja el reconocimiento de que la conservación no se consigue por las mismas vías en todas las situaciones, y que lo que puede ser deseable o factible en un lugar podría ser contraproducente o políticamente imposible en otro. Por otra parte existe también una presión creciente para que se tengan en cuenta las necesidades humanas a la hora de establecer áreas protegidas, debiendo ser éstas valoradas frente a las necesidades de conservación de modo que se establezca un sistema de áreas protegidas que funcione eficazmente.

En un intento de describir los diferentes enfoques y darles sentido, la UICN ha identificado seis categorías (I a VI) de áreas protegidas diferentes, basándose en los objetivos de gestión, de las cuales una está subdividida en dos partes (Ia y Ib). Las categorías de la UICN se emplean hoy en día para objetivos tan diversos como la planificación, el establecimiento de normativas y la negociación de usos del suelo y el agua. El CDB explícitamente reconoce las categorías de área protegida de la UICN. Éstas son:

Categoría Ia: Reserva natural estricta. Las áreas de Categoría Ia son áreas estrictamente protegidas reservadas para proteger la biodiversidad así como los rasgos geológicos/geomorfológicos en las cuales las visitas, el uso y los impactos están estrictamente controlados y limitados para asegurar la protección de los valores de conservación. Estas áreas protegidas pueden servir como áreas de referencia indispensables para la investigación científica y el monitoreo.

Categoría Ib: Área silvestre. Las áreas protegidas de categoría Ib son generalmente áreas no modificadas o ligeramente modificadas de gran tamaño, que retienen su carácter e influencia natural, sin asentamientos humanos significativos o permanentes, que están protegidas y gestionadas para preservar su condición natural.

Categoría II: Parque nacional. Las áreas protegidas de categoría II son grandes áreas naturales o casi naturales establecidas para proteger procesos ecológicos a gran escala, junto con el complemento de especies y ecosistemas característicos del área, que también proporcionan la base para oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita que sean ambiental y culturalmente compatibles.

Categoría III: Monumento o característica natural. Las áreas protegidas de categoría III se establecen para proteger un monumento natural concreto, que puede ser una formación terrestre, una montaña submarina, una caverna submarina, un rasgo geológico como una cueva o incluso un elemento vivo como una arboleda antigua. Normalmente son áreas protegidas bastante pequeñas y a menudo tienen un gran valor para los visitantes.

Categoría IV: Áreas de gestión de hábitats/especies. El objetivo de las áreas protegidas de categoría IV es la protección de hábitats o especies concretas y su gestión refleja dicha prioridad. Muchas áreas protegidas de categoría IV van a necesitar intervenciones activas habituales para abordar las necesidades de especies concretas o para mantener hábitats, pero esto no es un requisito de la categoría.

Categoría V: Paisaje terrestre/marino protegido. Un área protegida en la que la interacción entre los seres humanos y la naturaleza ha producido un área de carácter distintivo con valores ecológicos, biológicos, culturales y estéticos significativos; y en la que salvaguardar la integridad de dicha interacción es vital para proteger y mantener el área, la conservación de su naturaleza y otros valores.

Categoría VI: Área protegida con uso sostenible de los recursos naturales. Las áreas protegidas de categoría VI conservan ecosistemas y hábitats, junto con los valores culturales y los sistemas tradicionales de gestión de recursos naturales asociados a ellos. Normalmente son extensas, con una mayoría del área en condiciones naturales, en las que una parte cuenta con una gestión sostenible de los recursos naturales, y en las que se considera que uno de los objetivos principales del área es el uso no industrial y de bajo nivel de los recursos naturales, compatible con la conservación de la naturaleza.

La UICN hace énfasis en que las áreas protegidas no deberían verse como entidades aisladas, sino como parte de entornos de conservación más amplios, que incluyan tanto sistemas de áreas protegidas como enfoques para la conservación de ecosistemas más completos que se implementan en todo el paisaje terrestre y marino. Para más antecedentes véase Dudley (2008).

Las áreas de protección en Chile

Las opciones establecidas en la legislación chilena respecto a las áreas de protección están expresadas en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Éste define que se entenderá por área protegida “cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental” (CONAMA 2008). Para que un área protegida pueda ser considerada como tal, debe cumplir con los siguientes tres requisitos fundamentales:

- 1) *El área debe haber sido creada mediante un acto formal por parte de una autoridad que posee facultades legales para tal efecto. Normalmente dicho acto se expresa a través de una Resolución o Decreto Supremo.*
- 2) *El objetivo de la creación del área obedece a razones ambientales. Para ello debe obedecer a los propósitos de: a) asegurar la diversidad biológica, b) tutelar la preservación de la naturaleza y c) conservar el patrimonio ambiental.*
- 3) *El área comprende un territorio geográficamente delimitado. Ello significa que existe claridad respecto de la localización y los límites del área, es decir, se conoce su perímetro y dimensión espacial.*

Contexto legal de las áreas de protección en Chile

Para efectos del SEIA se identifican 17 categorías de áreas protegidas, las que cumplen con los requisitos de: a) estar instituida legalmente la facultad de la autoridad para establecerla como área de esta naturaleza y b) su creación o establecimiento obedece a razones ambientales. En la tabla siguiente (Tabla 4) se muestran aquellas categorías existentes y su fuente legal.

A este grupo de categorías o formas de protección se deberán añadir las modalidades de áreas protegidas contempladas en el Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas Privadas en trámite para entrar en vigencia y aquellas que finalmente resuelva la Política Nacional de Áreas Protegidas.

Tabla 4. Categorías de protección de áreas y fuente legal. CONAMA 2005.

CATEGORÍA DE AREA PROTEGIDA	FUENTE LEGAL
Reserva de Regiones Vírgenes	DS N° 531/ 67 Ministerio de Relaciones Exteriores (Convención de Washington 1940)
Parque Nacional	DS N° 531/ 67 Ministerio de Relaciones Exteriores DS 4363 / 31 Ministerio de Tierras y Colonización DL N° 1939 / 77 (artículo 21)
Reserva Nacional	DS N° 531/ 67 Ministerio de Relaciones Exteriores
Reserva Forestal	DS 4363/ 31 Ministerio de Tierras y Colonización (artículo 10) DL N° 1939 / 77 (artículo 21)
Monumento Natural	DS N° 531/ 67 Ministerio de Relaciones Exteriores
Santuario de la Naturaleza	Ley N° 17.288 / 70 de Monumentos Nacionales (art. 31)
Parques Marinos	Ley 19.300. Artículo 10 DS 430/91 Ministerio de Economía y Fomento (art. 3° N° 43)
Reservas Marinas	Ley 19.300. Artículo 10 DS 430/91 Ministerio de Economía y Fomento (art. 2° letra d)
Monumentos Históricos	Ley N° 17.288 / 70 de Monumentos Nacionales (artículo 31).
Zonas Típicas o Pintorescas	Ley N° 17.288 / 70 de Monumentos Nacionales (artículo 31).
Zonas o Centros de Interés Turístico Nacional	Decreto Ley N° 1.224 / 75
Zonas de Conservación Histórica	DFL N° 458 / 75 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (artículo 60)

Áreas de Preservación Ecológica contenidas en los Instrumentos de Planificación Territorial Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) vigente, se denominan Áreas de Protección de Recursos de Valor natural o Patrimonio Cultural.	DFL 458 / 75 Ley General de Urbanismo y Construcciones y el DS N° 47 / 92 Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y sus modificaciones.
Zonas Húmedas de importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (comúnmente conocidas como sitios Ramsar)	DS N° 771 / 81 Ministerio de Relaciones Exteriores
Acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las regiones de Tarapacá y Antofagasta	DFL 1122 / 81 Código de Aguas, art. 63
Inmuebles fiscales destinados por el Ministerio de Bienes Nacionales para fines de conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos	DL 1939 7 77, artículos 1º, 19 y 56.
Áreas Marino y Costero Protegidas	DS N° 827/95 Ministerio de Relaciones Exteriores DFL N° 340/60 Ministerio de Defensa DFL N° 2222/78 Ministerio de Defensa DS N° 475/94 Ministerio de Defensa

Criterios a tener en cuenta en la creación de un área silvestre protegida

Cualquier iniciativa para incorporar un territorio al SNASPE debe basar sus justificaciones técnicas en los siguientes criterios, según CONAF (1997b):

Representatividad y Exclusividad: Estos dos términos pueden llegar a ser los dos extremos de un espectro. Un área puede ser representativa de un gran bioma, ejemplificar procesos, áreas de transición o ecotonales, situaciones clímax, etc. Es decir, es representativa pero no exclusiva de dicho bioma. En cambio un área exclusiva es única en su género y ejemplifica procesos únicos, hábitats raros, etc. En el caso de la exclusividad la ponderación del área será alta, en el caso de la representatividad, su ponderación será variable.

Diversidad: Se refiere a la inclusión de varios tipos de hábitat y asociaciones bióticas como marismas, estuarios, lagunas y albuferas costeras, zonas bénticas o drenajes de ríos, etc. en una sola área protegida. Aunque el criterio de diversidad confiere una alta prioridad a

un área, no por ello áreas con poca diversidad pero de alguna forma única deberían dejarse de lado o excluirse.

Pristinidad o Primitivismo: Se refiere al grado de perturbación del área por el hombre. La pristinidad o primitivismo no excluye el uso humano, ya que un sistema puede mantener su estabilidad o equilibrio aún cuando existan actividades humanas, siempre que dichas prácticas no sean degradatorias. Las áreas perturbadas no perderán ponderación en la medida de que su restauración sea factible.

Tamaño y presencia de Zonas Búfer (Tampón): Un área a preservar debe ser lo suficientemente amplia o, en su defecto, poseer una zona tampón adecuada para permitir un dinamismo natural físico, químico y biológico, es decir, debe ser una "Unidad Natural", lo que le confiere una alta ponderación.

Complejidad: El grado en el cual procesos vitales esenciales o incluso el ciclo biológico completo de una o varias especies se desarrolle dentro de un área, es un importante criterio de ponderación. Casos obvios son aquellos de áreas donde se desarrollan especies raras o en peligro de extinción. Un área puede llegar a poseer un gran valor por ser área única de alimentación, de reposo o de reproducción de ciertas especies.

A estos criterios se debe agregar los casos en los cuales la justificación está dada por el valor escénico natural y elementos culturales ligados al ambiente natural. La identidad nacional está dada en muchas ocasiones por la singularidad de algunos paisajes naturales cuya protección debe ser asegurada dentro del Sistema (CONAF 1988, 1989).

Áreas protegidas de aguas continentales

Los ecosistemas acuáticos continentales, terrestres o de agua dulce, ocupan una

pequeña área del planeta, pero las actividades humanas los han sometido a grados de amenaza mayores que a los demás biomas y hábitats. Aún cuando existen compromisos, por parte de los gobiernos y la comunidad de la conservación, para conservar las especies y hábitats acuáticos terrestres, iguales a los de los ámbitos terrestres y marinos, éstos han ido quedando atrás. Una muestra de ello es que no existe una categoría explícita que las identifique, salvo la designación de humedal de importancia internacional. Si bien muchos sistemas de aguas continentales están contenidos en áreas protegidas terrestres su conservación, en la mayoría de los casos, no se ha abordado eficazmente a través de sistemas de gestión subsecuentemente orientados. Esto implica también reconocer los procesos y amenazas externas a los límites de estas áreas.

La carencia de áreas de protección en aguas continentales se debe a la aguda falta de información acabada y depurada sobre la distribución de las especies en los ecosistemas de agua dulce (Revenga & Kura 2003). Se debe también a que existen pocos modelos de diseño de áreas protegidas adecuados y a que las nociones tradicionales de áreas protegidas no se ajustan adecuadamente a estos ambientes (Abell et al. 2007).

Diversos factores han obstaculizado el desarrollo de un tejido conceptual de áreas protegidas dulceacuícolas, entre las cuales están la carencia de buenos ejemplos, la posición particular que ocupan las aguas continentales en el paisaje y la dificultad de aplicarles las categorías de áreas protegidas terrestres (Abell et al. 2007). Así, que diversos sistemas acuáticos continentales estén contenidos en áreas protegidas terrestres no implica que estén realmente protegidos. Los sitios Ramsar constituyen el equivalente más cercano a un conjunto de áreas protegidas de agua dulce, aun cuando incluye humedales no solamente de aguas continentales. Sin embargo, a pesar de orientar sus esfuerzos en función de conservar el carácter ecológico de los sitios y el uso sustentable, su potencial como instrumento efectivo de conservación que proteja la biodiversidad acuática está aún por establecerse.

Complejidades en la protección de aguas continentales

La conservación de aguas continentales presenta grandes complejidades que se manifiestan en los siguientes aspectos señalados por Dudley (2008):

Relación y papel en el paisaje.

Los sistemas acuáticos terrestres forman parte de un paisaje terrestre más amplio, en el que cada una de sus partes está unida a su cuenca de captación mediante una serie de procesos hidrológicos superficiales o subterráneos. Una cuenca es una unidad territorial delimitada por las cumbres divisorias de aguas y que es drenada por cauces naturales, superficiales y subterráneos, descargando el flujo transportado a través de una salida única; o en el caso de sistemas de cuencas cerradas, todo el territorio que drena a un lago. En este contexto la perspectiva de circunscribir los sistemas de humedales para su conservación, resulta en la mayoría de los casos técnicamente inviables. Las áreas protegidas más eficaces para la conservación de aguas continentales deben considerar una gestión integrada de las cuencas fluviales (GICF), una estrategia a escala de paisaje para alcanzar de forma concurrente objetivos ambientales, económicos y sociales. La GICF es una forma de Enfoque de Ecosistema que las Partes Signatarias del CDB se han comprometido a implementar. Este mismo principio está incorporado en la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), que es similar a la anterior pero no está sujeta a cuencas fluviales. Sin embargo en la práctica, ni la GIRH ni la GICF han dedicado la atención necesaria a la conservación de la biodiversidad de las aguas continentales.

Procesos hidrológicos

La base de sustentación de los sistemas acuáticos continentales es el patrón hídrico de un sistema. Si se trata de un ecosistema lótico o de aguas corrientes éste está dado por el régimen del caudal: la magnitud, frecuencia, distribución temporal, duración y tasa de cambio del caudal de agua. En los sistemas acuáticos lénticos o de aguas estancadas, la variable principal suele ser el período hídrico: el patrón estacional y cíclico del agua. En casi todos los sistemas de

aguas continentales el agua ingresa a ellos a través de vías superficiales o subterráneas y afluentes. La protección del patrón hídrico requiere de una protección o gestión que se extiende aguas arriba y a cotas superiores y a menudo también a las cuencas subterráneas (el equivalente subterráneo a una cuenca de aguas superficiales). Suele requerirse también en muchos casos una gestión hídrica transfronteriza, incluso cuando el área protegida se encuentra dentro de un único estado. En el caso de la mayoría de las áreas protegidas, esto supone trabajar con agentes y socios para gestionar los regímenes de caudal fuera de los límites del área protegida.

Conectividad longitudinal

Los ríos y las redes hídricas tienen una dimensión lineal o longitudinal junto con dimensiones laterales, verticales y temporales. La protección de la conectividad longitudinal – los vínculos entre hábitats, especies, comunidades y procesos ecológicos entre las partes altas y bajas del cauce de una corriente o de una red de ellas – es a menudo un objetivo esencial de la conservación de aguas continentales y conlleva el impedir o eliminar las barreras físicas y químicas. La protección de la conectividad longitudinal es también crucial para mantener sistemas flexibles y resistentes ante el cambio climático. Por otra parte, una conectividad artificial adicional, como ocurre con los trasvases entre cuencas, puede ser negativa debido a la invasión de especies foráneas. Las áreas protegidas deberían diseñarse teniendo en cuenta la protección y gestión de la conectividad longitudinal de los canales de corrientes de agua.

Conectividad lateral

Las conexiones laterales entre los sistemas hídricos y el paisaje circundante son esenciales para la salud ecológica tanto de los ríos como de las comunidades ribereñas y de las llanuras aluviales asociadas. Estas conexiones están regidas en gran medida por los procesos hidrológicos descritos anteriormente; siendo la interacción entre los caudales de la corriente y las tierras ribereñas la que crea las

condiciones dinámicas que son la base de los hábitats existentes en las llanuras aluviales y los humedales ribereños. Las tierras adyacentes también aportan materiales orgánicos e inorgánicos que sustentan la vida acuática y pueden proteger a los hábitats acuáticos de los contaminantes. La anchura de estas áreas es muy variable, desde las franjas relativamente estrechas de las laderas inclinadas a las llanuras aluviales extremadamente grandes.

Interacciones aguas subterráneas-aguas superficiales

La protección de las especies y hábitats de las aguas superficiales terrestres exige normalmente mirar más allá de la hidrología de superficie. Los sistemas alimentados por aguas subterráneas son comunes en muchas áreas, y requieren la protección de las aguas tanto subterráneas como superficiales. La mayoría de las aguas superficiales dependen también de las aguas subterráneas (el nivel freático) para su funcionamiento, independientemente de que sean alimentadas por aguas subterráneas o no. Las cuencas de áreas subterráneas y las de aguas superficiales pueden no coincidir espacial o geopolíticamente, añadiendo un nivel adicional de complejidad a la protección de los caudales de entrada.

Amenazas exógenas

Las aguas continentales normalmente están en las zonas más bajas del paisaje, y en consecuencia reciben perturbaciones que se propagan entre cuencas y se transmiten por el agua (por ej., contaminación, erosión del suelo y eutrofización). Así, las áreas que protegen sistemas acuáticos tienen que abordar de forma explícita amenazas que se plantean aguas arriba e incluso aguas abajo (como las especies invasoras).

Exclusión de uso de los recursos hídricos continentales.

El asentamiento de las comunidades humanas en la proximidad de sistemas acuáticos continentales, les ha proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos esenciales. El derecho fundamental de acceso al agua potable, tanto dentro de las áreas protegidas como aguas arriba de ellas puede entrar en

conflicto con los objetivos de algunas categorías de áreas protegidas que limitan el uso de los recursos por los seres humanos.

Autoridades de gestión múltiples.

En muchos países, y Chile no es la excepción, existen responsabilidades superpuestas y a menudo en conflicto de distintas agencias gubernamentales respecto a la gestión de recursos hídricos, de especies que habitan en humedales, hábitats acuáticos, paisajes circundantes y áreas protegidas. En consecuencia, la gestión de las especies y hábitats acuáticos continentales dentro de un área protegida puede resultar complicada por la necesidad de coordinar actividades entre múltiples autoridades, algunas de ellas con mandatos que entran en conflicto con la conservación de la biodiversidad.

Para conservar ecosistemas acuáticos continentales, las áreas protegidas deberían, idealmente, comprender cuencas completas, e incorporar estrategias de gestión integral de cuencas. Asimismo debe incluir consideraciones del agua y caudales externos para lograr una integración mejor. Existen una gama de enfoques de gestión de áreas protegidas que representan las categorías que pueden ayudar a la conservación de los humedales continentales. Así, pudieran considerarse diversas estrategias de conservación de aguas continentales dirigidas a la protección de la calidad y la cantidad de agua, tales como la gestión de los caudales ambientales, y la aplicación de prácticas sensatas en la gestión hídrica, las que normalmente quedan fuera de la definición de área protegida. Estas estrategias requieren un uso coordinado más allá de los límites de las áreas protegidas.

Sin restar relevancia a lo anterior, el enfoque de este capítulo está puesto, de acuerdo a los términos de referencia del estudio, en la conservación de la biodiversidad de fauna nativa como objetivo rector del establecimiento de áreas de conservación en aguas continentales.

4.3.4. Metodologías para identificar áreas de conservación prioritarias

Ecorregiones de agua dulce

Una herramienta que a escala global contribuye a la identificación de sitios prioritarios para la conservación de áreas es la subdivisión en ecorregiones. La configuración de territorios en ecorregiones se fundamenta en procesos evolutivos y de biogeografía clásica (Olson et al. 2001). Esta iniciativa de estratificar el espacio surge para facilitar los esfuerzos de conservación y focalizarlos en áreas donde actúan procesos ecológicos y evolutivos importantes (Dinerstein et al. 1995). De este modo, las ecorregiones de agua dulce coinciden con patrones determinados por el clima, la geología e historia evolutiva de estos sistemas. Al dirigir los esfuerzos de conservación sobre las ecorregiones se planifica para la toma de decisiones a escalas que mantengan la integridad ecológica a mediano y largo plazo (TNC 2009).

Las mayores unidades de planificación para la conservación son frecuentemente las cuencas o las ecorregiones (Abell et al. 2008). Una ecorregión de agua dulce es definida como una gran superficie que abarca uno o más sistemas de agua dulce con un ensamble distintivo de comunidades naturales y especies acuáticas (Abell et al. op cit.), que, a diferencia de las terrestres presentan barreras de dispersión dadas por la delimitación de la cuenca, lo que hace que los patrones biogeográficos, en la mayoría de las regiones, estén fuertemente influenciados por esta unidad fisiográfica. La clasificación de ecorregiones de agua dulce presentada por Abell et al. (2009) se basa tanto en la hidrología y movimientos de tierras subyacentes a la distribución de especies de peces y los procesos evolutivos asociados.

A nivel global y regional el mapa de ecorregiones puede ser usado para distinguir distintas unidades de biodiversidad de agua dulce que debe ser considerada en esfuerzos de conservación, en este sentido, la Convención de Ramsar demanda

que los sitios de importancia internacional que sean denominados sean evaluados bajo el criterio de regionalización biogeográfico (Ramsar Bureau 2006).

Ahora bien, el uso primario de las ecorregiones es, como unidad de planificación de la conservación (Higgins 2003), lo que permitirá, por ejemplo, focalizar sobre regiones prioritarias que posean insuficientes esfuerzos de conservación. Sin embargo, las limitantes que presenta esta definición de ecorregiones es la disponibilidad de información adecuada sobre las especies acuáticas y de los procesos ecológicos. En el caso del cono sur de Sudamérica, los autores consideran que la disponibilidad de ésta es de calidad moderada. Para el caso de Chile se han definido siete ecorregiones, incluyendo las islas Juan Fernández (Tabla 5). Éstas son Titicaca, Atacama y Mar Chiquita – Salinas Grandes constituyendo las tres la caracterización de tipo mayor de hábitat de cuencas endorreicas de aguas dulces xéricas; Andes del Sur vertiente Pacífica, Lagos Valdivianos y Patagonia, constituyendo estas tres la caracterización de tipo mayor de hábitat de ríos costeros temperados y la séptima las islas oceánicas de Juan Fernández (Abell et al. 2009).

Esta clasificación de ecorregiones de agua dulce es similar a la clasificación de ecorregiones de agua dulce para América Latina y el Caribe propuesta previamente por Olson et al. (1998). Ésta distingue las siguientes ecorregiones asociadas a Chile: desierto Costa Pacífico (que abarca la zona costera desde el norte hasta Illapel); Desierto Atacama/Sechura (que abarca la depresión central y altiplano de todo el norte grande), Chile Mediterráneo Norte (que abarca el valle central y zona andina entre los 26° y 31° - Copiapó a Limarí-); Chile Mediterráneo Sur (que abarca entre los 31° y 37°- Choapa a Chillán-); Región Valdiviana (que abarca desde Concepción hasta el extremo sur excluyendo las tres ecorregiones siguientes); Isla de Chiloé; Archipiélago de Los Chonos; y Magallanes- Última Esperanza.

Tabla 5. Ecorregiones de agua dulce. Abell et al. 2009.

CÓDIGO DE ECORREGIÓN	ECORREGIÓN	TIPO MAYOR DE HÁBITAT	REINO
337	Titicaca	cuencas endorreicas de aguas dulces xéricas	Neotrópico
338	Atacama	cuencas endorreicas de aguas dulces xéricas	Neotrópico
339	Mar Chiquita - Salinas Grandes	cuencas endorreicas de aguas dulces xéricas	Neotrópico
341	Andes del Sur vertiente Pacífica	ríos costeros temperados	Neotrópico
348	Patagonia	ríos costeros temperados	Neotrópico
349	Lagos Valdivianos	ríos costeros temperados	Neotrópico
351	Islas Juan Fernández	islas oceánicas	Neotrópico

El enfoque de selección o priorización de sitios para la conservación de aguas continentales a gran escala ha llevado al desarrollo de procedimientos complejos, entre ellos algoritmos matemáticos. Los algoritmos para la selección de reservas incluyen algoritmos de riqueza, rareza y mezclas entre ambos. Más recientemente se han desarrollado además métodos de inteligencia artificial como el “simulated annealing”.

Uno de estos algoritmos ha sido implementado en la selección de reservas marinas, entre ellos MARXAN, y su predecesor SPEXAN (Ball and Possingham, 2000). MARXAN usa el “simulated annealing” para seleccionar una serie de sitios que están conectados espacialmente y que comparten objetivos de conservación, proporcionando información de especies, hábitat y biodiversidad razonablemente uniformes.

Por su parte, Moilanen et al. (2006) proponen un algoritmo para el diseño de reservas que determina su conectividad en base a la división del territorio en una

grilla. El procedimiento, que utiliza sistemas de información geográficos (SIG) cuantifica la priorización de áreas para planificar la conservación de múltiples especies utilizando un algoritmo de conectividad y probabilidad de ocurrencia en las áreas, desarrollado, en base a siete especies indicadoras, en el este de Australia. Mediante el uso de un software computacional denominado ZONATION (Moilanen et al. 2005) se agregaron jerárquicamente o “zonificaron” áreas prioritarias basado en la concentración de valores altamente probables, los cuales se asume que simultáneamente sostienen alta conectividad y la persistencia de múltiples especies. El algoritmo procede mediante la eliminación de las celdas del paisaje que contienen menores valores pero minimizando la pérdida marginal de valor de conservación, dando cuenta de las necesidades de conectividad y de las prioridades dadas por las características de la biodiversidad (especies, tipos de cobertura, etc). Así, realiza una priorización jerárquica del paisaje en base al valor biológico de sitios (celdas), contabilizando su complementariedad. Este algoritmo (ZONATION) ha sido empleado también en la identificación de un diseño de reservas para 23 especies de mariposas en el Reino Unido (Early & Thomas 2007).

La conservación de la biodiversidad requiere un proceso de cuatro etapas (Sarkar & Margules 2002): 1) la selección de rasgos/características adecuados bajo los cuales la BD pueda ser estimada; 2) el uso de estas características para jerarquizar sitios en base a su contenido de BD; 3) una evaluación de las proyecciones futuras de las entidades interesadas en ello; 4) la elaboración de políticas apropiadas para el manejo de los sitios designados. Dado que a los dos primeros atañe la selección misma de los sitios, los dos últimos no serán comentados en este capítulo.

Los dos mayores enfoques para la selección de áreas prioritarias para la conservación utilizando datos de especies se basan en 1) procedimientos de calificación y 2) en el concepto de complementariedad (Abellán et al. 2005). Los procedimientos de calificación categorizan sitios en rangos (ordenes) de valor o prioridad de acuerdo a uno o varios criterios, tales como riqueza de especies,

rareza o vulnerabilidad y han sido utilizados tradicionalmente en la selección de áreas. Los métodos basados en el principio de la complementariedad son algoritmos de uso más reciente. La complementariedad se refiere al grado en el que un área, o conjunto de áreas, contribuye con atributos no representados (e.g. especies) a un conjunto de áreas.

Criterios para la Identificación de Humedales de Importancia Internacional

Una de las primeras iniciativas a nivel mundial por proteger los ambientes acuáticos en específico está dada por la Convención sobre los Humedales. Este tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, y que se conoce comúnmente como "la Convención de Ramsar" focaliza sobre la conservación y el uso sostenible de humedales, comprendidos en este concepto una amplia gama de ambientes de agua dulce, salobres y marinos.

La selección de los humedales de importancia internacional se basa en su importancia en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos, y aun cuando inicialmente enfatizó su inclusión en base a su importancia para las aves acuáticas, se extendió posteriormente a criterios que abarcan las demás especies dependientes de los humedales.

Los criterios para la definición de sitios se basan en dos tipos (Tabla 6): (1) de representatividad, rareza y unicidad de un tipo de humedal dentro de una región biogeográfica determinada, y (2) de su importancia internacional para la conservación de la BD. Este último abarca criterios basados en:

a) *especies y comunidades ecológicas* que sustentan especies vulnerables o en peligro crítico de conservación o bien comunidades ecológicas amenazadas; si sustenta poblaciones de especies importantes para mantener la BD; o especies en etapa crítica de su ciclo biológico o bajo condiciones adversas;

b) si sustenta regularmente una población de 20.000 o más *aves acuáticas*; o si sustenta el 1% de individuos de una población de especie o subespecie de aves acuáticas;

c) si sustenta significativamente a las subespecies, especies o familias de *peces nativos*, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies/poblaciones representativas de los beneficios/valores de los humedales contribuyendo a la BD; o si es determinante en alguna fase del ciclo vital de los peces dentro o fuera del humedal; y

d) de criterios específicos basados en *otros taxones*, en particular si sustenta habitualmente el 1% de la población de una especie o subespecie animal no aviaria. La tabla de la página siguiente muestra los criterios para la identificación de humedales de importancia internacional.

Algunos ejemplos de selección de sitios de aguas continentales

Filipe et al. (2004) combina el modelamiento de hábitat y el peso de las especies para rankear cuencas con el propósito de priorizar la conservación en la península Ibérica. Las áreas a proteger son seleccionadas de las mayores posiciones del ranking (scoring units) de la lista y la conectividad entre las áreas prospectivas para conservar es obtenida cualitativamente utilizando la cuenca como unidad de interés y considerándola como corredor.

Abellán et al. (2005, 2007) proponen un método utilizando escarabajos de agua dulce como especie indicadora. Utilizaron 3500 datos de registros de 209 especies (propios, previos, publicados y no publicados), representando el total de la diversidad acuática de los ecosistemas en el área de estudio. Los autores compararon la efectividad de varios métodos de selección de áreas, de modo que a) entregue el menor número de sitios que contengan todas las especies de escarabajos al menos una vez, y b) entregue la mayor acumulación de objetos de conservación. Para ello el área de estudio fue dividida en una grilla de celdas de 10 x10 km (coordenadas en UTM), en la que se registró la ocurrencia de especies como presencia/ausencia.

Tabla 6. Criterios para la identificación de humedales internacionales. Ramsar Bureau 2006.

Criterios para la Identificación de Humedales Internacionales		
Grupo A de los Criterios Sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos		Criterio 1: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.
	Criterios basados en especies y comunidades ecológicas	Criterio 2: Un humedal deberá ser considerado de importancia Internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
		Criterio 3: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y /o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.
		Criterio 4: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y /o animales cuando se encuentren en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen en condiciones adversas.
Grupo B de los Criterios Sitios de importancia para conservar la diversidad biológica	Criterios específicos basados en aves acuáticas	Criterio 5: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular una población de 20.000 o más aves acuáticas.
		Criterio 6: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas.
	Criterio específicos basados en peces	Criterio 7. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familia de peces autóctonas, etapas del ciclo biológica, interacciones de especies y /o poblaciones que son representativas de los beneficios y /o los valores de los humedales y contribuye de esa manera la diversidad biológica del mundo.
		Criterio 8: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y /o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.
	Criterios específicos basados en otros taxones	Criterio 9: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta habitualmente el 1% de los individuos de la población de una especie o subespecie dependiente de los humedales que sea una especie animal no aviaria.

Posteriormente se contrastaron siete métodos de selección de áreas, cinco de los cuales usaron índices de calificación (scoring) de sitios con uno o más criterios como riqueza de especies, rareza o vulnerabilidad, y los otros dos emplearon algoritmos basados en la complementariedad. Se utilizó la complementariedad para maximizar el número de especies representadas en un número determinado de áreas y para seleccionar el set mínimo de áreas que contiene todas las especies al menos una vez.

De acuerdo a los resultados se obtuvo que el método de complementariedad tanto de rareza como de riqueza son más eficientes ya que determina una superficie menor para la representación de todas las especies. Sin embargo los autores también señalan que los métodos de calificación poseen las ventajas siguientes: son sencillos de desarrollar y adaptar, no se apoyan en programas computacionales complejos, y los datos que se necesitan para aplicarlos son a *grosso modo* relativamente fáciles de obtener. Sus limitaciones radican en que son altamente subjetivos, son fuertemente influenciados por los sesgos de muestreo y suelen ser ineficientes (Pressey & Nicholls 1989).

Fitzsimons & Robertson (2005), orientan sobre el desarrollo de un sistema de áreas protegidas de agua dulce que sea completo, adecuado y representativo. Señalan la importancia de contar con un sistema de clasificación e inventario de humedales en los distintos ecosistemas del país, lo que limita la posibilidad de priorizar programas de conservación a escala nacional. Esto es importante ya que dependiendo de la clasificación (e.g. hidrológica o sobre vegetación nativa) las prioridades de conservación pueden entregar resultados muy diferentes. Los autores señalan que en muchas partes del mundo no existe un sistema de clasificación o inventario que diferencie los hábitats a una escala ecológica para establecer prioridades de conservación en base a reservas (Finlayson et al. 1999).

Los autores relevan que para la implementación y evaluación de una red de reservas de agua dulce en Australia los criterios más relevantes son disponer de

datos cuantitativos respecto al estatus de conservación y las medidas de protección de las áreas (áreas protegidas vs. otras reservas), un diseño adecuado de las reservas, de modo que se cautele la conectividad y el régimen hidrológico de los sistemas y una clasificación apropiada de los ecosistemas acuáticos de agua dulce.

La meta de la selección de reservas para la conservación es la de seleccionar un área geográfica que dé mejor respuesta a los objetivos de conservación (Millsbaugh & Thompson 2008). Estos objetivos pueden estar focalizados en especies únicas o múltiples. Los enfoques sobre especies múltiples considerarán los requerimientos de hábitats del mayor número posible de especies o de un número determinado de especies de interés (Noss 2008). Los énfasis sobre especies individuales se relacionan más con la abundancia y pueden utilizar enfoques de brecha para establecer si se han consideradas áreas importantes (Fitzgerald 2008). Diversos procedimientos matemáticos pueden ser utilizados para maximizar los beneficios entre varias opciones de objetivos de conservación, como también evaluaciones simples mediante gráficos o mapas que, por ejemplo, permitan comparar áreas de protección actual con las áreas de abundancia de especies.

Método de clasificación jerarquizada para la selección de sitios

Uno de las metodologías que permitió determinar las condiciones para la conservación de sistemas de agua dulce, fue puesta en práctica en Mesoamérica, mediante un esfuerzo mancomunado de científicos y especialistas, agencias gubernamentales, ONG e instituciones académicas de los países involucrados, que se llevó a cabo en 11 ecorregiones de agua dulce de Mesoamérica, entre 2006 y 2007 (TNC 2009). El método empleado para evaluar un portafolio de 11 sitios prioritarios para la conservación se basó en la clasificación jerarquizada. Este método de evaluación analiza el contexto de funcionamiento de los sistemas dulceacuícolas a nivel de ecorregiones, unidades ecológicas de drenaje, sistemas

ecológicos lénticos y lóticos, y especies, permitiendo identificar los elementos, objetos de conservación potenciales y existentes en la región. Posteriormente se aplica un análisis de viabilidad/integridad y de amenazas para definir las prioridades de conservación con éxito. A continuación se describe este proceso metodológico.

El proceso de estratificación ecorregional consiste en el análisis de información dulceacuícola (zoogeografía de especies acuáticas, geología y geomorfología, cobertura vegetal actual, climática histórica y de cuencas, y dinámica hidrológica), de modo que se puedan asignar las ecorregiones a unidades geográficas más pequeñas, que permitan la identificación y representación de los objetos de conservación.

El segundo nivel de estratificación son las unidades ecológicas de drenaje, definida como la escala gruesa, y que conceptualmente representan ecosistemas acuáticos con todas sus interacciones ecológicas temporales y espaciales, bajo un patrón que coincide con su funcionamiento ecosistémico y que puede o no coincidir con las cuencas hidrográficas definidas en cada país (Calderón et al. 2004).

El tercer nivel de estratificación lleva a la escala intermedia que identifica los sistemas ecológicos dulceacuícolas (lénticos y lóticos). Éstos se definen mediante los atributos de cada uno de los sistemas acuáticos en base a tamaño de la cuenca, elevación, pendiente, geología (indicador de tipo de sustrato y calidad del agua) y posición en la red de drenaje.

Posteriormente se analiza la escala local (macrohábitats), que identifica las áreas dentro de los sistemas ecológicos dulceacuícolas que albergan mayor diversidad y proveen de mayores servicios ambientales. En el caso de los ríos, éstos caracterizan segmentos de río (1-10 km), relativamente homogéneos en cuanto a factores abióticos que determinan la estructura y funcionamiento de las

comunidades presentes y su distribución. Este nivel de estratificación incorpora el análisis de especies, basado en la información sobre la presencia de éstas, su estado de conservación, unicidad y endemismos, lo que permitirá establecer el filtro fino que identifica los elementos de conservación. De este modo, todos los sistemas ecológicos lénticos y lóticos que contengan alguna de las especies de filtro fino serán elegidos como elementos de conservación (TNC 2009).

Dada la necesidad de establecer el estado en que se encuentran las poblaciones de especies y las presiones a las que están sujetas para evaluar la viabilidad de las decisiones de conservación, se efectúa un análisis de viabilidad e integridad ecológica. Este análisis está dado por tres criterios.

- a) **El tamaño:** que responde a si el sistema que se desea conservar es lo suficientemente grande para persistir a través del tiempo; si representa las condiciones naturales del ecosistema, etc.
- b) **El estado o condición:** que representa la riqueza de especies (incluida la presencia de especies invasoras), y la susceptibilidad de las comunidades acuáticas a amenazas antropogénicas. Éstas se representan por indicadores, tales como la cobertura de vegetación nativa en la cuenca, la densidad de la red de carreteras, intersecciones de estas vías con los sistemas acuáticos, la densidad de la población humana y la presencia de especies invasoras.
- c) **El contexto paisajístico** dentro del cual están inmersas las poblaciones: que integra el funcionamiento acuático con los demás sistemas ecológicos, acuáticos y terrestres. Aquí se relevan las barreras de funcionamiento (naturales o antrópicas, e.g. represas) y el estado actual de la cuenca.

Estos criterios son definidos por indicadores que se valoran, ponderan y jerarquizan en cuatro categorías (muy bueno, bueno, regular, pobre), entregando valores que califican la integridad ecológica y con ello la probabilidad de persistencia de un sitio de conservación.

Otro aspecto que aborda el procedimiento, una vez identificados los sitios de conservación y analizadas las variables de su funcionamiento ecológico, es analizar los elementos de riesgo o presión humana actual o futura, con incidencia en la viabilidad de las especies o a la integridad ecológica del sitio. Aquí se aborda el riesgo en función de los elementos densidad de población, superficie de las actividades agropecuarias, vías de transporte, zonas urbanas y ubicación de represas y se evalúa según criterios tales como su intensidad, extensión, la permanencia, su reversibilidad, entre otros. Cada elemento de riesgo se analiza en clases o categorías por microcuenca.

La priorización de sitios de conservación tiene como metas la conservación de la biodiversidad en términos de:

1. Representar todos los tipos de hábitats, comunidades de plantas y animales a través de su ámbito natural de variación.
2. Resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales a corto y largo plazo.
3. Poblaciones viables de todas las especies nativas en patrones naturales de abundancia y distribución.
4. Procesos ecológicos y evolutivos “saludables”, tales como regímenes de perturbación, procesos hidrológicos, ciclos de nutrientes e interacciones ecológicas.

Cualquier portafolio o colección de sitios de conservación de aguas continentales, comprenderá áreas geográficas en las que ocurran elementos de conservación a nivel de sistemas (lóticos y lénticos) y de especies y los procesos ecológicos que

los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad (Poiani et al 1999), y cuyas metas de conservación habrán sido definidas previamente. De este modo, los objetos de conservación de filtro grueso se basaron en tres requisitos: a) buena o muy buena integridad ecológica, b) ocurrencia de este requisito en áreas protegidas, y c) cumplimiento de metas de conservación preestablecidas para cada objeto de conservación, siendo la ocurrencia de especies endémicas y en categorías de conservación (objetos de filtro fino) las que orientaron el criterio de priorización o de ampliación/restricción de los sitios identificados (TNC 2009).

4.4. Diversidad faunística en humedales de agua dulce de Chile

Se entrega una lista de especies nativas hidrobiológicas de agua dulce de Chile seleccionando a las especies endémicas y las que están en alguna categoría de estados de conservación. Para la clasificación de estados de conservación se utilizó diferentes iniciativas, además del reglamento de la Ley de Caza 19.407 como fuente de información oficial para la fauna y los listados originados en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) DS N° 151 de 2007, DS N° 50 de 2008 y DS N° 51 de 2008, el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (1988), a Bahamondes et al. (1998), Campos et al. (1998) y Díaz-Páez & Ortiz (2003), Rudolph & Crandall (2007).

Considerando la riqueza total de especies dulceacuícolas se observa que un 52,4% de las especies se encuentra clasificada como endémica y/o dentro de alguna categoría de amenaza, registrando estas últimas porcentajes importantes. Al analizar la situación por taxa, particular atención tienen tanto peces como anfibios, los cuales presentan tanto altos niveles de endemismo como amenazas a su conservación. Destaca también el caso de las aves acuáticas, las cuales a pesar de no registrar endemismos, tienen un 22% de especies clasificadas en alguna categoría de conservación. Para invertebrados, llama la atención el caso de los crustáceos, los cuales a pesar de registrar un bajo endemismo, se

encuentran fuertemente amenazados, caso contrario al de los moluscos (Tabla 7). La Tabla 8 contiene el inventario de la fauna dulceacuícola clasificada como endémica y/o amenazada.

Tabla 7. Especies de humedales dulceacuícolas según su endemismo y estado de conservación.

	Invertebrados		Vertebrados				Total
	Moluscos	Crustáceos	Peces	Anfibios	Aves	Mamíferos	
Nº Especies Dulceacuícolas	13	34	44	39	109	2	261
Especies Endémicas y/o Amenazadas (n, %)	5 (38,4%)	25 (73,5%)	42 (95,4%)	37 (100%)	30 (22%)	2 (100%)	140 (52,6%)
Endemismo (n, %)	5 (100%)	25 (100%)	31 (73,8%)	37 (100%)	0	0	97 (69,3%)
Amenaza (n, %)	2 (40%)	19 (76%)	41 (97,6%)	22 (58,3%)	22 (100%)	2 (100%)	107 (76,4%)

Tabla 8. Inventario de especies dulceacuícolas clasificadas como endémicas y/o categorizadas en algún estado de conservación.

	Endemismo	Amenaza
Invertebrados		
Moluscos		
Orden Paleoheterodonta		
Familia Hyriidae		
<i>Diplodon chilensis</i>		*
<i>Diplodon solidulus</i>	*	
Orden Veneroida		
Familia Sphaeriidae		
<i>Pisidium chilense</i>	*	*
<i>Pisidium lebruni</i>	*	
<i>Pisidium meierbrooki</i>	*	
<i>Pisidium huillichum</i>	*	
Crustáceos		
Orden Decapoda		

Familia Palaemonidae			
<i>Cryphiops caementarius</i>	camarón de río del norte		*
Familia Parastacidae			
<i>Parastacus nicoleti</i>	camarón de hualve	*	*
<i>Parastacus pugnax</i>	camarón de vega	*	*
<i>Samastacus spinifrons</i>	camarón de río del sur	*	*
<i>Virilastacus araucanius</i>	camarón enano	*	*
<i>Virilastacus rucapihuelensis</i>	camarón enano	*	*
<i>Virilastacus retamali</i>	camarón enano	*	*
Familia Aeglidae			
<i>Aegla alacalufi</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla araucaniensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	
<i>Aegla bahamondei</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla concepcionensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla cholchol</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	
<i>Aegla denticulata denticulata</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla denticulata lacustris</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla expansa</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla hueicollensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	
<i>Aegla laevis laevis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla laevis talcahuano</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	
<i>Aegla manni</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla neuquensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce		*
<i>Aegla occidentalis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla papudo</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla pewenchae</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
<i>Aegla rostrata</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	
<i>Aegla spectabilis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	*	*
Orden Amphipoda			
Familia Hyalellidae			
<i>Hyalella chiloensis</i>		*	
<i>Hyalella costera</i>		*	
<i>Hyalella franciscaae</i>		*	
Vertebrados			
Peces			
Clase Cephalaspidomorphi			
Orden Petromyzomiformes			
Familia Peromyzontidae			
<i>Geotria australis</i>	lamprea de bolsa		*
<i>Mordacia lapicida</i>	lamprea de agua dulce	*	*
Clase Actinopterygii			
Orden Characiiformes			
Familia Characidae			
<i>Cheirodon pisciculus</i>	pocha	*	*
<i>Cheirodon australe</i>	pocha del sur	*	*
<i>Cheirodon galusdae</i>	pocha de los lagos	*	*
<i>Cheirodon kiliani</i>	pocha	*	*
Orden Siluriformes			
Familia Diplomystidae			

<i>Diplomystes chilensis</i>	tollo de agua dulce	*	*
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	tollo	*	*
<i>Diplomystes camposensis</i>	tollo	*	*
<i>Nematogenys inermis</i>	bagre grade	*	*
<i>Bullockia maldonadoi</i>	bagrecito	*	*
<i>Hatcheria macraei</i>	bagre		*
<i>Trichomycterus areolatus</i>	bagrecito	*	*
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	bagrecito	*	*
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	bagrecito		*
<i>Trichomycterus chungarensis</i>	bagrecito	*	*
<i>Trichomycterus laucaensis</i>	bagrecito	*	*
Orden Osmeiformes			
Familia Galaxiidae			
<i>Galaxias maculatus</i>	puye		*
<i>Galaxias globiceps</i>	puye	*	*
<i>Galaxias alpinus</i>	puye	*	*
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	puye	*	
<i>Brachygalaxias gothei</i>	puye	*	*
Familia Aplochitonidae			
<i>Aplochiton zebra</i>	peladilla		*
<i>Aplochiton taeniatus</i>	peladilla		*
<i>Aplochiton marinus</i>	peladilla	?	*
Orden Cyprinodontiformes			
Familia Cyprinodontidae			
<i>Orestias agassii</i>	karachi, orestias		*
<i>Orestias chungarensis</i>	karachi, orestias	*	*
<i>Orestias laucaensis</i>	karachi, orestias	*	*
<i>Orestias parinacotensis</i>	karachi, orestias	*	*
<i>Orestias ascotanensis</i>	karachi, orestias	*	*
<i>Orestias piacotensis</i>	karachi, orestias	*	*
Orden Atheriniformes			
Familia Atherinopsidae			
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	pejerrey chileno	*	*
<i>Basilichthys australis</i>	pejerrey chileno	*	*
<i>Basilichthys semotilus</i>	pejerrey		*
<i>Odontesthes brevianalis</i>	cauque del norte	*	*
<i>Odontesthes mauleanum</i>	cauque	*	*
<i>Odontesthes hatcheri</i>	pejerrey patagónico		*
<i>Odontesthes itatanum</i>	pejerrey del Itata	*	*
Orden Perciformes			
Familia Percichthyidae			
<i>Percichthys trucha</i>	perca trucha		*
<i>Percichthys melanops</i>	perca negra	*	*
Familia Perciliidae			
<i>Percilia gillissi</i>	carmelita	*	*
<i>Percilia irwini</i>	carmelita de Concepción	*	*
Anfibios			
Orden Anura			
Familia Cycloramphidae			

<i>Rhinoderma darwinii</i>	ranita de Darwin	*	*
<i>Rhinoderma rufum</i>	ranita de Darwin del norte	*	*
<i>Alsodes monticola</i>	rana del monte	*	*
<i>Alsodes valdiviensis</i>	rana de Valdivia	*	*
<i>Eupsophus calcaratus</i>	rana con calcar	*	
<i>Eupsophus insularis</i>	rana de isla Mocha	*	*
<i>Eupsophus migueli</i>	rana de Miguel	*	*
<i>Eupsophus nahuelbutensis</i>	rana de Nahuelbuta	*	*
<i>Eupsophus roseus</i>	rana rosada	*	*
<i>Eupsophus septentrionalis</i>	sapito del norte	*	
<i>Eupsophus vertebralis</i>	rana con línea dorsal	*	
<i>Eupsophus queulensis</i>	rana de los queules	*	*
<i>Hylorina sylvatica</i>	rana de la selva	*	*
<i>Insuetophrynus acarpicus</i>	rana sin carpo	*	*
Familia Ceratophryidae			
<i>Atelognathus ceii</i>	rana de Ceii	*	
<i>Atelognathus grandisonae</i>	rana de Grandison	*	*
<i>Atelognathus jeinimenensis</i>	rana de Jeinimeni	*	
<i>Batrachyla antartandica</i>	rana de la Antártica	*	
<i>Batrachyla nibaldoi</i>	rana de Nibaldo	*	
<i>Batrachyla taeniata</i>	rana de antifaz	*	*
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	rana de Chusmiza	*	
<i>Telmatobius dankoi</i>	rana de Danko	*	
<i>Telmatobius fronteriensis</i>	rana de la frontera	*	
<i>Telmatobius halli</i>	sapo	*	*
<i>Telmatobius marmoratus</i>	rana morada	*	
<i>Telmatobius pefauri</i>	rana de Pefaur	*	*
<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana peruana	*	*
<i>Telmatobius philippii</i>	rana de Phillipi	*	
<i>Telmatobius vilamensis</i>	rana de Vilama	*	
<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	rana de Zapahuira	*	*
Familia Calyptocephalellidae			
<i>Calyptocephalella gayi</i>	rana grande chilena	*	*
<i>Telmatobufo australis</i>	rana austral	*	*
<i>Telmatobufo bullocki</i>	rana de Bullock	*	*
<i>Telmatobufo venustus</i>	rana de Venus	*	*
Familia Leiuperidae			
<i>Pleurodema bufonina</i>	sapito de cuatro ojos del sur	*	
<i>Pleurodema marmorata</i>	sapito de cuatro ojos del norte	*	*
<i>Pleurodema thaul</i>	sapito de cuatro ojos	*	
Aves			
Orden Ciconiiformes			
Familia ardeidae			
<i>Ardea cocoi</i>	garza cuca		*
<i>Ixobrychus involucris</i>	huairavillo		*
Familia Threskiornitidae			
<i>Plegadis chihi</i>	cuervo de pantano		*
<i>Plegadis ridgwayi</i>	cuervo de pantano de la puna		*
Orden Phoenicopteriformes			

Familia Phoenicopteriformes			
<i>Phoenicopus chilensis</i>	flamenco chileno		*
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	parina grande		*
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	parina chica		*
Orden Anseriformes			
Familia Anatidae			
<i>Coscoroba coscoroba</i>	cisne coscoroba		*
<i>Cygnus melancoryphus</i>	cisne de cuello negro		*
<i>Chloephaga melanoptera</i>	piuquén		*
<i>Chloephaga poliocephala</i>	canquén		*
<i>Chloepaga rubidiceps</i>	canquén colorado		*
<i>Tachyeres patachonicus</i>	quetru volador		*
<i>Anas bahamensis</i>	pato gargantillo		*
<i>Anas platalea</i>	pato cuchara		*
<i>Heteronetta atricapilla</i>	pato rinconero		*
Orden Gruiformes			
Familia Rallidae			
<i>Pardirallus antarcticus</i>	pidén austral		*
<i>Laterallus jamaicensis</i>	pidencito		*
<i>Fulica gigantea</i>	tagua gigante		*
<i>Fulica cornuta</i>	tagua cornuda		*
<i>Fulica rufifrons</i>	tagua de frente roja		*
Orden Charadriiformes			
Familia Rostratulidae			
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	becacina pintada		*
Familia Charadriidae			
Familia Scolopacidae			
<i>Gallinago paraguayae</i>	becacina		*
Familia Pluvianellidae			
<i>Pluvianellus socialis</i>	chorlo de Magallanes		*
Familia Scolopacidae			
Familia Laridae			
<i>Larus serranus</i>	gaviota andina		*
Orden Falconiformes			
Familia Accipitridae			
<i>Pandion haliaetus</i>	águila pescadora		*
Orden Strigiformes			
Familia Strigiormes			
<i>Asio flameus</i>	nuco		*
Orden Passeriformes			
Familia Tyrannidae			
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	pájaro amarillo		*
Mamíferos			
Orden Rodentia			
Familia Myocastoridae			
<i>Myocastor coypus</i>	coipo		*
Orden Carnivora			
Familia Mustelidae			
<i>Lontra provocax</i>	huillín		*

4.5. Definición de los objetos de conservación: filtros grueso y medio

4.5.1. Objetos de conservación

Se desarrolló una metodología para estimar el valor de importancia (filtro grueso) de un sitio (sistema acuático) a partir de los factores diversidad, endemismo y amenaza de las especies presentes en él.

Los *objetos de conservación* constituyen elementos bióticos que se incorporan como fundamentos de protección para los humedales con alto valor para la conservación de la biodiversidad. Un área de conservación es funcional cuando reúne los atributos más adecuados para conservar la diversidad biológica a largo plazo o, como lo manifiestan Poiani & Richter (2000) es un área que “mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que sustentan, dentro de sus rangos naturales de variación”. Los objetos de conservación pueden ser a nivel de comunidades naturales y sistemas ecológicos o ecosistemas, en los que se incluyen los procesos naturales que los mantienen.

4.5.2. Filtros

Los objetos de conservación se pueden abordar a nivel de comunidades y ecosistemas o a nivel de especies. En el primer caso cuando se trabaja con las comunidades naturales, éstas, (sensu Whittaker 1975) se definen como un ensamble de poblaciones de plantas, animales, bacterias y hongos que viven en un entorno e interactúan unos con otros formando un sistema viviente particular. Mientras que un *ecosistema* sería la suma de comunidades y sus entornos tratados como sistemas funcionales que transfieren y circulan materia y energía. Los sistemas ecológicos pueden clasificarse de acuerdo a su fisonomía en zonas de vida (Holdridge 1967), estructura de la vegetación, composición florística o ambos (Grossman et al. 1999).

En este estudio abordaremos los objetos de conservación *a nivel de especies*, habiéndose definido distintos grados o “filtros” (grueso, medio y fino).

- El *filtro grueso* se focaliza en la diversidad contenida en cada ecosistema, ya sea a nivel de riqueza de especie o incorporando índices de equidad. Hemos complementado este filtro, además de la diversidad, con información sobre proporciones de endemismo y amenazas (e. g., clasificación en categorías de conservación).
- El *filtro medio* enfoca la conservación de elementos críticos del ecosistema que son importantes para muchas especies, en especial las que probablemente son pasadas por alto por los métodos de filtro fino, como invertebrados, hongos y plantas no vasculares.
- El *filtro fino* considera aquellas especies que no estarían bien conservadas sólo con el filtro grueso, tales como especies en peligro de extinción, aquellas en riesgo dado que presentan poblaciones en declinación, naturalmente raras, o las endémicas. A estas especies las llamamos especies focales y para su cálculo realizamos primero una preselección, como se verá más adelante, obteniéndose su valor como especie focal, que actúa como filtro fino (*sensu lato*). En esta categoría se incorporan, además de las endémicas y amenazadas las especies que eventualmente puedan ser sindicadas en forma documentada como paraguas, bandera y/o clave.

4.5.3. Cálculo del valor de importancia del filtro grueso

Para que los objetos de conservación sean efectivos deberán cumplir al menos con tres requisitos: (a) representar la biodiversidad del ambiente o ecosistema (aquí representada por la riqueza de especies); (b) considerar los endemismos presentes; y (c) reflejar las amenazas que existen sobre las especies (aquí representada por los estados de conservación). Para ponderar estos factores y

calcular el valor de importancia del ambiente específico utilizamos la siguiente fórmula:

$$VFG = \Sigma (D * 0,5 + E * 0,3 + A * 0,2)$$

Donde:

VFG es el valor de importancia (valor de filtro grueso), D la diversidad, E el endemismo y A la amenaza.

La diversidad (D), como riqueza de especies, se considera un factor más relevante que los demás, por lo que en la ponderación se multiplica por un factor de 0,5. Calcular la diversidad alfa mediante el simple conteo de especies es una medida robusta y confiable, ya que es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies en un hábitat determinado. Se discriminan tres niveles:

- *Baja*. Si la riqueza de especies de vertebrados nativos del humedal es menor o igual que el 20% de las especies de humedales registradas para la región donde se localiza el humedal. Se le asigna valor numérico 1.
- *Media*. Si la riqueza de especies de vertebrados nativos del humedal es mayor 20% y menor al 30% de las especies de humedales registradas para la región donde se localiza el humedal. Se le asigna valor numérico 3.
- *Alta*. Si la riqueza de especies de vertebrados nativos del humedal es mayor que el 30% de las especies de humedales registradas para la región donde se localiza el humedal. Se le asigna valor numérico 5.

Los porcentajes considerados son estimativos y discutibles, pero se apoyan en que el número total de especies para una región son una expresión de la diversidad gamma, en cambio los humedales contienen diversidad alfa, la que por definición es una proporción de la primera. Como se mencionó anteriormente se excluyeron las especies marinas.

El endemismo (E) se considera un factor de menor peso que la diversidad, pero mayor que el estado de conservación, por lo que se multiplica por un factor de 0,3. La categoría de endemismo a considerar es a nivel nacional y se discriminan tres niveles:

- *Bajo*. Cuando exista menos de un 20% de endemismo de vertebrados de humedales, considerando que se documenta un 23,9% para el país. Se le asigna valor numérico 1.
- *Medio*. Cuando exista entre un 20 y un 28% de endemismo de vertebrados de humedales, considerando que se documenta un 23,9% para el país. Se le asigna valor numérico 3.
- *Alto*. Cuando exista más de un 28% de endemismo de vertebrados de humedales, considerando que se documenta un 23,9% para el país. Se le asigna valor numérico 5.

La amenaza (A) se considera el factor de menor peso por lo que se multiplica por un factor de 0,2. Se discriminan tres niveles:

- *Baja*. Cuando la proporción de vertebrados de humedales amenazados (en estados de conservación en peligro, vulnerable, inadecuadamente conocida o rara) sea menor a lo documentado para el país < 47%. Se le asigna valor numérico 1.
- *Media*. Cuando la proporción de vertebrados de humedales amenazados (en estados de conservación en peligro, vulnerable, inadecuadamente conocida o rara) sea igual o similar a lo documentado para el país (similar a 47%). Se le asigna valor numérico 3.
- *Alta*. Cuando la proporción de vertebrados de humedales amenazados (en estados de conservación en peligro, vulnerable, inadecuadamente conocida o rara) sea mayor a lo documentado para el país (> a 47%). Se le asigna valor numérico 5.

En la clasificación en estados de conservación se siguió a las categorías que actualmente tienen mayor reconocimiento, ya sea porque tienen rango jurídico o

es el resultado de reuniones de especialistas. Los primeros corresponden a los listados originados en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) DS N° 151 de 2007, DS N° 50 de 2008 y DS N° 51 de 2008 (los tres incluyen a 165 especies y/o subespecies de flora y fauna) y es la clasificación más reciente y la lista contenida en el Reglamento de la Ley de Caza Decreto Supremo N° 5 de 1998 de MINAGRI (lista 254 especies entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos), que es más antiguo que el anterior y de menor especificidad. En el caso de las segundas, se incluyen: a) el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (1988) que es el resultado de un simposio organizado por la Corporación Nacional Forestal en abril de 1987 y lista 251 especies de fauna en categorías de conservación. b) Bahamondes et al. (1998). c) Campos et al. (1998), d) Díaz-Páez & Ortiz (2003) y e) Rudolph & Crandall (2007).

4.5.4. Estimación de la existencia de filtros medios

Los filtros medios incluyen elementos críticos tales como estructuras y procesos (Hunter 2004) que existan u ocurran en los humedales. La valoración de estos filtros medios se realizó en un panel de especialistas empleando el método de Delphi y para cada humedal, donde exista la información pertinente, se aceptó o rechazó la existencia de los filtros medios considerados.

Energía en humedales ribereños

Siguiendo lo descrito en Möller (2009), los ecosistemas acuáticos son abiertos y requieren del continuo aporte de energía en la forma de materia orgánica. La materia orgánica y energía que fluye dentro de un río proviene de dos fuentes: (a) la fotosíntesis que se realiza dentro del río mismo, y (b) la importación desde el ambiente terrestre. Esta última condición se da en los cursos de agua de bajo orden (Anderson & Sedell 1979), especialmente aquellos que nacen de cuencas forestadas con abundante vegetación ribereña, fluyen bajo el dosel, con lo cual existe abundante aporte de materia orgánica de origen vegetal y por otro lado

condiciones de baja luminosidad que no favorece la fotosíntesis. Las condiciones hidrodinámicas en ellos tampoco favorecen el desarrollo de organismos autótrofos.

Las diferentes comunidades de organismos que viven en el río utilizan y transforman permanentemente la energía que reciben (energía radiante solar, materia orgánica autóctona o alóctona), pero la forma en que ésta llega a cada tramo es diferente. Así por ejemplo, en los tramos de cabecera la fuente primordial de energía es la que aportan los ecosistemas terrestres adyacentes (es por lo tanto materia orgánica alóctona: hojarasca, ramas, troncos) (Cummins et al. 1984, Winterbourn & Townsend 1998). El aporte alóctono de materia orgánica ofrece alimento y refugio a la fauna acuática, especialmente los macroinvertebrados bentónicos (Minshall 1983, Ward 1992). Adicionalmente el sombreado producido por esa vegetación estimula condiciones heterotróficas respecto de la producción primaria (Vannote et al. 1980, Maltby 1996).

Estos materiales son degradados lentamente en forma de partículas gruesas por los organismos descomponedores (bacterias y hongos), lo que favorece su utilización por parte de pequeños invertebrados. Éstos, especialmente larvas de insectos, trituran las partículas, por lo que son llamados desmenuzadores, y con ello aceleran su descomposición generando partículas de materia orgánica fina. Esta materia orgánica es arrastrada por la corriente junto con sus heces y la materia resultante de la descomposición, constituyendo el alimento de los colectores. A su vez, todos ellos servirán de alimento a los depredadores (distintas especies de invertebrados y peces). Este flujo longitudinal de nutrientes, a medida que el río fluye a través de la cuenca, sumado a las características hidrodinámicas de éste determina una diferenciación en tramos a los que se asocia la aparición de diferentes comunidades con rasgos ecológicos particulares.

En los ríos de bajo orden (1 a 3), la comunidad vegetal domina en las riberas y aporta la materia orgánica particulada gruesa (MOPG), la productividad (fotosíntesis) es menor que la respiración, predominando la condición de heterotrofia, es decir, el alimento proviene del exterior (alóctono). A medida que

aumenta el orden del río (3 a 5) esta condición cambia, disminuyendo la importancia del aporte alóctono de materia orgánica y predomina la condición autótrofa, es decir, el alimento se produce dentro del río a partir de los nutrientes transportados desde el curso superior de la corriente. Este transporte, es la base de todos los procesos biológicos subsiguientes. El material alóctono que se descompone en MOPG en las corrientes de orden inferior se convierte progresivamente en materia orgánica en partículas finas (MOPF), materia orgánica en partículas ultrafinas (MOPU) y por último componentes moleculares, aminoácidos, azúcares, etc. a medida que avanza la corriente.

Así, la disponibilidad de energía en los humedales ribereños es crucial para la existencia de la biodiversidad, es más, este factor (alimento), quizá sumado a la oferta de refugios, puede explicar la alta diversidad de fauna acuática en los sistemas ribereños. Así los filtros medios en los ríos pueden ser:

- Presencia de abundante vegetación ribereña (e.g., bosques galería) en ríos de bajo orden.
- Alta cantidad de materia orgánica en partículas finas y ultrafina en ríos de alto orden.

Disponibilidad de alimento en cuerpos de agua lénticos y lóticos

Los bivalvos de agua dulce constituyen un componente importante de la infauna (macro y mesofauna) de los cuerpos de agua lénticos y lóticos. Cumplen un rol relevante en los ecosistemas que integran. Las almejas de agua dulce de gran tamaño, a través de su alimentación por suspensión y por ser organismos de larga vida, pueden influenciar la abundancia de las comunidades fitoplanctónicas, la calidad de las aguas y el ciclaje de nutrientes. También son un componente importante para el flujo de energía y ciclo de nutrientes ya que constituyen una porción significativa de la biomasa macrobentónica dulceacuícola, proporcionando alimento para diversas especies de vertebrados (e.g., *Lontra provocax*). Además, almacenan tóxicos en sus tejidos y, por tanto, contribuyen a mantener la buena calidad de las aguas y por consecuencia a mantener poblaciones viables de fauna acuática. Han sido usados como organismos centinelas y potencialmente como

biomonitores de la salud de los ecosistemas. Se ha demostrado la eficiencia de *D. chilensis* en la filtración de partículas y determinado su capacidad de digerir coliformes fecales en aguas de pozo. Las “almejas píldora” y las “uña de dedo” han sido menos estudiadas por su reducido tamaño, su modo de vida oculto (fondos blandos) y por la dificultad para ser identificados. Sin embargo, dado que pueden habitar ambientes, donde ningún otro bivalvo puede hacerlo, servirían como biomonitores de las condiciones ambientales de un lugar determinado (véase Parada et al.1989, Lara & Parada 1991, Parada et al. 1996, Valdovinos & Cuevas 1996, Soto & Mena 1999, Lara et al. 2002, Parada & Peredo 2006).

Por otro lado de las 73 especies de gastrópodos de agua dulce descritas para Chile el 91,7% son endémicas del país, abarcando en su rango geográfico prácticamente toda la extensión nacional. Sin embargo, en este rango global no están incluidos todos los grupos, ni la distribución de sus especies es continua. Por el contrario, la mayor parte de las especies presenta una distribución más o menos discontinua, asociada, por una parte, a la localización de las cuencas hidrográficas y, por otra, al mosaico de hábitats que se encuentran dentro de cada una de las cuencas. Este grupo de invertebrados también son fuente de alimento importante para muchos vertebrados (vease Hubendick 1967, Valdovinos 1999, 2006).

Por último la fauna de crustáceos malacostráceos asociados a humedales está compuesta por 34 especies, siete especies de camarones (i.e., seis parastácidos de los géneros *Parastacus*, *Samastacus* y *Virilastacus* y un palemónido del género *Cryphiops*), 18 especies de anomuros del género *Aegla*, siete especies de anfípodos gamarídeos del género *Hyalolella* y una especie de isópodo aselotano del género *Heterias*. Todos ellos son fuente de alimento crucial para muchos vertebrados de ambientes acuáticos (Jara 1996, Jara et al. 2006).

Al ser la oferta de alimento uno de los factores determinantes para la existencia de la diversidad en cuerpos de agua lénticos y lóticos, se reconocen como filtros medios la:

- Presencia y abundancia de bivalvos de agua dulce.
- Presencia y abundancia gastrópodos de agua dulce.
- Presencia y abundancia crustáceos malacostráceos.

Zonas importantes para los ciclos vitales de aves y peces

Estas áreas pueden ser empleadas como zonas de descanso por aves migratorias, zonas de reproducción o de alimentación. La estación reproductiva de las aves influye en sus movimientos y concentraciones, en especial, de las especies migratorias. No obstante pueden hacer uso de estos ambientes durante sólo parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje (Blanco 2000). Durante el verano algunos humedales se tornan inadecuados y la población, mayoritariamente no reproductora, inmaduros y juveniles, se desplaza a lugares más estables (Schlatter 2005). Ciertos humedales pueden ofrecer áreas de reproducción, reaprovisionamiento e invernada y pueden ser un punto importante para el asentamiento y tránsito de aves (e.g., gaviotas), posibilitando la alimentación y descanso de numerosas especies de aves migratorias (Schlatter & Sielfeld 2006). También pueden ser una fuente de alimentación importante para peces, ya sea como zona de desove, área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que depende la existencia de peces dentro o fuera del humedal. Las nacientes de los cursos de agua por ser vitales en el mantenimiento de los mismos y las desembocaduras de los ríos por su rol en los procesos reproductivos, se consideran en este contexto.

- Presencia de áreas de humedales importantes para los ciclos vitales de aves.
- Presencia de áreas de humedales importantes para los ciclos vitales de peces.

4. 6. Definición de los objetos de conservación: filtro fino

4.6.1. *Especies focales*

Las especies focales sirven como atajos para monitorear o resolver problemas de conservación, ya sea evaluando la magnitud de la perturbación antropogénica, monitoreando tendencias poblacionales, localizando áreas de alta biodiversidad, delineando un tipo de hábitat o tamaño de área para protección o atrayendo la atención del público. Para la aplicación correcta de los diferentes términos asignados a las especies de interés, a continuación se sintetizan conceptos de algunos tipos de especies focales utilizadas para la conservación en base a distintas opiniones (Noss 1990, Stork & Samways 1995, Caro & O'Doherty 1999).

- **Especies paraguas:** Son aquellas que presentan requerimientos amplios, principalmente de hábitat y como consecuencia de ello también engloban los de otras especies que ocupan la misma área.
- **Especies bandera:** Son aquellas que tienen aspecto carismático, popular y atractivo, son usadas para atraer la atención del público, pudiendo ser símbolos que estimulen programas y acciones de conservación.
- **Especies clave:** Son especies que cumplen un rol fundamental en el ecosistema por lo que muchas especies dependen de ellas, ya sea por su nivel trófico, producción de recursos alimenticios u otras interacciones dentro de la estructura de la comunidad. La pérdida o alteración de estas especies ocasiona cambios en la estructura del ecosistema e incluso una pérdida de diversidad.

4.6.2. *Restricciones*

En general se asume que taxas seleccionadas como grupos indicadores (e.g., peces de agua dulce, aves, mamíferos, anfibios) y empleadas para conservar sitios, brindan protección adecuada a otras especies en riesgo de extinción. Sin embargo Lawler et al. (2001) demostraron, para la región del Atlántico medio de los EE.UU., que esto no siempre es así. Es más, documentó que ningún grupo

taxonómico, proporcionó protección para más del 58% de todas las otras especies en riesgo, observando además que las especies con rangos más restringidos tenían menor probabilidad de ser protegidas que las especies de distribución más amplia. Estos antecedentes avalan, más aún, la consideración conjunta, no separada, de las variables de filtro fino y grueso y la inclusión de los filtros medios.

Diversos autores (e.g., Prendergast et al. 1993, Kerr 1997) han documentado que las regiones con alta riqueza de especies para un taxón tienden a ser diferentes de aquellas con endemismo alto, por lo que emplear especies focales (e.g., especies paragua) para priorizar áreas de conservación puede generar grandes vacíos de protección porque la diversidad y el endemismo de otros taxas tienden a estar concentrados en otras áreas (Kerr 1997). Esto avala el valor de especie focal solo como complemento del valor de diversidad, entendiendo este último como un valor que integra, no solo la riqueza de especies, sino también el endemismo.

4.6.3. Cálculo del valor como especie focal

Para calcular el valor de conservación atribuible a la especie focal se siguió, con modificaciones, a lo usado por Daza (2005) en el Parque Nacional Sajama, Bolivia, a Reca et al. (1994) y a lo considerado en diversos talleres en que ha participado parte del equipo de trabajo para clasificar fauna silvestre (Grigera 2002, Grigera et al. información no publicada). La propuesta metodológica (basada en Muñoz-Pedreros et al. información no publicada) se fundamenta en la integración ponderada de diferentes variables que se agrupan en tres tipos: (a) las variables inherentes a la especie objetivo y que presentarían muy pocas variaciones intrapoblacionales (e.g., endemismo, tamaño corporal, uso del hábitat, estrategia trófica y perceptibilidad); (b) variables no inherentes, que no son atribuibles a la especie objetivo y que tienen una causa antrópica (e.g., amenaza); y (c) variables mixtas, que son algunas variables propias de la especie, cuya expresión está condicionada por acciones antrópicas (e.g., distribución geográfica, valor taxonómico). La valoración se realizó en un panel de especialistas empleando el método de Delphi y siguiendo consideraciones de Hess & King

(2002). Para esto se reunió una serie de factores en una fórmula con expresión numérica para obtener el valor como especie focal (Vef).

$$\mathbf{Vef} = Ve + Va + Vd + Vt + Vs + Vh + Vp$$

Donde:

- Ve = Valor de endemismo
- Va = Valor de amenaza
- Vd = Valor de distribución
- Vt = Valor trófico
- Vs = Valor de singularidad taxonómica
- Vh = Valor de uso del hábitat
- Vp = Valor de perceptibilidad

Valor de endemismo (Ve). Aquí se empleó la información generada en el capítulo anterior. En la aplicación del endemismo en términos regionales se consideró la clasificación de ecorregiones de agua dulce para América Latina y el Caribe (Olson et al. 1998). Ésta distingue las siguientes ecorregiones asociadas a Chile: desierto Costa Pacífico (que abarca la zona costera desde el norte hasta Illapel); Desierto Atacama/Sechura (que abarca la depresión central y altiplano de todo el norte grande), Chile Mediterráneo Norte (que abarca el valle central y zona andina entre los 26° y 31° - Copiapó a Limarí-); Chile Mediterráneo Sur (que abarca entre los 31° y 37°- Choapa a Chillán-); Región Valdiviana (que abarca desde Concepción hasta el extremo sur excluyendo las tres ecorregiones siguientes); Isla de Chiloé; Archipiélago de Los Chonos; y Magallanes- Última Esperanza.

NIVEL DE ENDEMISMO	VE
Endemismo continental	1
Endemismo ecorregional compartido con otro(s) país(es)	2
Endemismo ecorregión solo presente en el país	3
Endemismo en una cuenca	4
Endemismo local (microcuenca)	5

Valor de amenaza (Va). Emplea los estados de conservación en que están clasificadas las especies, analizados en capítulo anterior. Se asigna a la categoría insuficientemente conocido valor 4, ya que ésta implica un grado de peligro o vulnerabilidad que debiera cautelarse de acuerdo al principio de precaución.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	VA
Riesgo menor	1
Rara	2
Vulnerable	3
Insuficientemente conocido	4
En peligro	5

Valor de distribución (Vd). Considera la distribución de la especie objetivo, conjugando la distribución continental y nacional. Se asume que la contigüidad geográfica facilita el flujo genético interpoblacional disminuyendo su vulnerabilidad.

DISTRIBUCIÓN	VD
Parte de la región neotropical	1
Todo el país o gran parte del país	2
Aproximadamente la mitad del país	3
Una macrozona (e.g., norte, sur, austral)	4
Local, una región administrativa	5

Valor trófico (Vt). Esta variable se refiere a la estrategia de alimentación de la especie objetivo. Conjuga el nivel trófico que ocupa y su grado de especialización. Desde el punto de vista de la conservación, las especies situadas en los niveles más altos de la cadena trófica son las más afectadas por las acciones humanas, ello debido a que se relaciona con el tamaño del ámbito de hogar (e.g., mayor en carnívoros).

NIVEL TRÓFICO	Vt
Carroñero/ detritívoro	1
Omnívoro	2
Herbívoro, filtrador planctónico	3
Insectívoro	4
Carnívoro	5

Valor de singularidad taxonómica (Vs). La información filogenética (e.g., índice *I*, índice *W*) contribuye poderosamente para priorizar áreas para la conservación de la biodiversidad, ya que este tipo de información es uno de los más importantes factores involucrados en los procesos de extinción de especies (véase Heard & Mooers 2000, y para ambientes terrestres en Chile Posadas et al. 2001). El valor taxonómico se considera con el fin de priorizar las especies que pertenecen a taxones monotípicos. Cuanto menor sea el número de especies que incluye un taxón, ya sea a nivel de Género, de Familia o de Orden, se asume que es motivo de mayor interés desde el punto de vista científico. Para mamíferos se sigue a Wilson & Reeder (2005), para aves Sibley & Monroe (1990, 1993), anfibios (Frost 2007) y peces (Nelson 2006).

VALOR TAXONÓMICO	Vs
En Géneros con ≥ 4 especies	1
En Géneros con >2 y < 4 especies	2
En Género monotípico	3
En Familia monotípica	4
En Orden monotípico	5

Valor de uso del hábitat (Vh). La utilización del hábitat está condicionada por diversos factores, pero para nuestros objetivos consideraremos la heterogeneidad y la complejidad de los hábitats que la especie objetivo utiliza. Es decir la variedad de hábitats, tanto a nivel horizontal como vertical. Una especie será menos vulnerable mientras sea capaz de utilizar todo o una mayor proporción de hábitats

heterogéneos y/o complejos. Este valor se refiere a las diferentes aptitudes de las especies para vivir en diversos tipos de hábitats.

USO DEL HÁBITAT	Vh
Hábitat generalista	1
Hábitat semi generalista	3
Hábitat especialista	5

Valor de perceptibilidad (Vp). La definimos como el conjunto de elementos propios del medio o de los animales en sí, que permiten al observador advertir, en distintos grados, la presencia de una especie determinada, ya sea a través de su percepción visual o auditiva, pudiendo ésta darse en forma directa (al ser posible el avistamiento de un ejemplar) o en forma indirecta (a través de indicios, huellas o signos). Consideramos para esta variable factores como: período de actividad, colorido, mimetismo, tamaño, perceptibilidad acústica, perceptibilidad de indicios, conductas y grado de tolerancia a la presencia humana (Muñoz-Pedrerros et al. información no publicada). La perceptibilidad es importante para los monitoreos y una eventual sindicación como especie bandera.

PERCEPTIBILIDAD	Vp
Capacidad críptica. Perceptibilidad muy baja	1
Mimética. Perceptibilidad baja	2
No mimética. Perceptibilidad media baja	3
Sin capacidad críptica. Perceptibilidad media	4
Perceptibilidad alta	5

4.6.4. Preselección de especies

La determinación de especies focales se inició con una primera selección de especies potenciales, entre las que se consideraron como candidatas a todas las

especies acuáticas. Este criterio de especie acuática responde a aquellas que lo son en estricto (e.g. peces, pancoras, camarones) como aquellas cuyos hábitos se asocian a ambientes de humedal (e.g. aves acuáticas) o dependen de ellos para algunas de sus funciones vitales (e.g. anfibios). Esto contempló un universo de 261 especies.

El cálculo del valor como especie focal considera tres factores para preseleccionar a las especies: (a) todas las especies endémicas, (b) todas las especies clasificadas en categorías de amenaza y (c) todas las especies, que no siendo endémicas ni amenazadas, son especies: (i) indicadoras, y/o (ii) paraguas, y/o (iii) bandera y/o (iv) clave. En la siguiente Tabla se presenta la preselección hecha para la fauna de humedales considerada en este estudio. Con esto se redujo el número a 140 especies. Fueron descartadas también las especies dudosas, de las cuales se tiene un único registro o se consideran sinonimias.

De este modo el conjunto de especies focales potenciales (quedó integrado por 34 invertebrados y 106 vertebrados. Entre los primeros, seis son moluscos y 28 son crustáceos decápodos de los cuales siete corresponden a las familias Palaemonidae y Parastacidae (camarones), 18 corresponden a Aeglidae (pancoras o cangrejos de agua dulce) y tres a anfípodos representantes de la familia Hyalellidae. Entre los vertebrados se consideraron 39 especies de peces, 37 de anfibios, 28 de aves y dos de mamíferos.

El cálculo del valor como especie focal siguió el procedimiento de valoración ya descrito. Una vez concluida la valoración a las 139 especies, se envió el resultado a cada uno de los consultores especialistas del proyecto para su evaluación obteniéndose los valores que se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Evaluación de especies según su valor como especie focal (Vef).

Invertebrados		Ve	Va	Vd	Vt	Vs	Vh	Vp	Vef
Moluscos									
<i>Diplodon chilensis</i>		2	1	1	1	1	1	1	8
<i>Diplodon solidulus</i>		3	1	4	1	1	1	1	12
<i>Pisidium chilense</i>		3	1	4	1	1	1	2	13
<i>Pisidium lebruni</i>		3	1	5	1	1	1	2	14
<i>Pisidium meierbrooki</i>		2	1	1	1	1	1	2	9
<i>Pisidium huillichum</i>		3	1	5	1	1	1	2	14
Crustáceos									
<i>Cryphiops caementarius</i>	Camarón de río del norte	2	5	1	1	3	5	2	19
<i>Parastacus nicoleti</i>	Camarón de hualve	3	3	4	3	1	3	1	18
<i>Parastacus pugnax</i>	Camarón de vega	3	3	4	2	1	3	1	17
<i>Samastacus spinifrons</i>	Camarón de río del sur	2	3	1	2	3	3	1	15
<i>Virilastacus araucanius</i>	Camarón enano	3	3	4	2	2	3	1	18
<i>Virilastacus rucapihuelensis</i>	Camarón enano	4	5	5	2	2	3	1	22
<i>Virilastacus retamali</i>	Camarón enano	4	5	5	2	2	5	3	26
<i>Aegla alacalufi</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	4	4	1	1	1	2	16
<i>Aegla araucaniensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	1	4	1	1	1	2	13
<i>Aegla bahamondei</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	4	5	1	1	5	2	21
<i>Aegla concepcionensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	5	5	1	1	5	2	23
<i>Aegla cholchol</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	3	5	1	1	5	2	21
<i>Aegla denticulata denticulata</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	3	3	1	1	1	2	14
<i>Aegla denticulata lacustris</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	3	4	1	1	5	2	19
<i>Aegla expansa</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	5	3	5	1	1	5	2	22
<i>Aegla hueicollensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	3	5	1	1	5	2	21
<i>Aegla laevis laevis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	5	5	1	1	5	2	23
<i>Aegla laevis talcahuano</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	3	4	1	1	5	2	19
<i>Aegla manni</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	4	5	1	1	5	2	22
<i>Aegla neuquensis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	4	5	1	1	5	2	21
<i>Aegla occidentalis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	3	5	1	1	5	2	21
<i>Aegla papudo</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	5	5	1	1	5	2	22
<i>Aegla pewenchaie</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	4	3	1	1	1	2	15
<i>Aegla rostrata</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	3	1	4	1	1	1	2	13
<i>Aegla spectabilis</i>	pancora; cangrejo de agua dulce	4	4	5	1	1	5	2	22
<i>Hyaella chiloensis</i>		3	3	3	3	1	1	1	15
<i>Hyaella costera</i>		3	3	3	3	1	1	1	15
<i>Hyaella franciscaie</i>		2	3	2	3	1	1	1	13
Vertebrados									
Peces									
<i>Geotria australis</i>	lamprea de bolsa	3	3	1	5	3	3	1	19
<i>Mordacia lapicida</i>	lamprea de agua dulce	3	5	3	5	2	3	1	22
<i>Cheirodon pisciculus</i>	pocha	3	3	4	5	1	1	1	18

<i>Cheirodon australe</i>	pocha del sur	3	3	5	5	1	1	1	19
<i>Cheirodon galusdae</i>	pocha de los lagos	3	3	5	5	1	1	1	19
<i>Cheirodon kiliani</i>	pocha	3	5	5	3	1	3	1	21
<i>Diplomystes chilensis</i>	tollo de agua dulce	3	5	4	5	1	1	1	20
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	tollo	3	5	4	5	1	1	1	20
<i>Diplomystes camposensis</i>	tollo	4	5	4	5	1	1	1	21
<i>Nematogenys inermis</i>	bagre grade	3	3	4	5	4	1	1	21
<i>Bullockia maldonadoi</i>	bagrecito	3	5	4	5	3	1	1	22
<i>Hatcheria macraei</i>	bagre	2	4	1	5	3	5	1	21
<i>Trichomycterus areolatus</i>	bagrecito	3	3	3	4	1	3	1	18
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	bagrecito	4	5	4	4	1	1	1	20
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	bagrecito	2	5	4	4	1	5	1	22
<i>Trichomycterus chungarensis</i>	bagrecito	4	5	4	4	1	5	1	24
<i>Trichomycterus laucaensis</i>	bagrecito	4	5	4	4	1	1	1	20
<i>Galaxias maculatus</i>	puye	1	3	1	5	1	1	1	13
<i>Galaxias globiceps</i>	puye	2	5	5	5	1	5	1	24
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	puye	3	4	5	4	2	3	1	22
<i>Brachygalaxias gothei</i>	puye	4	3	5	4	2	5	1	24
<i>Aplochiton zebra</i>	peladilla	2	3	1	5	1	3	1	16
<i>Aplochiton taeniatus</i>	peladilla	2	3	1	5	1	1	1	14
<i>Orestias agassii</i>	karachi, orestias	2	5	4	3	1	5	1	21
<i>Orestias chungarensis</i>	karachi, orestias	4	5	5	3	1	5	1	24
<i>Orestias laucaensis</i>	karachi, orestias	4	5	5	3	1	5	1	24
<i>Orestias parinacotensis</i>	karachi, orestias	4	5	5	3	1	5	1	24
<i>Orestias ascotanensis</i>	karachi, orestias	4	5	5	3	1	5	1	24
<i>Orestias piacotensis</i>	karachi, orestias	4	5	5	3	1	5	1	24
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	pejerrey chileno	3	3	3	2	1	1	1	14
<i>Basilichthys australis</i>	pejerrey chileno	3	3	4	2	1	1	1	15
<i>Basilichthys semotilus</i>	pejerrey	4	5	4	2	1	1	1	18
<i>Odontesthes brevianalis</i>	cauque del norte	3	3	3	2	1	1	1	14
<i>Odontesthes mauleanum</i>	cauque	3	3	3	2	1	1	1	14
<i>Odontesthes hatcheri</i>	pejerrey patagónico	2	1	1	2	1	1	1	9
<i>Percichthys trucha</i>	perca trucha	2	4	1	5	2	1	1	16
<i>Percichthys melanops</i>	perca negra	3	3	4	5	2	1	1	19
<i>Percilia gillissi</i>	carmelita	3	3	4	4	2	1	1	18
<i>Percilia irwini</i>	carmelita de Concepción	4	5	5	5	2	1	1	23
Anfibios									
<i>Alsodes monticola</i>	rana del monte	5	4	4	4	1	5	2	25
<i>Alsodes valdiviensis</i>	rana de Valdivia	5	4	5	4	1	5	2	26
<i>Eupsophus calcaratus</i>	rana con calcar	2	1	3	4	1	3	2	16
<i>Eupsophus insularis</i>	rana de isla Mocha	5	5	5	4	1	3	2	25
<i>Eupsophus migueli</i>	rana de Miguel	5	5	5	4	1	3	2	25
<i>Eupsophus nahuelbutensis</i>	rana de Nahuelbuta	5	5	5	4	1	3	2	25
<i>Eupsophus roseus</i>	rana rosada	3	2	4	4	1	3	3	20

<i>Eupsophus septentrionalis</i>	perrito del norte	5	4	5	4	1	3	3	25
<i>Eupsophus vertebralis</i>	rana con linea dorsal	2	2	3	4	1	3	2	17
<i>Eupsophus queulensis</i>	rana de los queules	5	3	5	4	1	5	2	25
<i>Hylorina sylvatica</i>	rana de la selva	2	4	3	4	3	3	2	21
<i>Insuetophrynus acarpicus</i>	rana sin carpo	5	5	5	4	3	5	2	29
<i>Atelognathus ceii</i>	rana de Ceí	2	2	5	4	1	5	2	21
<i>Atelognathus grandisonae</i>	rana de Grandison	3	2	5	4	1	5	2	22
<i>Atelognathus jeinimenensis</i>	rana de Jeinimeni	2	2	5	4	1	5	2	21
<i>Batrachyla antartandica</i>	rana de la Antártica	3	1	3	4	1	3	2	17
<i>Batrachyla nibaldoi</i>	rana de Nibaldo	3	1	4	4	1	3	2	8
<i>Batrachyla taeniata</i>	rana de antifaz	3	1	3	4	1	3	2	17
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	rana de Chusmiza	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius dankoi</i>	rana de Danko	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius fronteriensis</i>	rana de la frontera	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius halli</i>	sapo	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius marmoratus</i>	rana morada	2	4	1	4	1	5	2	19
<i>Telmatobius pefauri</i>	rana de Pefaur	3	5	5	4	1	5	2	25
<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana peruana	2	3	1	4	1	5	2	18
<i>Telmatobius philippii</i>	rana de Phillipi	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius vilamensis</i>	rana de Vilama	3	4	5	4	1	5	2	24
<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	rana de Zapahuira	5	5	5	4	1	5	2	27
<i>Calyptocephalella gayi</i>	rana grande chilena	3	3	3	5	3	5	2	24
<i>Telmatobufo australis</i>	rana austral	3	3	4	4	2	5	2	23
<i>Telmatobufo bullocki</i>	rana de Bullock	4	5	5	4	2	5	2	27
<i>Telmatobufo venustus</i>	rana de venus	3	5	5	4	2	5	2	26
<i>Pleurodema bufonina</i>	sapito de cuatro ojos del sur	2	1	4	4	1	3	2	17
<i>Pleurodema marmorata</i>	sapito de cuatro ojos del norte	2	1	1	4	1	3	2	19
<i>Pleurodema thaul</i>	sapito de cuatro ojos	2	1	2	5	1	3	2	16
<i>Rhinoderma rufum</i>	sapito vaquero	3	2	4	4	2	5	2	25
<i>Rhinoderma darwini</i>	ranita de Darwin	2	3	4	4	2	5	2	24
Aves									
<i>Ardea cocoi</i>	garza cuca	1	2	1	5	1	5	1	16
<i>Ixobrychus involucris</i>	huairavillo	1	2	1	5	1	5	1	16
<i>Plegadis chihi</i>	cuervo de pantano	1	5	1	5	2	3	4	21
<i>Plegadis ridgwayi</i>	cuervo de pantano de la puna	2	5	1	5	2	3	4	22
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	flamenco chileno	2	3	1	3	1	5	5	20
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	parina grande	2	3	1	3	2	5	5	21
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	parina chica	2	3	1	3	2	5	5	21
<i>Coscoroba coscoroba</i>	cisne coscoroba	2	5	2	3	3	3	5	23
<i>Cygnus melancoryphus</i>	cisne de cuello negro	1	5	1	3	1	3	5	19
<i>Chloephaga melanoptera</i>	piuquén	2	2	1	3	1	3	5	17
<i>Chloephaga poliocephala</i>	canquén	2	5	1	3	1	3	4	19
<i>Chloepaga rubidiceps</i>	canquén colorado	2	5	1	3	1	3	3	18
<i>Tachyeres patachonicus</i>	quetru volador	2	4	1	3	1	3	2	16

<i>Anas bahamensis</i>	pato gargantillo	1	2	1	3	1	3	4	15
<i>Anas platalea</i>	pato cuchara	1	4	1	3	1	3	3	16
<i>Heteronetta atricapilla</i>	pato rinconero	2	2	1	3	3	3	2	16
<i>Pardirallus antarcticus</i>	pidén austral	1	4	1	3	1	5	1	16
<i>Laterallus jamaicensis</i>	pidencito	1	4	1	3	1	5	1	16
<i>Fulica gigantea</i>	tagua gigante	2	3	1	3	1	5	4	19
<i>Fulica cornuta</i>	tagua cornuda	2	3	1	3	1	5	4	19
<i>Fulica rufifrons</i>	tagua de frente roja	1	4	4	1	1	5	3	19
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	becacina pintada	1	5	1	4	3	5	3	22
<i>Gallinago paraguayae</i>	becacina	1	3	1	4	1	3	3	16
<i>Pluvianellus socialis</i>	chorlo de Magallanes	2	2	1	4	3	3	3	18
<i>Larus serranus</i>	gaviota andina	1	3	1	4	1	3	5	18
<i>Pandion haliaetus</i>	águila pescadora	1	3	1	5	4	5	5	24
<i>Asio flameus</i>	nuco	1	4	1	5	1	3	4	19
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	pájaro amarillo	1	2	1	4	1	3	3	15
Mamíferos									
<i>Myocastor coypus</i>	coipo	2	3	1	3	4	3	2	18
<i>Lontra provocax</i>	huillín	2	5	3	5	1	5	1	22

En consideración al elevado número de especies dentro del rango de valoración medio-alto (superior a 18 puntos). En taller de expertos y mediante método Delphi se estableció un puntaje de corte adecuado para definir las especies focales en el valor 20, lo que determina un número de 71 especies focales, distribuidas en 13 crustáceos decápodos, 22 peces, 27 anfibios, 8 aves y un mamífero, como se muestra en la Tabla 10. Esto proporciona un número total razonable de especies que puedan enfatizarse en estrategias de conservación. Quedan, de este modo, comprendidas en esta categoría el 61% del total de los crustáceos decápodos, el 56% del total de los peces, el 73% del total de los anfibios y el 30% de las aves que reúnen los atributos representativos de los criterios de focalización. Se considera también que la asignación de prioridades de conservación deben definirse dentro de las unidades territoriales macroregionales, otorgándole cierta flexibilidad al ranking, en términos de restringir o ampliar el valor de corte, de modo que esté al servicio de los grandes objetivos de conservación que se planteen, en este caso la conservación de ecosistemas, dentro de los cuales las especies focales son un refuerzo.

Tabla 10. Lista de especies focales de agua dulce de Chile.

Lista de especies focales de aguas continentales de Chile				
Crustáceos	Peces	Anfibios	Aves	Mamíferos
<i>Virilastacus rucapihuelensis</i>	<i>Mordacia lapicida</i>	<i>Alsodes monticola</i>	<i>Plegadis chihi</i>	<i>Lontra provocax</i>
<i>Virilastacus retamali</i>	<i>Cheirodon killiani</i>	<i>Alsodes valdiviensis</i>	<i>Plegadis ridgwayi</i>	
<i>Aegla bahamondei</i>	<i>Diplomystes chilensis</i>	<i>Eupsophus insularis</i>	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	
<i>Aegla concepcionensis</i>	<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	<i>Eupsophus migueli</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	
<i>Aegla cholchol</i>	<i>Diplomystes camposensis</i>	<i>Eupsophus nahuelbutensis</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	
<i>Aegla expansa</i>	<i>Nematogenys inermis</i>	<i>Eupsophus roseus</i>	<i>Coscoroba coscoroba</i>	
<i>Aegla hueicollensis</i>	<i>Bullockia maldonadoi</i>	<i>Eupsophus septentrionalis</i>	<i>Nycticryphes semicollaris</i>	
<i>Aegla laevis laevis</i>	<i>Hatcheria macraei</i>	<i>Eupsophus queulensis</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	
<i>Aegla manni</i>	<i>Trichomycterus chiltoni</i>	<i>Hylorina sylvatica</i>		
<i>Aegla neuquensis</i>	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	<i>Insuetophrynus acarpicus</i>		
<i>Aegla occidentalis</i>	<i>Trichomycterus chungarensis</i>	<i>Atelognathus ceii</i>		
<i>Aegla papudo</i>	<i>Trichomycterus laucaensis</i>	<i>Atelognathus grandisonae</i>		
<i>Aegla spectabilis</i>	<i>Galaxias globiceps</i>	<i>Atelognathus jeinimenensis</i>		
	<i>Brachygalaxias bullocki</i>	<i>Telmatobius chusmisensis</i>		
	<i>Brachygalaxias gothei</i>	<i>Telmatobius dankoi</i>		
	<i>Orestias agassii</i>	<i>Telmatobius fronteriensis</i>		
	<i>Orestias chungarensis</i>	<i>Telmatobius halli</i>		
	<i>Orestias laucaensis</i>	<i>Telmatobius pefauri</i>		
	<i>Orestias parinacotensis</i>	<i>Telmatobius philippii</i>		
	<i>Orestias ascotanensis</i>	<i>Telmatobius vilamensis</i>		
	<i>Orestias piacotensis</i>	<i>Telmatobius zapahuirensis</i>		
	<i>Percilia irwini</i>	<i>Calyptocephalella gayi</i>		
		<i>Telmatobufo australis</i>		
		<i>Telmatobufo bullocki</i>		
		<i>Telmatobufo venustus</i>		
		<i>Rhinoderma rufum</i>		
		<i>Rhinoderma darwinii</i>		
Total especies 13	Total especies 22	Total especies 27	Total especies 8	Total especies 1

En la Tabla 11 se muestra la lista de especies focales de agua dulce de Chile con sus respectivas distribuciones geográficas.

Tabla 11. Lista de especies focales de agua dulce de Chile con sus distribuciones geográficas.

Nombre científico	Nombre común	Distribución
INVERTEBRADOS		
CRUSTÁCEOS		
<i>Virilastacus rucapihuelensis</i>	Camarón enano	Cordillera de La Costa, Provincia de Osorno (Los Lagos)
<i>Virilastacus retamali</i>	Camarón enano	Rucapihuel a Loma de la Piedra, cordillera Osorno (Los Lagos)
<i>Aegla bahamondei</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Tomé a Río Tucapel (Biobío)
<i>Aegla conceptionensis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Río Andalién y Concepción (Biobío)
<i>Aegla cholchol</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Lumaco a Quepe (Araucanía)
<i>Aegla expansa</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Río Hualqui (Biobío)
<i>Aegla hueicollensis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Corral a Hueicolla (Los Lagos)
<i>Aegla laevis laevis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Cuenca del Río Maipo (Metropolitana)
<i>Aegla manni</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Huelhellhue a Maicolpué (Los Ríos-Los Lagos)
<i>Aegla neuquensis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Cuenca Río Simpson (Aysén)
<i>Aegla occidentalis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Río Paicaví y Lago Llu Llu (Biobío)
<i>Aegla papudo</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Río Choapa a Río Maipo (Coquimbo, Metropolitana)
<i>Aegla spectabilis</i>	Pancora; cangrejo de agua dulce	Cuenca del Río Chol Chol (Araucanía)
PECES		
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce	Río Aconcagua- Península de Brunswick (Valparaíso, Magallanes)
<i>Cheirodon kiliani</i>	Pocha	Lago Lanalhue y al Sur Río Calle Calle (Biobío, Los Ríos)
<i>Diplomystes chilensis</i>	Tollo de agua dulce	Río Maipo a Rapel (Valparaíso, Metropolitana)
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Tollo	Ríos andinos del centro y sur de Chile (Itata, Biobío, Imperial)
<i>Diplomystes camposensis</i>	Tollo	Araucanía a Los Lagos (en cuenca Valdivia, Lago Riñihue)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grade	Aconcagua a Osorno (Valparaíso, Los Lagos)
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagrecito	Biobío a Araucanía
<i>Hatcheria macraei</i>	Bagre	Los Ríos-Aysén
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	Bagrecito	Cuenca Biobío (Biobío)
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Bagrecito	Altiplano de Arica y Parinacota, Tarapacá
<i>Trichomycterus chungarensis</i>	Bagrecito	Altiplano de Arica y Parinacota, Tarapacá
<i>Trichomycterus laucaensis</i>	Bagrecito	Altiplano de Arica y Parinacota (lago Chungará)
<i>Galaxias globiceps</i>	Puye	Los Alerces (Puerto Montt), río Cipresales (Chiloé)
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Río Itata hasta Chiloé (Biobío, Los Lagos)
<i>Brachygalaxias gothei</i>	Puye	Ríos cercanos a Talca (O'Higgins)
<i>Orestias agassii</i>	Karachi, Orestias	Altiplano de Arica y Parinacota, Tarapacá
<i>Orestias chungarensis</i>	Karachi, Orestias	Lago Chungará (Altiplano de Arica y Parinacota)
<i>Orestias laucaensis</i>	Karachi, Orestias	Río Lauca (Arica y Parinacota)
<i>Orestias parinacotensis</i>	Karachi, Orestias	Bofedal de Parinacota (Arica y Parinacota)
<i>Orestias ascotanensis</i>	Karachi, Orestias	Salar de Ascotán y Carcote (Antofagasta)
<i>Orestias piacotensis</i>	Karachi, Orestias	Laguna Piacota (Arica y Parinacota, Antofagasta)
<i>Percilia irwini</i>	Carmelita de Concepción	Región del Biobío

ANFIBIOS		
<i>Rhinoderma darwinii</i>	Ranita de Darwin del Sur	Concepción (Biobío)-Aysén
<i>Rhinoderma rufum</i>	Ranita de Darwin del Norte	Colchagua a Concepción (Maule, Biobío)
<i>Alsodes monticola</i>	Rana del monte	Aysén
<i>Alsodes valdiviensis</i>	Rana de Valdivia	Cordillera Pelada (Los Ríos)
<i>Eupsophus insularis</i>	Rana de Isla Mocha	Isla Mocha (Biobío)
<i>Eupsophus migueli</i>	Rana de Miguel	Provincia de Valdivia (costa)
<i>Eupsophus nahuelbutensis</i>	Rana de Nahuelbuta	Cordillera de Nahuelbuta (Biobío, Araucanía)
<i>Eupsophus roseus</i>	Rana rosada	Araucanía-Los Lagos
<i>Eupsophus septentrionalis</i>	Perrito del norte	RN los Queules (Maule)
<i>Eupsophus queulensis</i>	Rana de los queules	Cuenca Maule (Maule)
<i>Hylorina sylvatica</i>	Rana de la selva	Arauco- Chiloé (Biobío, Los Lagos)
<i>Insuetophrynus acarpicus</i>	Rana sin carpo	Mehuín (Los Lagos)
<i>Atelognathus ceii</i>	Rana de Ceii	La Tapera, Aysén
<i>Atelognathus grandisonae</i>	Rana de Grandison	Puerto Edén (Magallanes)
<i>Atelognathus jeinimenensis</i>	Rana de Jeinimeni	Lago Jeinemeni (Aysén)
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	Rana de Chusmiza	Chusmiza (Iquique), Antofagasta
<i>Telmatobius dankoi</i>	Rana de Danko	Las Cascadas, Calama Aantofagasta)
<i>Telmatobius fronteriensis</i>	Rana de la frontera	Puquíos, Ollagüe (Antofagasta)
<i>Telmatobius halli</i>	Sapo	Ollagüe (Antofagasta)
<i>Telmatobius pefauri</i>	Rana de Pefaur	Arica y Parinacota, Tarapacá
<i>Telmatobius philippii</i>	Rana de Phillipi	Ollagüe, Cordillera de los Andes (Antofagasta)
<i>Telmatobius vilamensis</i>	Rana de Vilama	Río Vilama (San Pedro de Atacama)
<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	Rana de Zapahuira	Zapahuira, precordillera de Arica (Arica y Parinacota)
<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana grande chilena	Coquimbo a Puerto Montt (Los Lagos)
<i>Telmatobufo australis</i>	Rana austral	Provincia de Valdivia- Osorno (Los Lagos)
<i>Telmatobufo bullocki</i>	Rana de Bullock	Cordillera de Nahuelbuta (Biobío, Araucanía)
<i>Telmatobufo venustus</i>	Rana de Venus	Altos de Vilches (Maule)-Ralco (Biobío)
VERTEBRADOS		
MAMÍFEROS		
<i>Lontra provocax</i>	Huillín	Araucanía a Aysén
AVES		
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Antofagasta-Magallanes
<i>Plegadis ridgwayi</i>	Cuervo de pantano de la Puna	Arica y Parinacota-Tarapacá
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno	Arica y Parinacota-Magallanes
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Parina grande	Arica y Parinacota-Atacama
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Parina chica	Arica y Parinacota-Atacama
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	Maule-Magallanes
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Coquimbo-Los Ríos
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	Arica y Parinacota-Los Ríos

4. 7. Distribución espacial de los objetos de conservación

4.7.1. Distribución de humedales por macrozona

En la Tabla 12 se muestra la distribución de los humedales registrados por macrozonas. Se observa que la macroregión que más humedales concentra (como frecuencia, no como superficie) es la Centro, con 330 sistemas acuáticos continentales, seguido de las macrozonas Sur y Norte Grande con 318 y 300 respectivamente. Para la macrozona Austral se registraron 162 humedales, siendo la zona Norte Chico la que registra el menor número, con 105 humedales.

Tabla 12. Representatividad de tipos de humedales dulceacuícolas en macrozonas de Chile sobre una base de datos de 1.215 humedales.

TIPOS DE HUMEDALES	MACROZONAS										Total Chile	
	Norte Grande		Norte Chico		Centro		Sur		Austral			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Albufera					1	0,3	3	0,9			4	0,3
Bañado					3	0,9	6	1,9	5	3,1	14	1,2
Bofedal- Vega de altura	102	33,9	9	8,6							112	9,2
Turbera					1	0,3			4	2,5	5	0,4
Pantano, ciénagas, pajonal y juncal	3	1			9	2,7	31	9,7	2	1	45	3,7
Delta interior							1	0,3			1	0,1
Lagunas y lagos permanentes	26	9,0	13	12,4	83	25,2	88	27,7	92	56,8	303	25,0
Laguna de altura	8	2,7									8	0,5
Lagunas costeras					3	0,9	2	0,6			5	0,4
Lagos permanentes salobres	18	6,0	3	2,9					1	0,6	22	1,8
Ríos, arroyos, cascadas permanentes	86	28,6	67	63,8	219	66,4	149	46,9	54	33,3	575	47,4
Oasis y manantiales	15	5,0	1	1,0							16	1,3
Bosque pantanoso							12	3,8			12	1,0
Salares, salinas	42	14,0	12	11,4	4	1,2					58	4,8
Vega					7	2,1	25	7,9	4	2,5	36	3,0
Total Humedales	300		105		330		318		162		1.215	

4.7.2. Lista de ecosistemas de agua dulce

Una lista de ecosistemas de agua dulce, con sus distribuciones geográficas se muestra en el Anexo 7 en archivo Excel. Se incluyen 1.215 humedales inventariados con sus correspondientes coordenadas geográficas y sus características físicas más relevantes, incluyendo la macrozona, región administrativa, provincia y comuna.

4.7.3. Espacialización de ecosistemas de agua dulce

En las siguientes figuras se muestra la espacialización de los humedales provenientes de la base de datos ya mencionada, en mapas por macrorregiones. Las coberturas en SIG de estos mapas se entregan en la carpeta cartografía de este informe final.

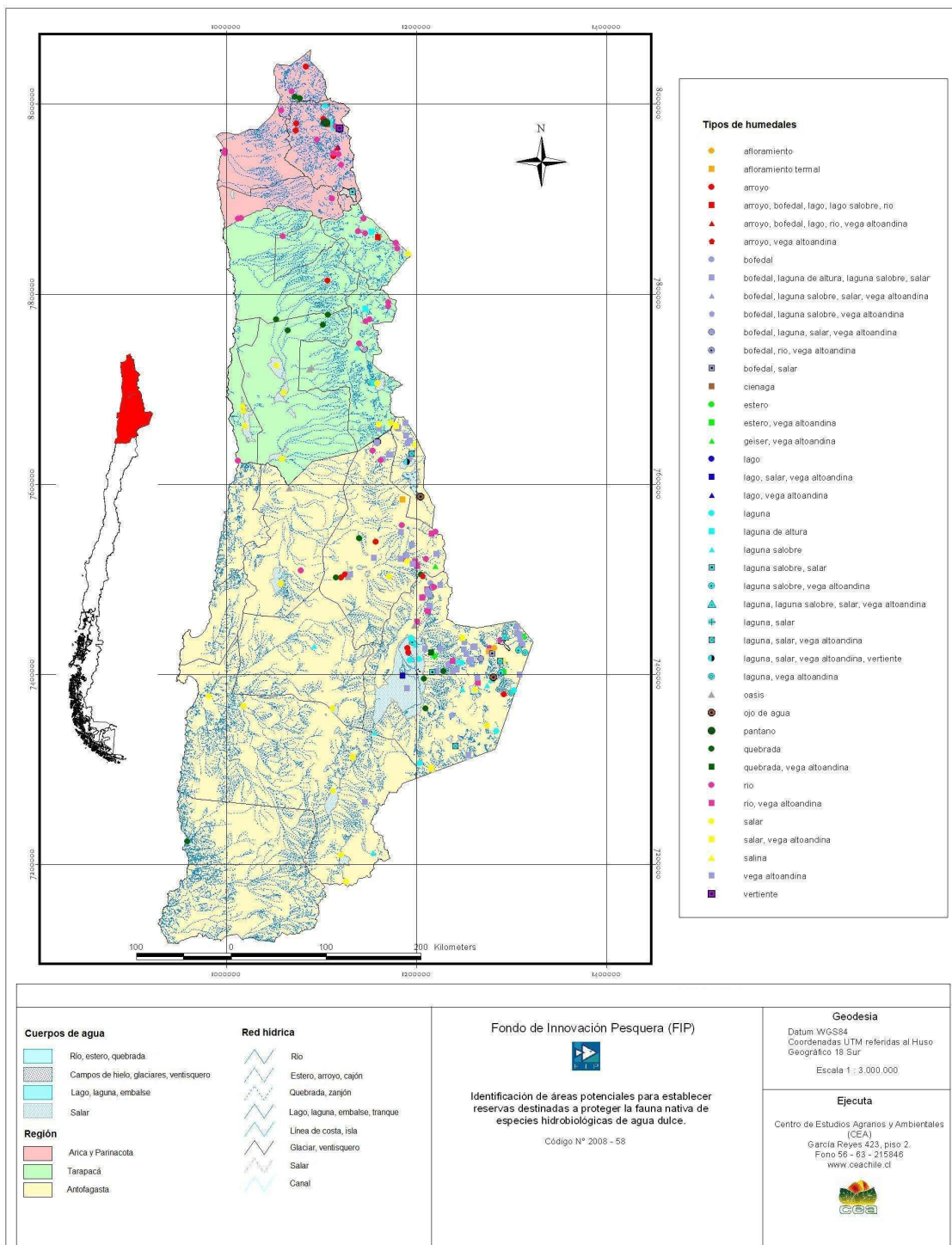


Figura 16. Humedales dulceacuícolas especializados en la macrozona Norte Grande de Chile.

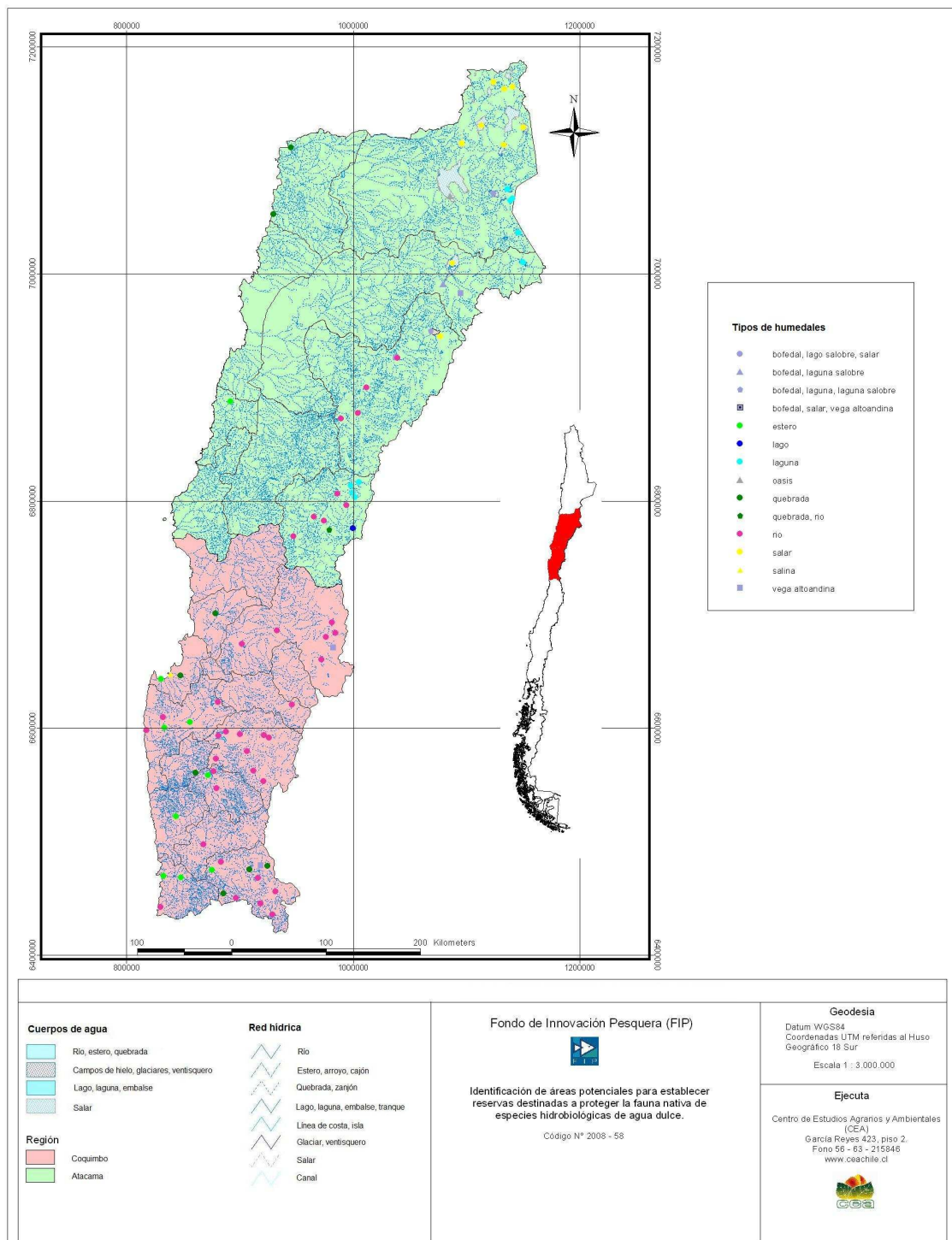


Figura 17. Humedales dulceacuícolas especializados en la macrozona Norte Chico de Chile.

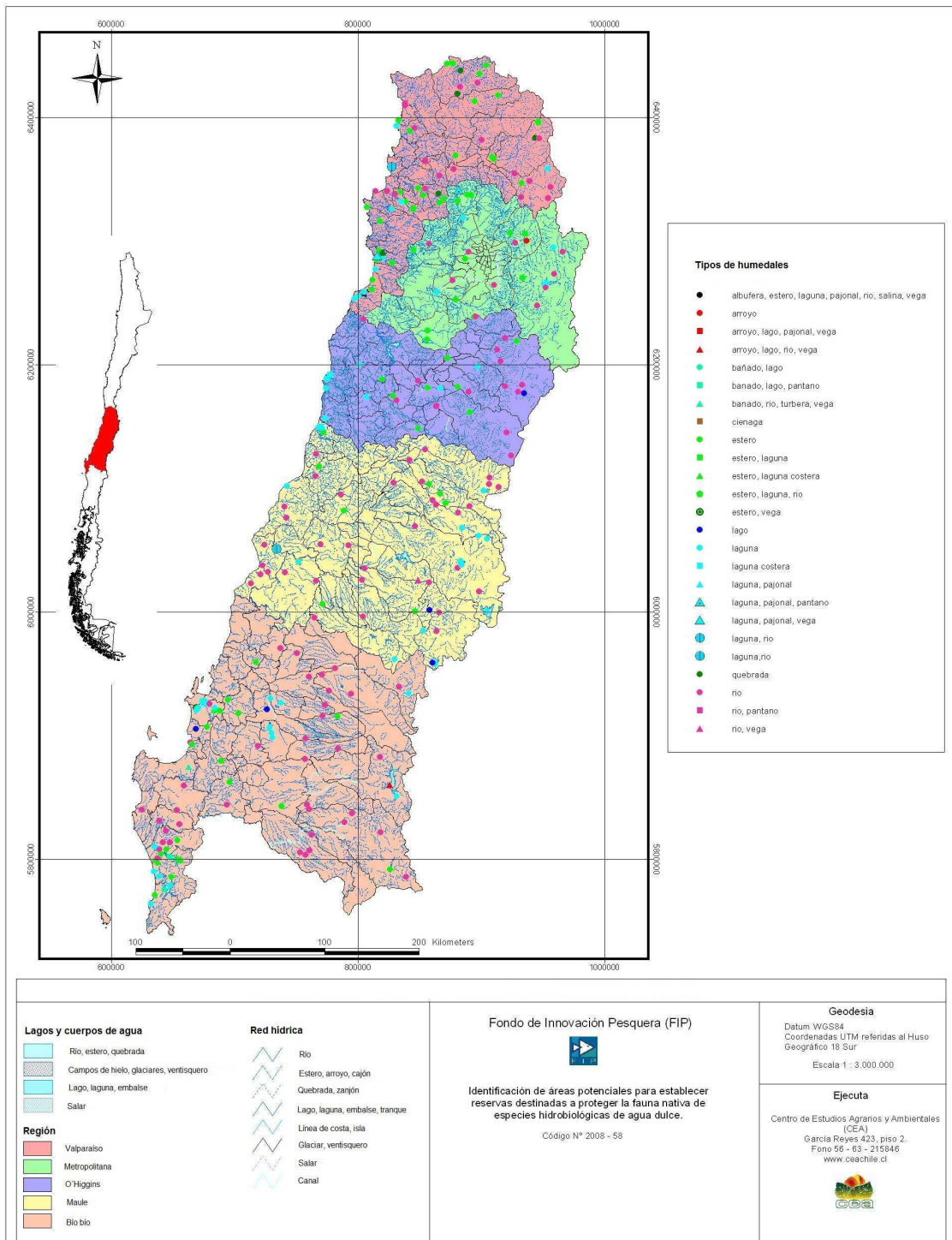


Figura 18. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Centro de Chile.

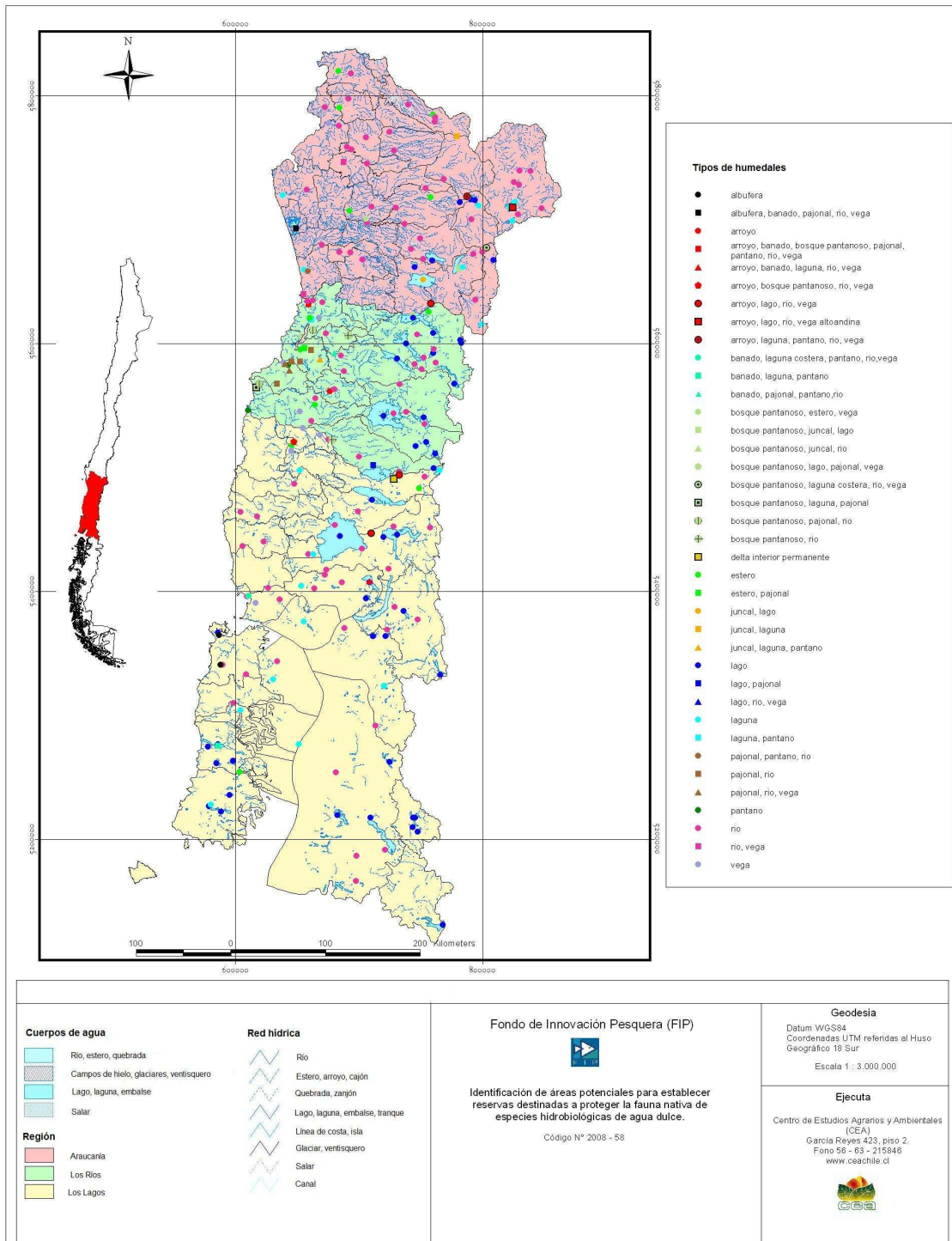


Figura 19. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Sur de Chile.

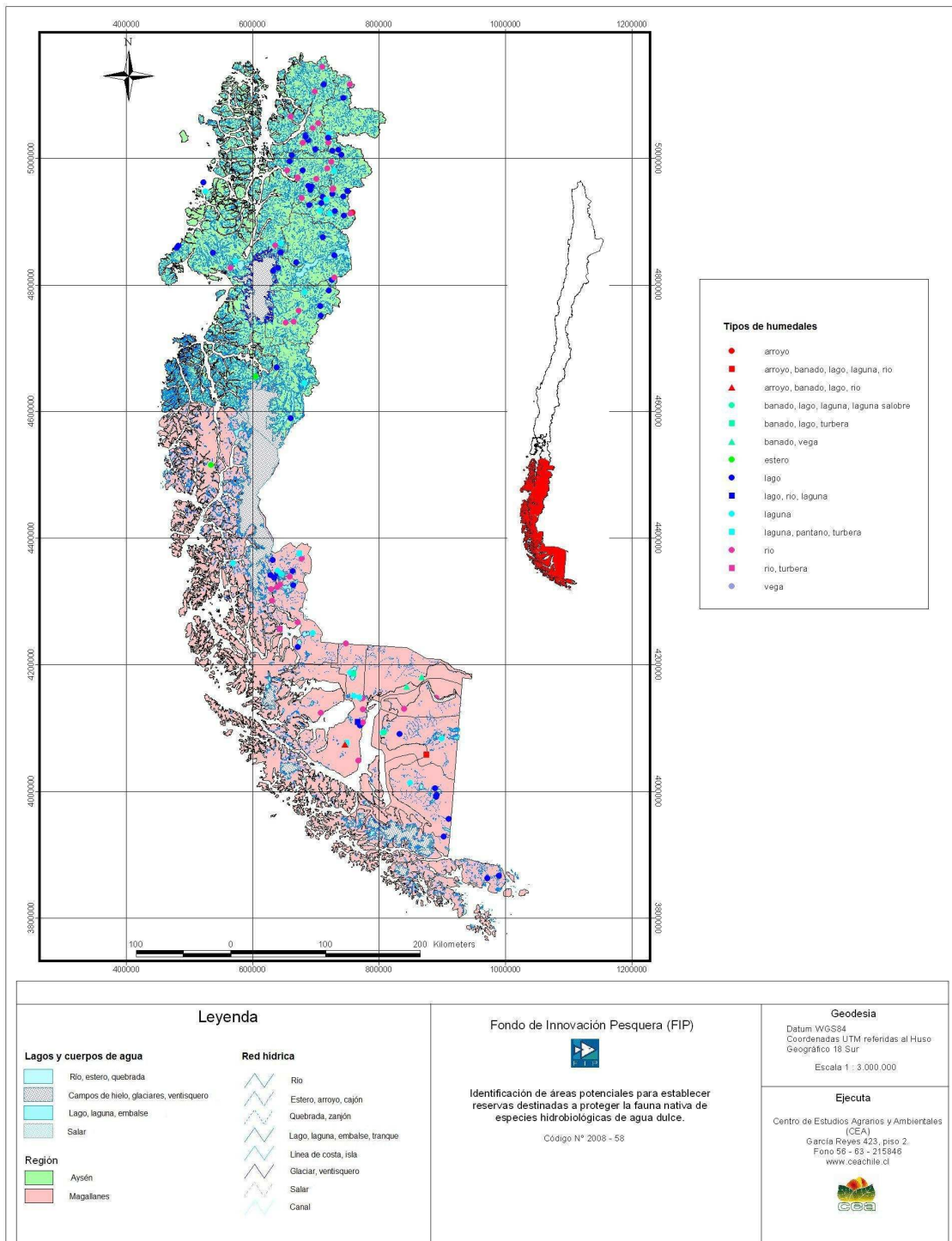


Figura 20. Humedales dulceacuícolas espacializados en la macrozona Austral de Chile.

4.8. Amenazas a los objetos de conservación

4.8.1. Conceptualización

▪ **Perturbaciones**

Desde el punto de vista ecológico una perturbación es definida como un evento que provoca el despeje de una porción de sustrato que puede ser colonizado por ciertos organismos (Dayton 1971). Por otro lado Forman & Godron (1986) definen la perturbación (también llamada disturbio) como un evento que causa un cambio significativo del patrón normal de un ecosistema. Finalmente van Andel & van den Bergh (1987) explican la perturbación como un cambio de condiciones que interfiere con el funcionamiento normal de un ecosistema. La alteración del ecosistema dependerá de la extensión, intensidad y frecuencia de esas perturbaciones. De acuerdo al tamaño, pueden clasificarse en: (a) grandes perturbaciones -cuando exceden las 10 hectáreas-, (b) medianas -cuando afectan entre una y 10 hectáreas- y (c) pequeñas -cuando son menores de una hectárea-. Según la intensidad o daño que ocasionan se pueden clasificar en: severas, medianas y leves. Aquí entenderemos una perturbación como un *evento que causa un cambio en un ecosistema modificando su funcionamiento*.

Se distinguen dos tipos de perturbaciones (*sensu* Sousa 1984): las naturales y las antrópicas (generadas por el ser humano). La primera incluye el vulcanismo, los deslizamientos de tierra, los movimientos tectónicos, las inundaciones, etc., y la segunda involucra perturbaciones derivadas de las actividades industriales, silvoagropecuarias, acuícolas y mineras no sostenibles, así como de la expansión urbana no planificada, entre otras.

▪ **Impacto ambiental**

Se entiende por impacto ambiental a la *alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada*. Dicho de otro modo un impacto ambiental es la alteración, modificación o cambio

en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Sin embargo en este documento nos referiremos sólo a los impactos negativos ocasionados por actividades humanas no sostenibles.

- **Peligro**

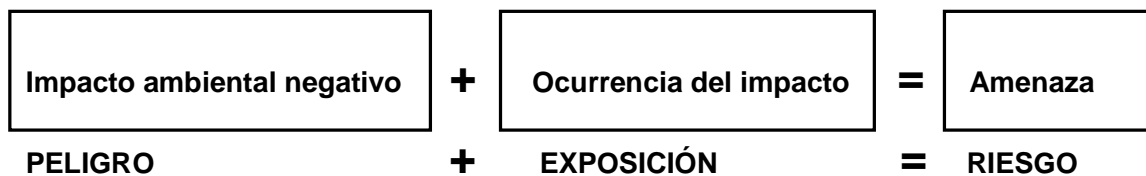
El peligro es una *contingencia o situación que hace inminente la ocurrencia de un daño al ecosistema*. Dentro de los impactos ambientales podemos considerar los negativos, como un peligro para la integridad y natural funcionamiento de los humedales como ecosistemas. Este *peligro*, entonces lo asumimos aquí, como sinónimo de impacto ambiental negativo. Este peligro puede y debe ser caracterizado y cuantificado, pero no constituye en sí un problema, ya que para que esto ocurra debe existir una *exposición* a ese peligro (que pudiera estimarse probabilísticamente).

Así, si tomamos estos conceptos *sensu lato* podemos homologar el concepto de perturbación antrópica, con su marco teórico ecológico, al de impacto ambiental, y éste al de peligro. De este modo podemos evaluar, ponderar y clasificar esas perturbaciones (véase Sousa 1984), pero al vincular ambos conceptos orientamos el análisis de las perturbaciones/impactos/peligros a un problema claramente enfocado al tema de la biodiversidad, que necesita un sustento en la teoría ecológica, pero también un enfoque orientado a la gestión institucional de la biodiversidad. Considerar la diferencia entre perturbación e impacto ambiental será útil más adelante, cuando analicemos el nivel de desagregación de los impactos.



▪ **Riesgo o amenaza**

De este modo, cuando existe un impacto ambiental (es decir un peligro), claramente identificado y medido y además existe exposición, estamos frente a un riesgo. Es decir, el riesgo es peligro+exposición. Aquí entendemos como homólogo el concepto de riesgo (peligro+exposición) con el de amenaza (impacto ambiental negativo+ocurrencia del impacto).



En resumen podemos decir, prácticamente lo mismo, pero de dos formas:

- *existe amenaza sobre un humedal cuando la ocurrencia de impactos ambientales negativos es alta.*
- *existe riesgo ecológico sobre un humedal cuando existe exposición al peligro.*

Así una perturbación o impacto ambiental puede convertirse, según su ocurrencia o exposición, en una amenaza o riesgo ecológico.

▪ **Proceso inducido**

Un proceso inducido es un *conjunto de actividades y procedimientos que el ser humano realiza de forma no sostenible en la obtención de bienes, productos y servicios*. Estos procesos inducidos generan diferentes *perturbaciones*, es decir causan un cambio en el humedal modificando su funcionamiento. A su vez estas

perturbaciones generan diferentes impactos ambientales que alteran específicamente uno o varios componentes del humedal.

Por ejemplo una población de peces nativos de un río (componente del humedal) puede aumentar significativamente su mortalidad por la disminución del oxígeno del agua (impacto ambiental), ocasionada por la eutrofización, a su vez provocada por la contaminación difusa por agroquímicos (perturbación) los que son arrastrados por la escorrentía superficial desde la cuenca hidrográfica. Estos provienen de las actividades silvoagropecuarias, acuícolas industriales y/o urbanas (procesos inducidos) Figura 21. Como se verá más adelante un proceso inducido puede generar más de una perturbación, y ésta más de un impacto ambiental (Tabla 1).

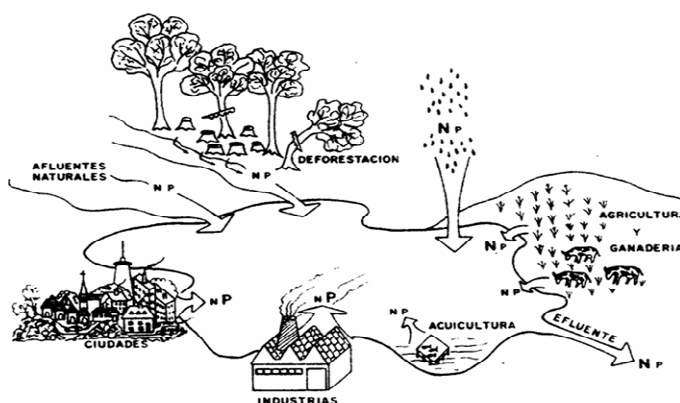


Figura 21. Influencia de la actividad silvoagropecuaria, acuícola, industrial y urbana (procesos inducidos) en la eutrofización (perturbación) que afecta un humedal lacustre del sur de Chile.

▪ Un humedal en riesgo

Los humedales pueden estar sometidos a peligros (impactos ambientales), lo que puede dañar su estructura y funcionamiento. Cuando esto ocurre hablamos de un

humedal en riesgo (o tensionado *sensu* Brown & Lugo 1994), ya que ese sistema no puede funcionar normalmente por estar sometido a estímulos externos (peligros o impactos ambientales).

Un humedal en riesgo puede perder total o parcialmente sus funciones (productividad, interacciones bióticas y abióticas, regulación hídrica, etc.) y su estructura (organización espacial de las especies, número de especies, estado de las poblaciones, etc.).

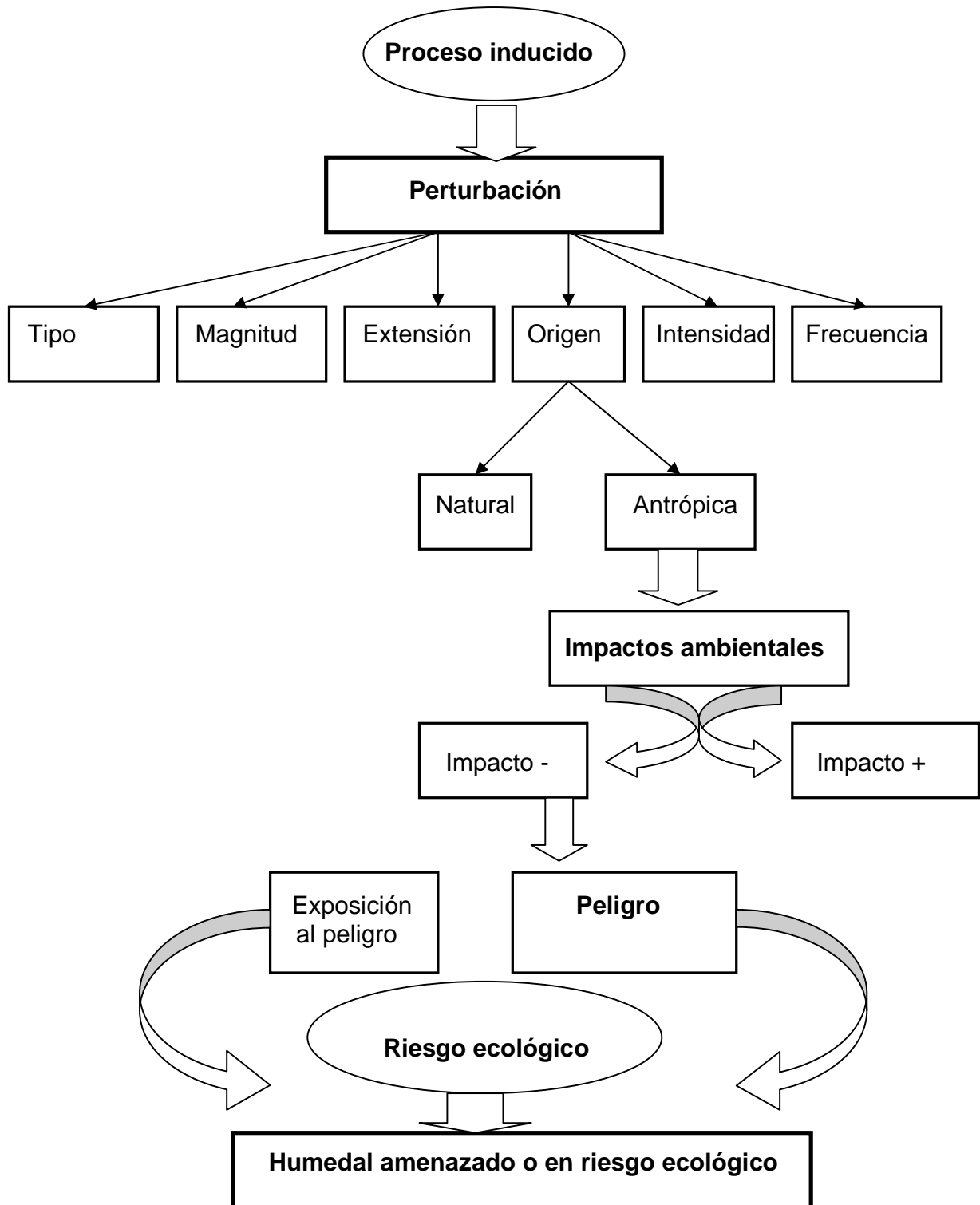
Un humedal entra en riesgo debido a los ya mencionados *procesos inducidos* por el ser humano (e.g., expansión urbana, ampliación de la minería, producción silvoagropecuaria o acuícola, etc.).

Las perturbaciones y sus impactos ambientales asociados son una presión que genera daño estructural y/o funcional lo que disminuye su viabilidad ecológica. Un ecosistema viable es aquel que mantiene sus factores ecológicos clave dentro de sus rangos naturales de variabilidad. Respecto a la biodiversidad, la pérdida o modificación de hábitats provocada por las actividades humanas no sostenibles es la causa principal de su disminución. Esta pérdida puede ser total (destrucción de hábitat) o parcial, en este último caso se habla de degradación del hábitat (pérdida de algunas especies, de interacciones ecológicas y procesos ecosistémicos). Entre ambos extremos existe una gama de posibilidades que va desde la pérdida de algunas especies, estructuras y funciones hasta la transformación completa del hábitat (Primack et al. 2001), incluyendo los casos en que el sistema es capaz de recuperarse de acuerdo a su capacidad de resiliencia.

Los humedales son regulados principalmente por factores como el caudal, las condiciones climáticas y los nutrientes. Sin embargo, no todos estos factores tienen la misma importancia como factor regulador de la estructura y funcionamiento de los humedales. Según (CEA 2007) son más relevantes los factores físicos como el caudal y el clima, en segundo término los químicos, como

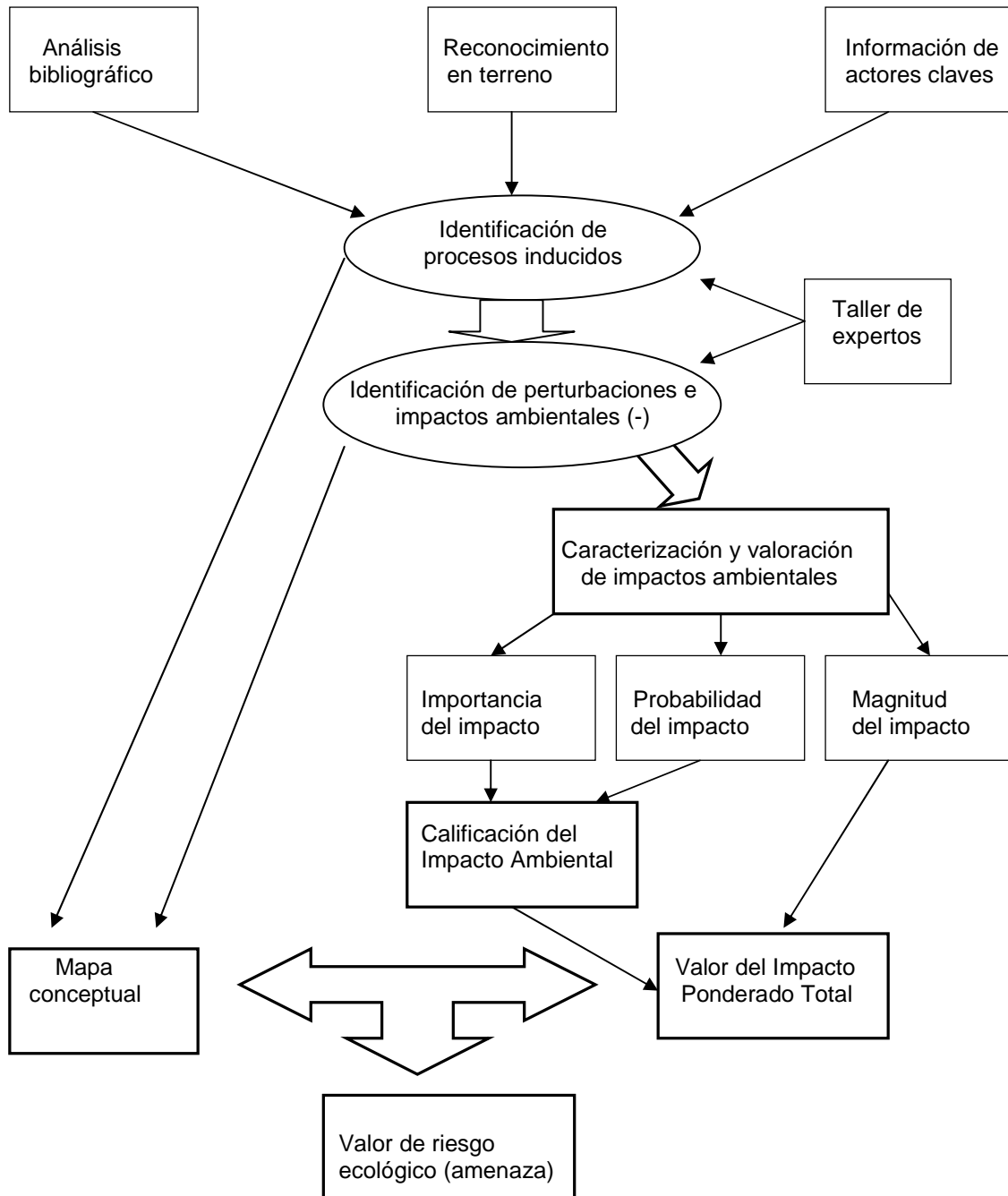
los nutrientes, y en tercer lugar los biológicos, sin embargo dada la alta variabilidad esto debe ser analizado caso a caso. Ahora, si estos factores cambian, independientemente de su jerarquía, y si este cambio va más allá de las variaciones naturales en un humedal (e.g., variación estacional del caudal) estamos en presencia de un humedal perturbado. Si se ha evaluado el régimen y exposición del impacto, será un humedal amenazado.

Figura 22. Diagrama de la relación perturbación-amenaza.



4.8.2. Evaluación de amenazas

La siguiente figura muestra la secuencia metodológica completa para evaluar las amenazas sobre un humedal bajo estudio. Esta secuencia se desarrolla conduciendo a los mapas conceptuales y a la valoración de las amenazas.



4.8.3. Metodología para elaborar mapas conceptuales de riesgo

Los mapas conceptuales son representaciones gráficas de información que esquematizan los procesos derivados de las actividades humanas que ocasionan perturbaciones o impactos que actúan sobre los sistemas acuáticos continentales.

La elaboración de mapas conceptuales sigue el esquema de la Figura 23, y requiere de información completa que se obtiene mediante diversos procedimientos, tales como: (a) el análisis bibliográfico, (b) el reconocimiento y observación en terreno, (c) los resultados de las encuestas a población aledaña y (c) las entrevistas a informantes claves, los que permiten identificar los procesos inducidos y la identificación de perturbaciones e impactos que concluye en la representación del mapa conceptual.

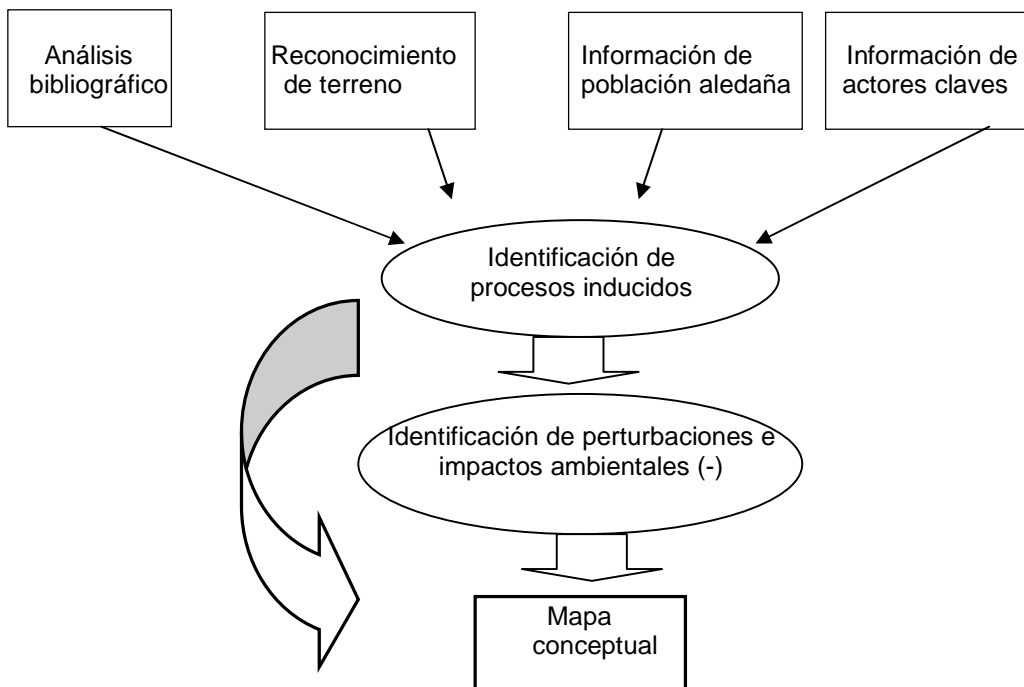


Figura 23. Esquema metodológico para la elaboración de mapas conceptuales.

a. Análisis bibliográfico

Para iniciar y potenciar la búsqueda de información se recurre a información secundaria, desde la cual se proporciona la información de uso de suelo en el área de estudio. El análisis de fuentes secundarias incluye informes de consultorías, documentos proporcionados por servicios públicos y publicaciones científicas entre otras existentes en relación al territorio.

b. Reconocimiento y observación en terreno

En terreno se identifican los siguientes aspectos: cubierta vegetal presente en el área, usos productivos, presencia de urbanizaciones, actividad industrial y otros elementos que revelen ocupación y usos del terreno, idealmente en el marco de un análisis de cuenca hidrográfica.

c. Actores e informantes clave

Están representados por personas externas que pueden intervenir directa o indirectamente y actual o potencialmente en el territorio (informantes clave). Se deben distinguir: a) los usuarios directos del área, y b) representantes de establecimientos educacionales, corporaciones que se relacionan con ésta, unidades municipales, además de servicios públicos de nivel provincial y regional. A estos actores se les puede aplicar una encuesta y entrevista. En el primer caso la encuesta se centra en determinar la actividad productiva del entrevistado, la identificación de sitios con algún valor especial, la identificación de cambios ambientales en el último tiempo y las causas de los cambios ambientales negativos. En el segundo caso la entrevista, que corresponde básicamente a un "sondeo de opinión", pretende conocer las opiniones de los diferentes actores ante la conservación del área, aportando con aspectos como la determinación de las actividades de mayor impacto, las amenazas presentes y potenciales, la necesidad de estudios y programas a desarrollar, la definición de áreas de restauración o de protección, entre otros aspectos. La información recabada por las entrevistas debe ser analizada cuantitativa y cualitativamente.

d. Identificación de procesos inducidos y perturbaciones asociadas

Con la información registrada, analizada y sistematizada se elabora un documento preliminar identificando los procesos inducidos que actúan sobre el humedal bajo estudio. Luego se asignan los impactos ambientales negativos asociados a ese proceso. Este paso debe validarse con un taller de especialistas. Una lista de procesos inducidos con sus impactos asociados se muestra en la siguiente tabla (Tabla 13).

Tabla 13. Procesos inducidos e impactos ambientales negativos asociados que potencialmente afectan a humedales en Chile.

PROCESOS INDUCIDOS	PERTURBACIONES	IMPACTOS AMBIENTALES (-)
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
Aumento del área urbana	Alteración del caudal ecológico	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación por aguas servidas	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación bacteriológica del agua	alteración de la biodiversidad acuática
	Destrucción de cajas de ríos por extracción de áridos y obras de contención	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Drenaje de humedales	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Relleno de humedales	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Ampliación y mejora de la red vial	Modificación de las cajas de río con fines de contención de crecidas	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Pesca y caza de especies nativas	alteración de la biodiversidad acuática
	Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación acústica y visual	alteración de la biodiversidad acuática
ACTIVIDAD TURÍSTICA Y RECREACIONAL		
Aumento del flujo de turistas	Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación acústica (ahuyentamiento de especies)	alteración de la biodiversidad acuática
Aumento residencias secundarias	Contaminación bacteriológica del agua	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación acústica y visual	alteración de la biodiversidad acuática
ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y ENERGÉTICA		
Inadecuado manejo de residuos líquidos	Contaminación puntual superficial	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación difusa por metales	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación difusa por sales	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación por aguas servidas	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación bacteriológica del agua	alteración de la biodiversidad acuática
	Eutrofización	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Inadecuado manejo de residuos sólidos	Vertido de escombros	alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación por desechos sólidos	alteración de la biodiversidad acuática
Aumento del consumo de agua	Alteración del caudal ecológico	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Drenaje de humedales	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Obstrucciones por actividad minera	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática

Explotación de minerales	Drenaje de humedales	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Modificaciones por actividad minera	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Instalación de represas, embalses y canalizaciones	Efecto barrera (embalses, tranques relaves, caminos)	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Disminución de la heterogeneidad del cauce	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Fragmentación del humedal	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
ACTIVIDAD SILVOAGROPECUARIA Y ACUÍCOLA		
Monocultivo forestal en la cuenca	Contaminación difusa por agroquímicos	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Alteraciones patrones de sedimentación en ríos y lagos	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Alteración del rendimiento hídrico	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Embankamiento de ríos o lagos por sedimentación	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Actividad agrícola en la cuenca	Contaminación difusa por agroquímicos	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Destrucción de humedales (ley 18.450 de 1985)	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Obstrucción de ríos por actividad agrícola	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Baja capacidad infiltración de suelos por pérdida de vegetación	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Embankamiento de ríos o lagos por sedimentación	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Eutrofización	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Actividad ganadera	Contaminación difusa por agroquímicos	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación bacteriológica de cursos de agua superficiales	alteración de la biodiversidad acuática
	Eutrofización	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática
Salmonicultura en aguas continentales	Contaminación difusa por antibióticos	pérdida de funcionalidad ecosistémica
	Introducción de especies	alteración de la biodiversidad acuática
	Contagio de enfermedades desde la fauna alóctona hacia la fauna autóctona	alteración de la biodiversidad acuática
	Eutrofización	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del humedal alteración de la biodiversidad acuática

Aumento del área urbana

Las ciudades están, mayoritariamente, en un proceso de expansión constante. Son múltiples las perturbaciones e impactos ambientales negativos que generan, en parte por falta de planes reguladores que incorporen debidamente a los humedales y en parte por simple ignorancia

hacia estos ecosistemas. Las perturbaciones identificadas que este proceso genera son: (a) alteración del caudal ecológico, (b) contaminación superficial por aguas servidas, (c) contaminación bacteriológica del agua, (d) destrucción de cajas de ríos para extracción de áridos destinados a la construcción, y (e) drenaje y relleno de humedales.

Ampliación y mejora de la red vial

Este proceso es notorio en Chile. En cada década la red vial se incrementa y mejora, entendida como construcción de vías más rápidas, seguras y de mayor flujo de pasajeros. Esto implica que cada vez son menos los sitios rurales inaccesibles, por lo tanto los humedales de cualquier tipo tienen más riesgo, ya que aumenta la exposición por el acceso que proporciona la red vial, a peligros como: (a) pesca y caza ilegal de especies nativas, (b) emisión de residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas y (c) contaminación acústica por vehículos, equipos y personas que afectan, especialmente a cierta fauna silvestre acuática de vertebrados (e.g., aves y mamíferos). Un ejemplo es el acceso a diversos humedales de la provincia de Palena por la apertura de la carretera austral.

Aumento del flujo de turistas

Consecuencia de la mayor valoración y extensión de las demandas por tiempo de ocio y recreación, el flujo de turistas se ha incrementado sosteniblemente. Este proceso no sólo incluye a los turistas formales que acuden a hoteles, hostales, cabañas o camping establecidos y regulados en áreas rurales cercanas a humedales, sino que también a los turistas informales, caminantes, excursionistas o campistas espontáneos, que ocupan sin regulación ambientes de este tipo. En ambos casos es altamente probable que ocurran perturbaciones tales como: (a) emisión de residuos líquidos y sólidos domésticos hacia los humedales, y (b) contaminación acústica. Un ejemplo de ello son los humedales como los de Mantagua, en la región de Valparaíso.

Aumento de las residencias secundarias

Por causas similares al proceso anterior, pero sumado al incremento de los niveles de vida de la población, se ha acelerado la demanda de muchos ciudadanos que aspiran a una residencia secundaria, normalmente emplazada cerca o junto a un humedal (e.g., lago, laguna, albufera, playa). Esto ha causado, en varios casos, la aparición de diversas perturbaciones tales como: (a) contaminación bacteriológica de cursos de agua, (b) contaminación acústica por tráfico, equipos de música, bullicio y embarcaciones de diversos tipos que alteran el hábitat de aves y mamíferos acuáticos. Un ejemplo de ello se da en la ribera sur del lago Villarrica, en la región de La Araucanía.

Inadecuado manejo de residuos líquidos

El manejo de los residuos industriales líquidos (RILES) ha sido y es un problema ambiental importante en Chile. La falta de legislación (e.g., normas secundarias para cada cuenca), de fiscalización, de ética e información ambiental en los propietarios de muchas empresas, ocasionan el vertido, voluntario e involuntario, de RILES sobre los humedales. Esto, junto a la extracción excesiva de agua, son los factores de mayor riesgo. Las perturbaciones más relevantes identificadas son: (a) contaminación puntual del cuerpo de agua, (b) contaminación difusa por metales, (c) contaminación difusa por sales, (d) contaminación por aguas servidas, (e) contaminación bacteriológica del agua y (f) eutrofización del cuerpo de agua. Un ejemplo de este proceso es el impacto de plantas de celulosa sobre humedales (e.g., río Cruces y su sitio Ramsar, río Mataquito, bahía de Arauco).

Inadecuado manejo de residuos sólidos

La falta de vertederos debidamente autorizados, para la disposición final de residuos sólidos que no son retirados por los servicios de recolección urbana de basura, por ejemplo en los sectores rurales, o que provienen de diversos procesos industriales, determina que éstos sean depositados en humedales,

especialmente aquellos de fácil acceso como quebradas y orillas de ríos. Las perturbaciones ocasionadas son: (a) vertido de escombros, y (b) contaminación de ríos por desechos sólidos. En ambos casos su efecto pareciera ser puntual, sin embargo, es probable que sus consecuencias sean considerables, ya que son muy recurrentes en todas partes del país.

Aumento del consumo de agua

El crecimiento de la población, la expansión industrial, especialmente minera y el aumento en la calidad (al menos en la cantidad) de vida de los habitantes lleva aparejado un incremento en el consumo de agua *per capita*. Esto trae consigo perturbaciones a los humedales, tales como: (a) alteración del caudal ecológico de los cuerpos de agua afectados, (b) drenaje de humedales para captar agua y (c) obstrucción de ríos para extraer agua para la actividad minera. El criterio de caudal ecológico ha sufrido diversas modificaciones en la normativa actual, mejorando sus alcances, sin embargo dista todavía de ser un instrumento que aborde la conservación del medio acuático a un nivel ecosistémico. En este sentido uno de los puntos más importantes y criticados en el sistema de gestión chileno es la inexistencia de un manejo integrado de los recursos hídricos a nivel de cuencas (Orrego 2002). Aún cuando se están encaminando esfuerzos en mejorar esto, como con la creación de una estrategia nacional de cuencas, por una parte se administran los ríos por secciones lo que hace muy difícil conservar con un enfoque ecosistémico y por otra, existe una gestión sectorizada de las aguas con respecto a otros factores, que pueden afectar los ecosistemas acuáticos. Entre ellos puede mencionarse la gestión del uso de suelo, los cambios ocasionados a las características geomorfológicas por canalizaciones, el aprovechamiento de napas subterráneas y la conservación de vegetación ripariana, entre otros, por lo que difícilmente se logrará la conservación de los ecosistemas a pesar de mantener un caudal ecológico. Teniendo en consideración que existen otros métodos, como los holísticos que basan su objetivo de conservación en el ecosistema, su valor económico y cultural y considera en los componentes

del flujo hídrico su magnitud, duración y predictibilidad, consideramos que mientras estos criterios no sean aplicados y se defina el caudal ecológico para cada río sobre antecedentes provenientes de investigaciones y criterios de expertos, persiste la amenaza de “alteración de caudal ecológico”. Como ejemplo están los bofedales del norte grande, donde el mayor impacto está en el uso consuntivo del agua, tanto superficial como subterránea. Este uso está degradando fuerte y aceleradamente humedales andinos desecándolos, poniendo en peligro la integridad de su biodiversidad y la existencia de las comunidades indígenas (DGA 2001).

Explotación de minerales

Esta actividad está estrechamente asociada a ciertos humedales como turberas, salares y salinas, ocasionándose perturbaciones como drenaje y otras modificaciones físicas en estos humedales que pueden afectar su extensión, provocar compactación por tránsito de maquinaria pesada, entre otras y en el caso de las primeras, la destrucción total del sistema acuático.

Instalación de represas, embalses y canalizaciones

Otra alteración en los cursos fluviales, es la construcción de represas y las canalizaciones, que alteran los ciclos de inundación y caudal (Stanford et al. 1996), los patrones migratorios de los peces y el flujo génico de metapoblaciones. Las canalizaciones restringen los ríos a su canal principal, restándole heterogeneidad al cauce. Su propósito es reducir el riesgo de inundaciones, las que son percibidas únicamente como fenómenos catastróficos, sin embargo se olvida su función ecológica, en el movimiento y reproducción de especies, entre otros cambios (Jenkins & Boulton 2007). La destrucción de las riberas origina ríos homogéneos que han perdido su biodiversidad al simplificar los procesos fluviales (Hauer & Lorang 2004). De esta forma las perturbaciones son (a) efecto barrera y fragmentación (embalses, tranques relaves, caminos, y (b) disminución de la heterogeneidad ambiental de los cauces. La fragmentación se define como la

ruptura de la continuidad y reducción del hábitat, este proceso conlleva a la formación de parches cuyos orígenes los definen como: perforación, disección, fragmentación, reducción y eliminación.

Monocultivo forestal en la cuenca

La actividad forestal involucra la remoción de la cubierta vegetal nativa (deforestación) y su sustitución con especies exóticas (reemplazo vegetal). La sustitución de la vegetación nativa altera el patrón de aportes alóctonos de materia orgánica al ecosistema acuático. El impacto de los cambios de cobertura vegetal sobre el rendimiento hídrico es muy importante en cuencas de mediano y pequeño tamaño (Cuevas et al. 2006), conllevando a una reducción del drenaje superficial y subsuperficial que alcanzan los esteros (Otero et al. 1994; Putuhena & Cordery 2000), y al agotamiento prematuro de las reservas de agua del suelo (Oyarzún et al. 2005). Por otro lado, la alteración del suelo que provoca la cosecha forestal aumenta el arrastre de sedimentos hacia los ríos y la erosión (Otero et al. 1994). Así, las actividades forestales desarrolladas en una cuenca, especialmente aquellas asociadas al monocultivo de especies exóticas, generan las siguientes perturbaciones al ambiente acuático: (a) contaminación difusa por agroquímicos, (b) alteraciones de patrones de sedimentación en ríos y lagos, (c) alteración de rendimiento hídrico y (d) embancamiento de ríos o lagos por sedimentación.

Actividad agrícola en la cuenca

La actividad agrícola afecta a los humedales de diversas formas. Por un lado promueve su drenaje para incorporar sus suelos al uso agrícola y por otro los afecta por la exportación de agroquímicos hacia los cursos de agua. El manejo forestal, agrícola y/o ganadero involucra importantes aportes de nutrientes producto de la aplicación de fertilizantes (Oyarzún & Huber 2003). Sin embargo, la amenaza más grave es el drenaje de humedales, ya que esta actividad es apoyada e incentivada financieramente por el Gobierno de Chile a través del decreto ley 701 sobre fomento forestal de 1974 y de la ley

18.450 de fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje, de 1985. Esta última consiste en un programa de subsidios, en el que el Estado puede llegar a financiar hasta el 75% de una obra de transformación de un humedal en un área apta para la agricultura. Originalmente estaba planeada para mantenerse en vigor sólo durante ocho años, fue modificada en 1994, ampliando su vigencia hasta el 31 de diciembre de 1999 y, posteriormente, hasta el 1 de enero del 2010. El decreto ley 701 fomenta la destrucción de ñadis a cambio de una bonificación por transformar esas tierras en predios forestales, situación que podría modificarse con la promulgación de la nueva ley de fomento y recuperación de bosque nativo. Así en la actividad agrícola se identifican las siguientes perturbaciones: (a) contaminación difusa por agroquímicos, (b) destrucción de humedales por drenaje, (c) obstrucción de ríos por actividad agrícola, (d) disminución de la capacidad de infiltración de suelos por pérdida de la cubierta vegetal, (e) embancamiento de ríos o lagos por sedimentación y (f) eutrofización.

Actividad ganadera

A la actividad ganadera intensiva se asocian las siguientes perturbaciones: (a) contaminación difusa por agroquímicos, (b) contaminación bacteriológica de cursos de agua superficiales, y (c) eutrofización.

Acuicultura en aguas continentales en la cuenca

Si bien la acuicultura tiene su mayor expresión en ambientes marinos, no es despreciable la que se realiza en ríos y lagos del centro y sur de Chile. Sus efectos se asocian a las de todo cultivo intensivo en cuanto a adición de energía en la forma de alimento artificial, antibióticos y al potencial efecto adverso del escape de las especies en cultivo sobre las demás especies, especialmente los peces nativos. Estas especies han colonizado exitosamente los ambientes de reproducción, crianza y alimentación de las especies nativas, desplazándolas en la mayor parte de los sistemas hídricos. Las perturbaciones de la acuicultura continental pueden resumirse en: (a)

contaminación difusa por antibióticos, (b) introducción de especies, (c) contagio de enfermedades desde la fauna alóctona hacia la fauna autóctona y (d) eutrofización por aporte de materia orgánica.

f. Mapas conceptuales

Con toda la información recopilada se elabora el mapa conceptual, que interrelaciona mediante óvalos y flechas una estructura de proposiciones que contienen las ideas más importantes del tema. En éste los conceptos más importantes se ubican arriba (causas u orígenes de las perturbaciones/impactos), desprendiéndose hacia abajo los efectos, es decir, las perturbaciones/impactos propiamente tales. Todos los componentes están unidos con líneas ya que representan factores interconectados. En la siguiente figura se muestra un mapa conceptual para el oasis de Calama, con los factores que afectan el ecosistema acuático.

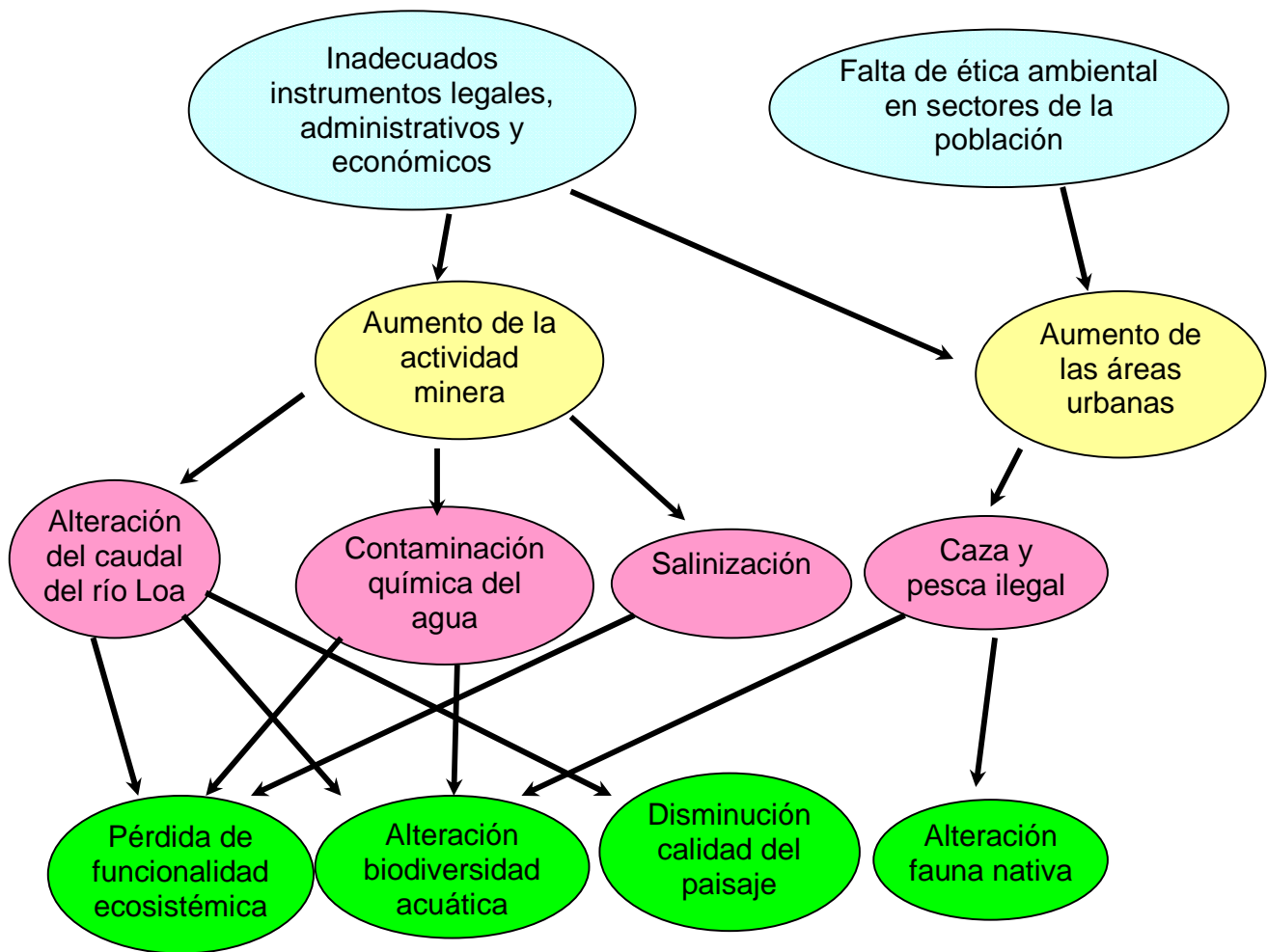


Figura 24. Mapa conceptual para el humedal oasis de Calama. Se muestran los procesos inducidos (óvalos de color amarillo), sus perturbaciones (óvalos morados) y los impactos ambientales (óvalos verdes). En la parte superior se presentan las causas determinantes que explican el mapa conceptual en su conjunto (óvalos celestes).

A partir de la identificación de los procesos inducidos, perturbaciones e impactos que potencialmente afectan a los sistemas acuáticos continentales se elaboraron mapas conceptuales para cada tipo de humedal.

g. Mapas conceptuales de riesgo para cada tipo de humedal

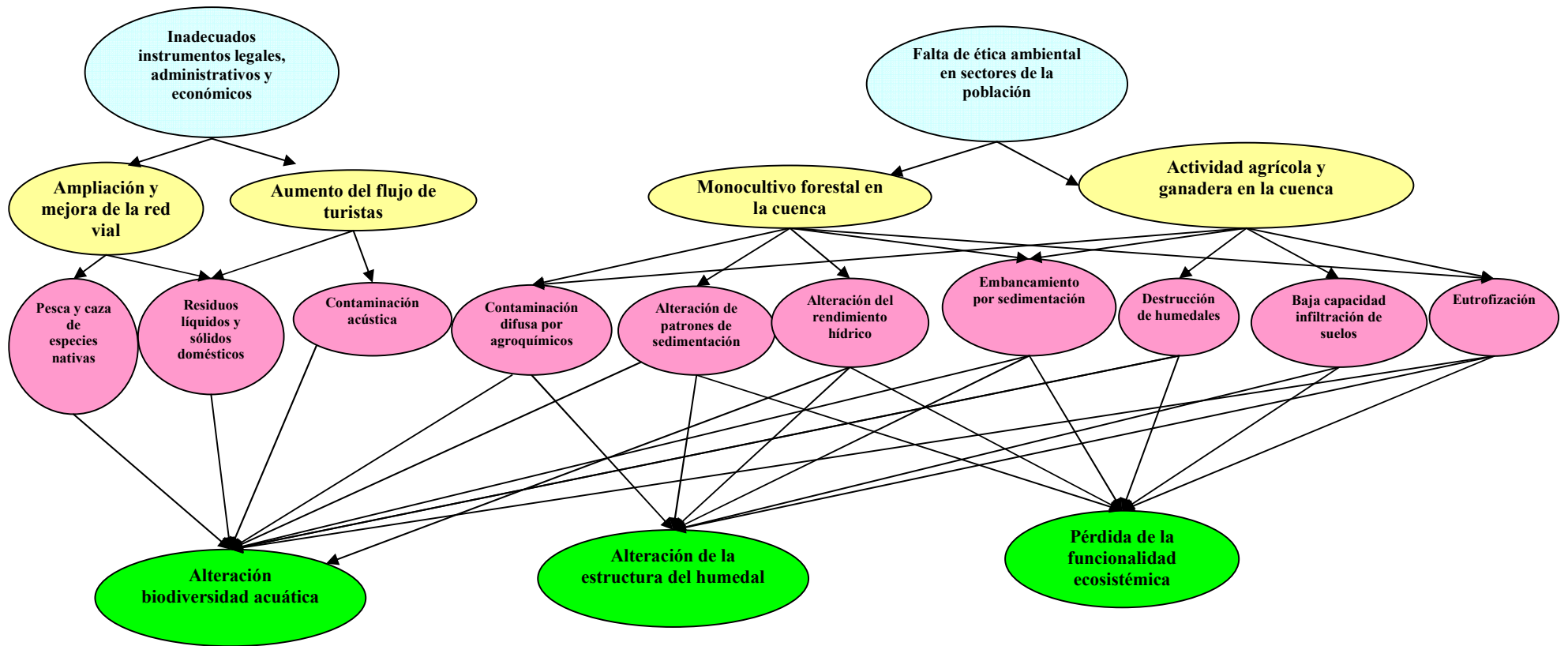


Figura 25. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una albufera en la zona centro sur de Chile.

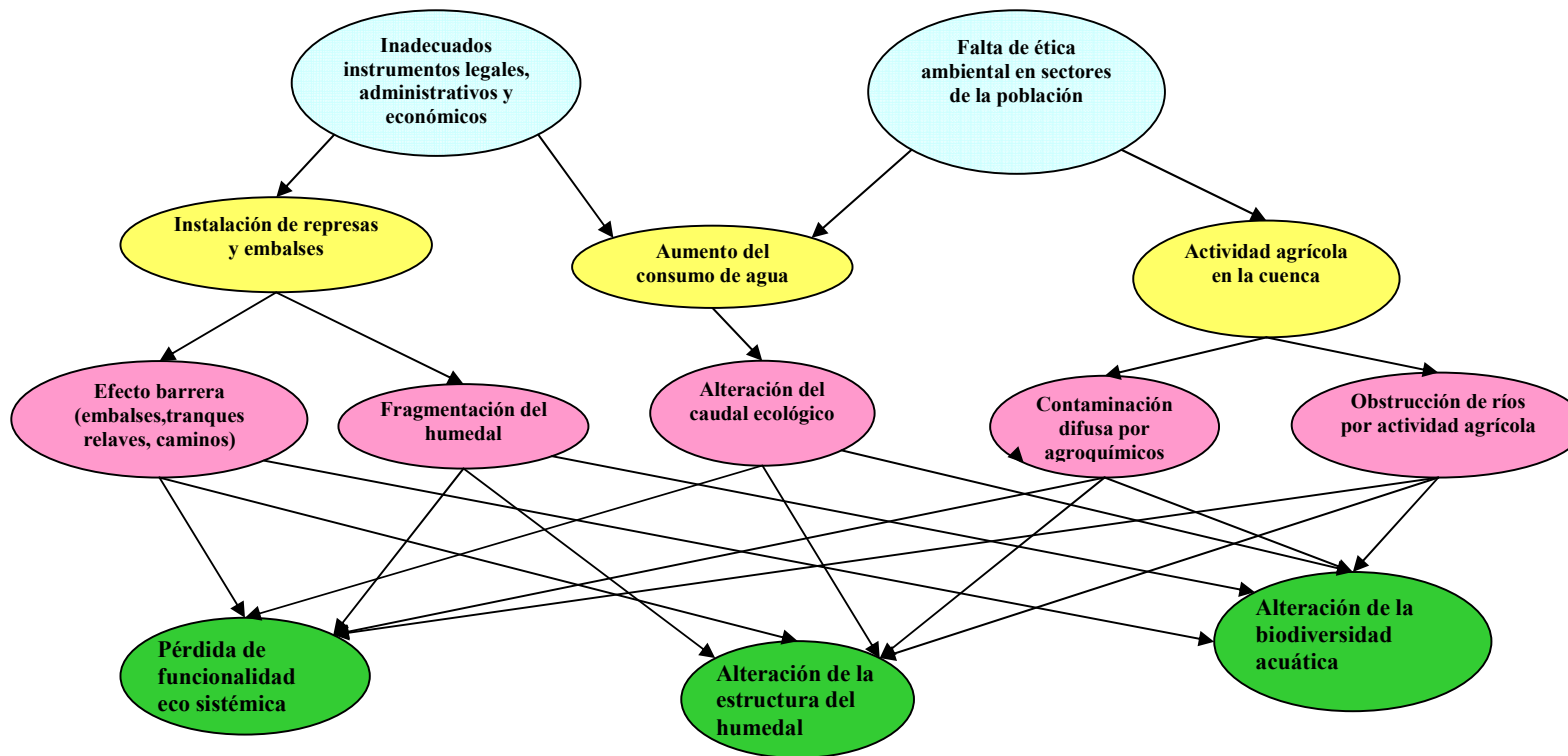


Figura 26. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un oasis de la zona norte.

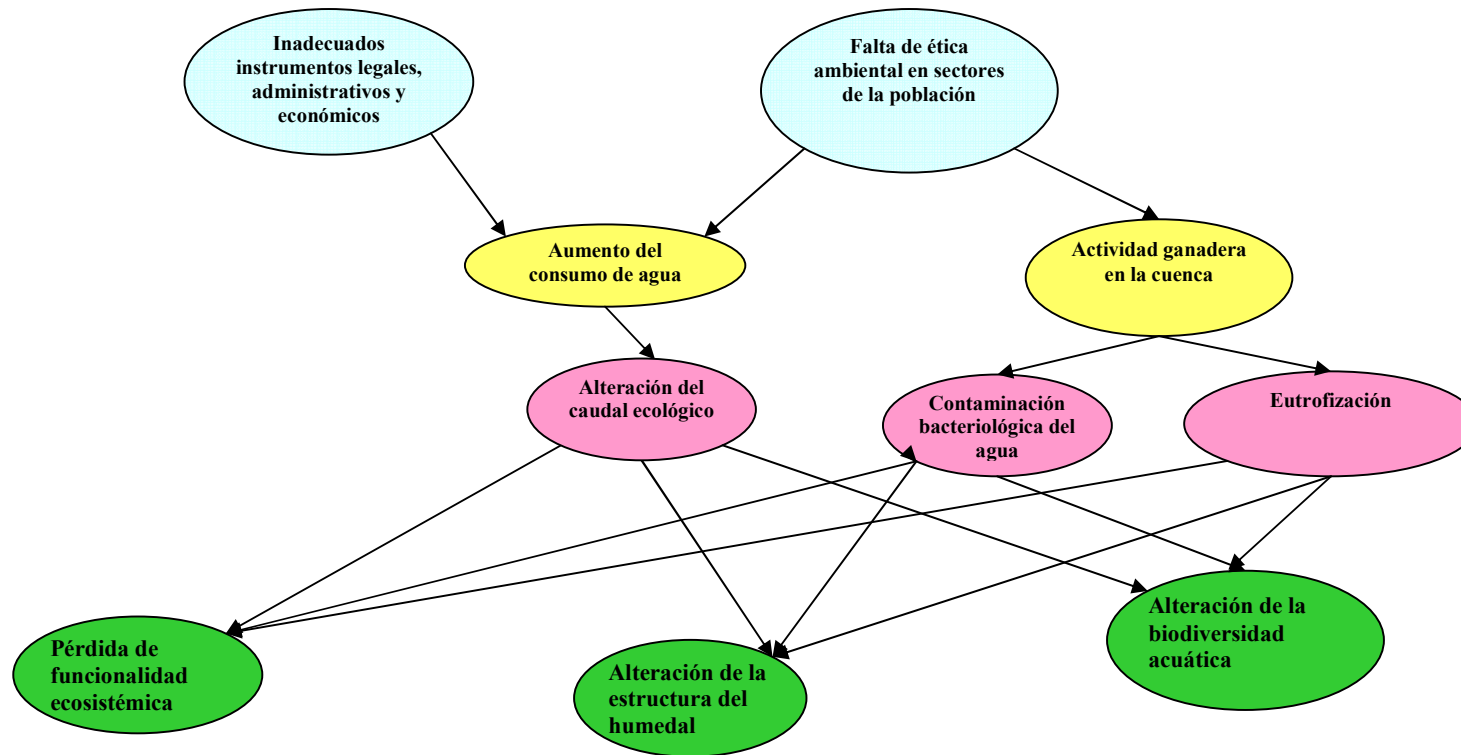


Figura 27. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una vega de altura en la zona norte.

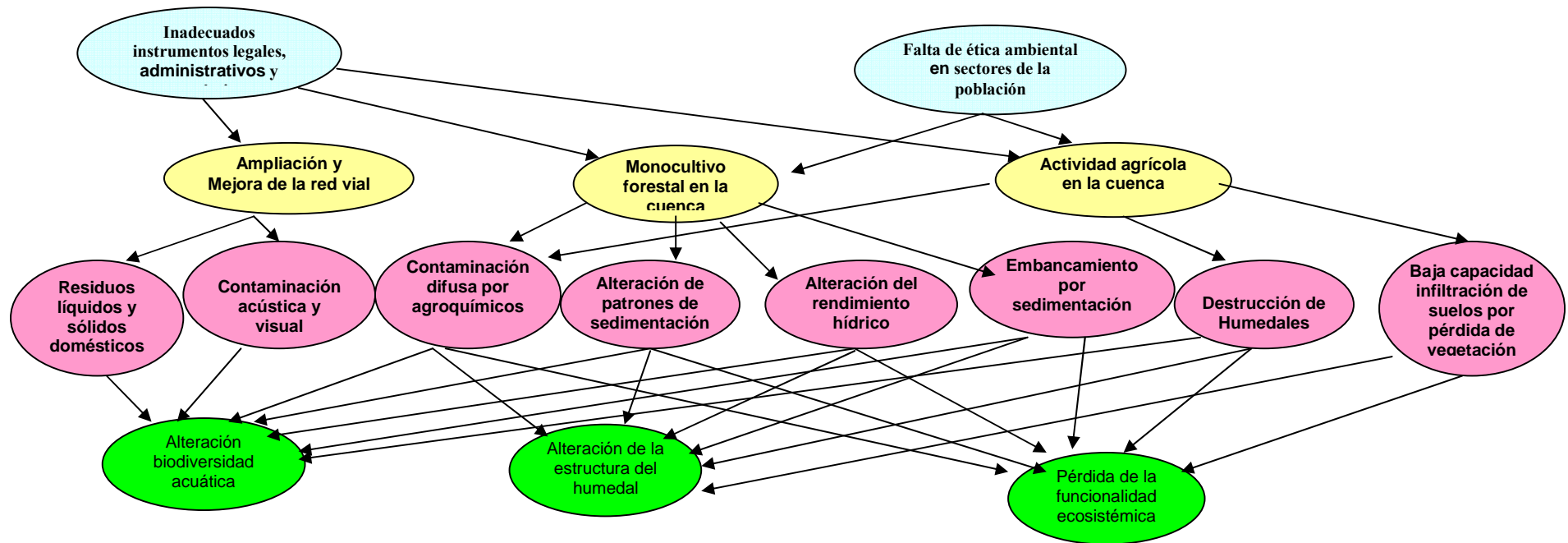


Figura 28. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una vega en la zona sur.

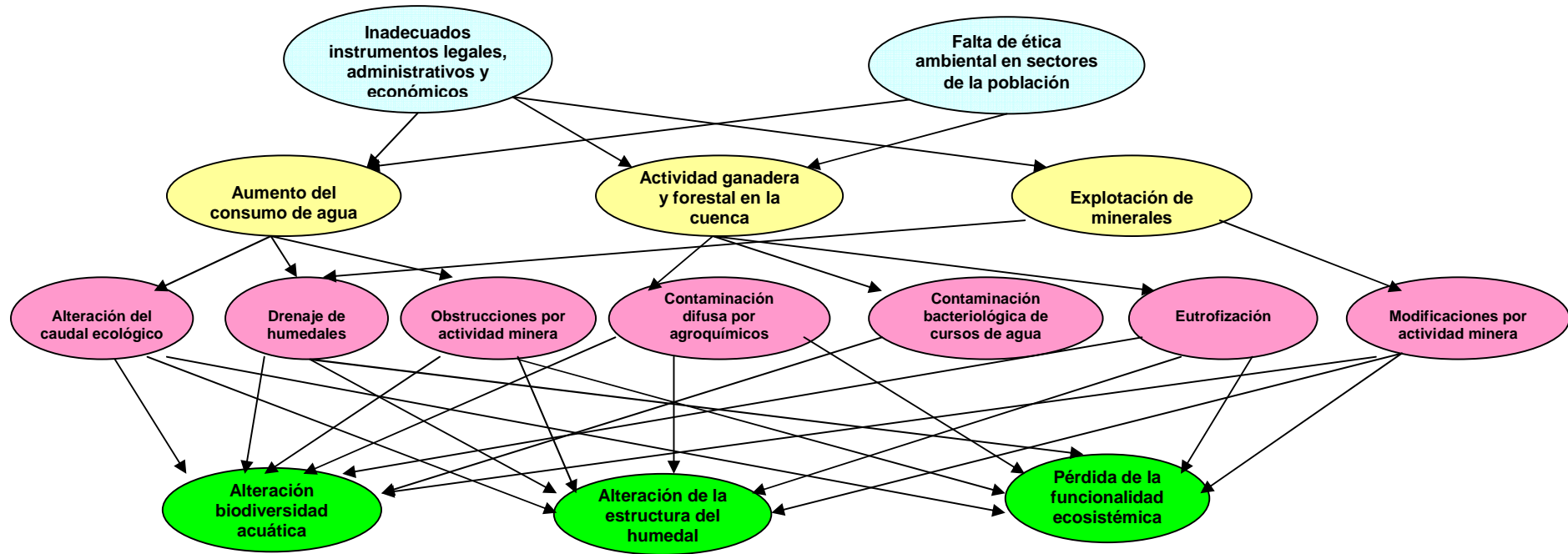


Figura 29. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una turbera en la zona sur.

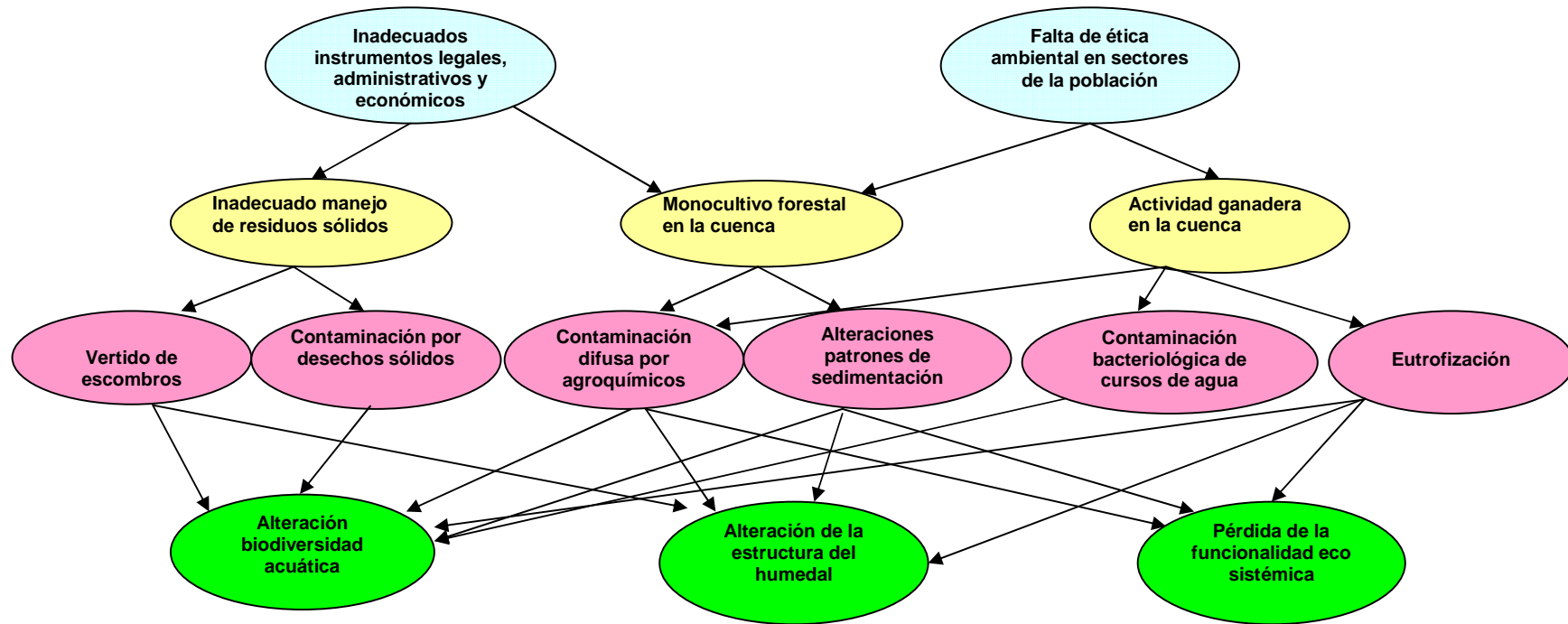


Figura 30. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones se impactos en un pantano de la zona sur.

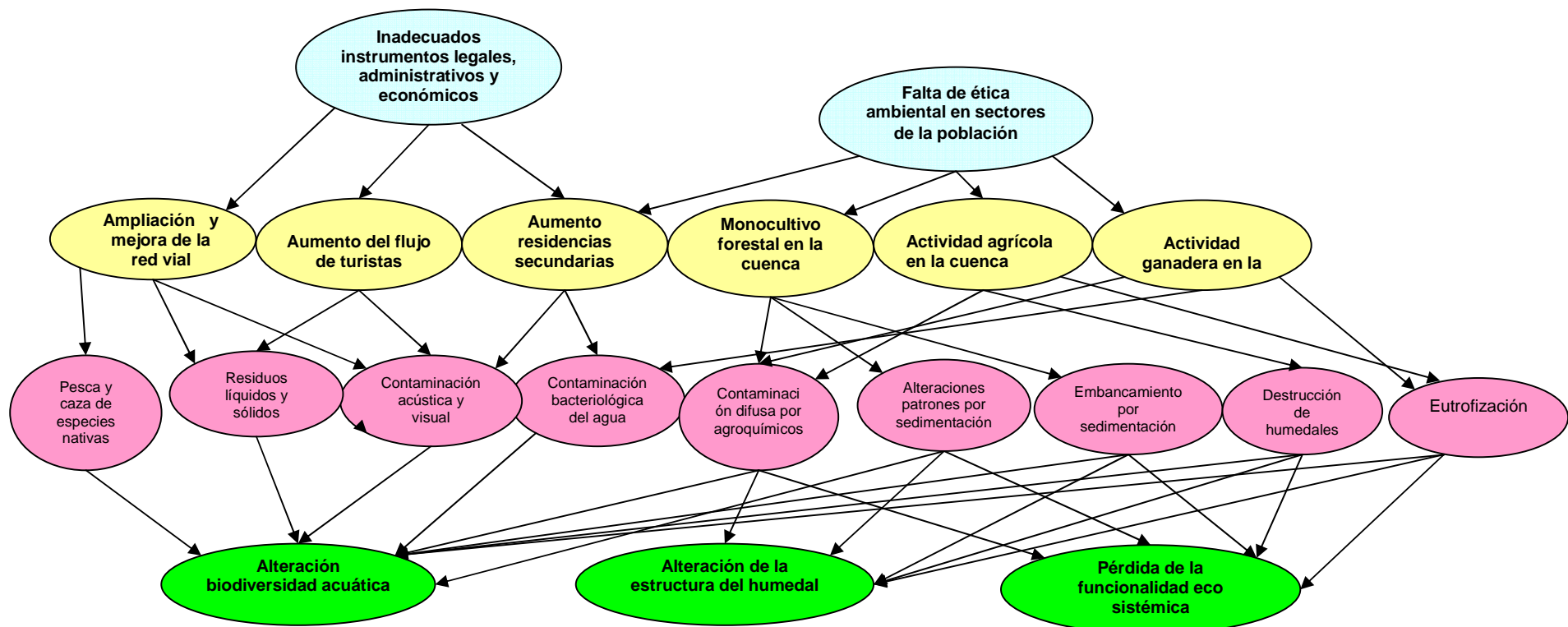


Figura 31. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un bosque pantanoso de la zona sur.

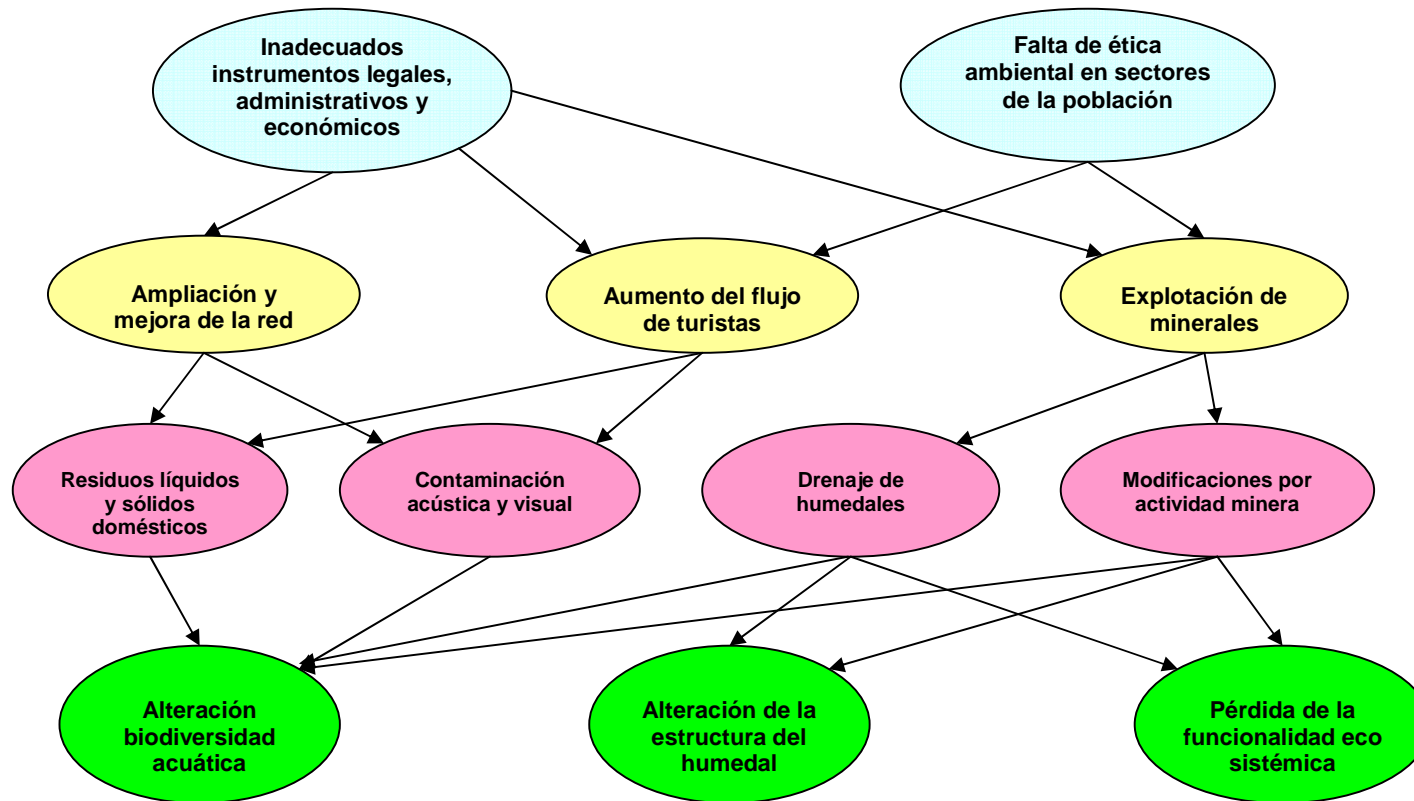


Figura 32. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en un salar de la zona norte grande.

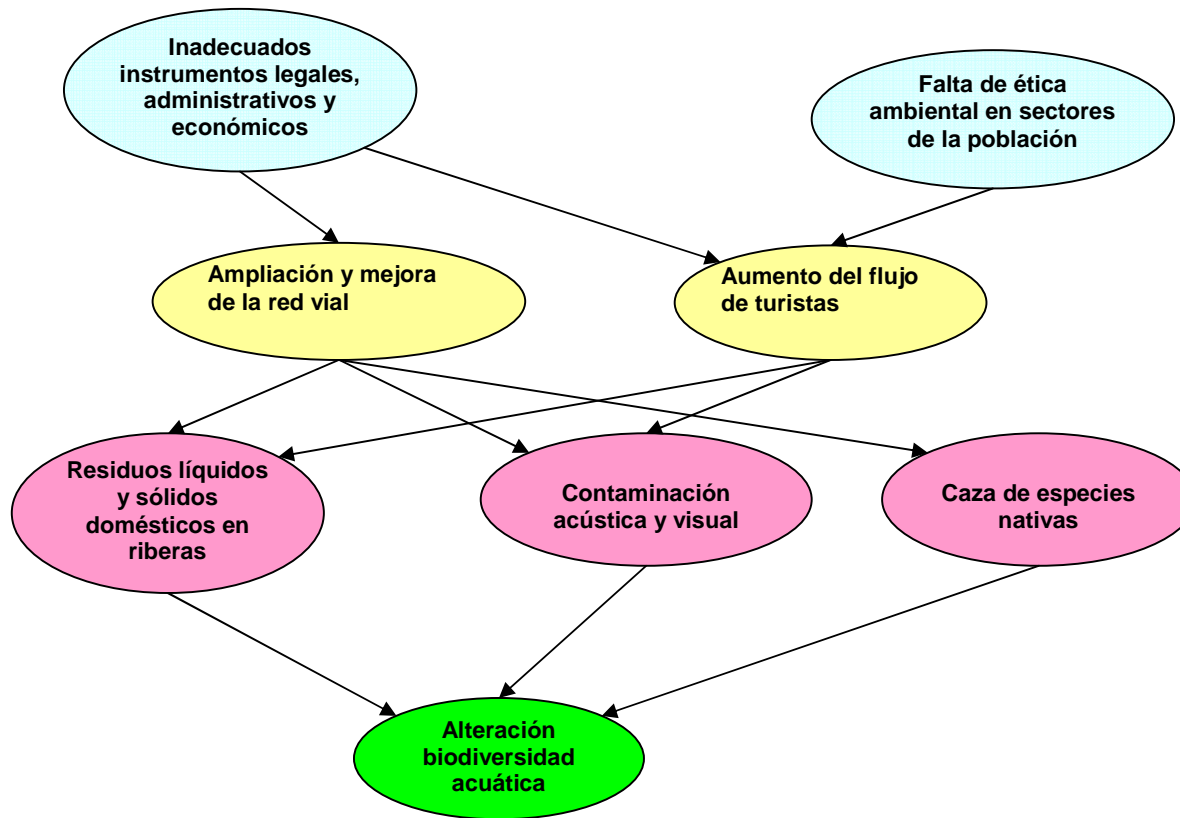


Figura 33. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna salobre de la zona norte.

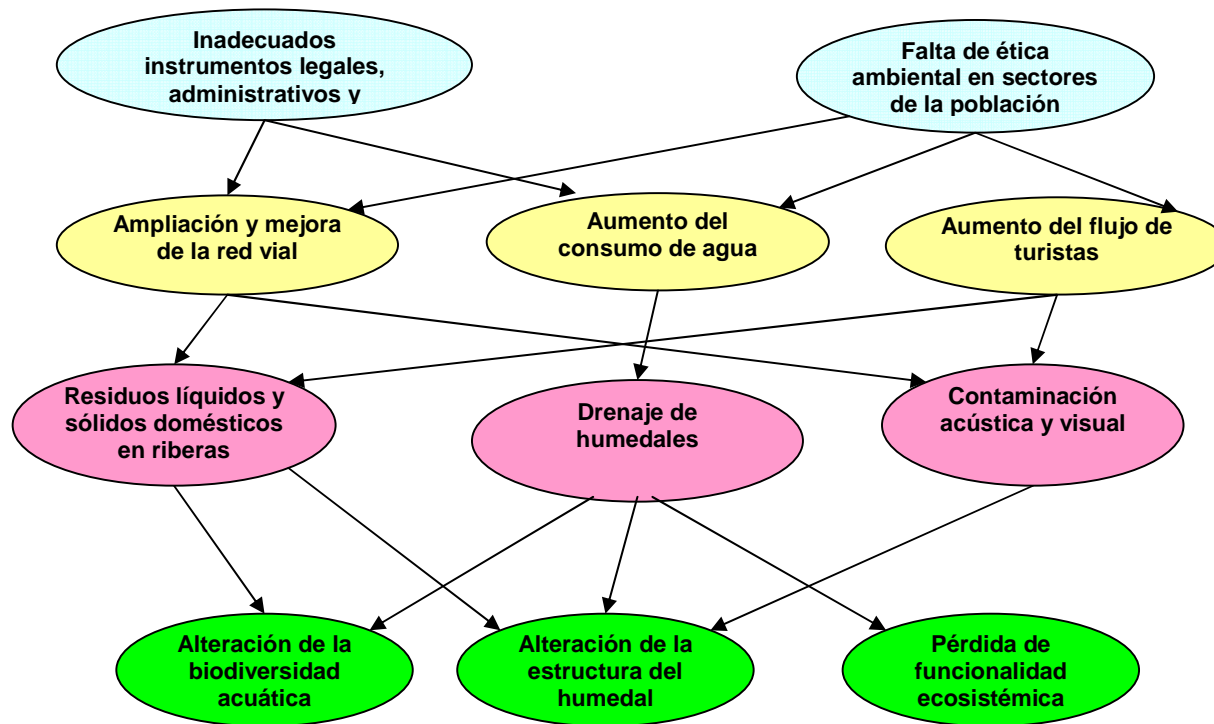


Figura 34. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna de altura de la zona norte.

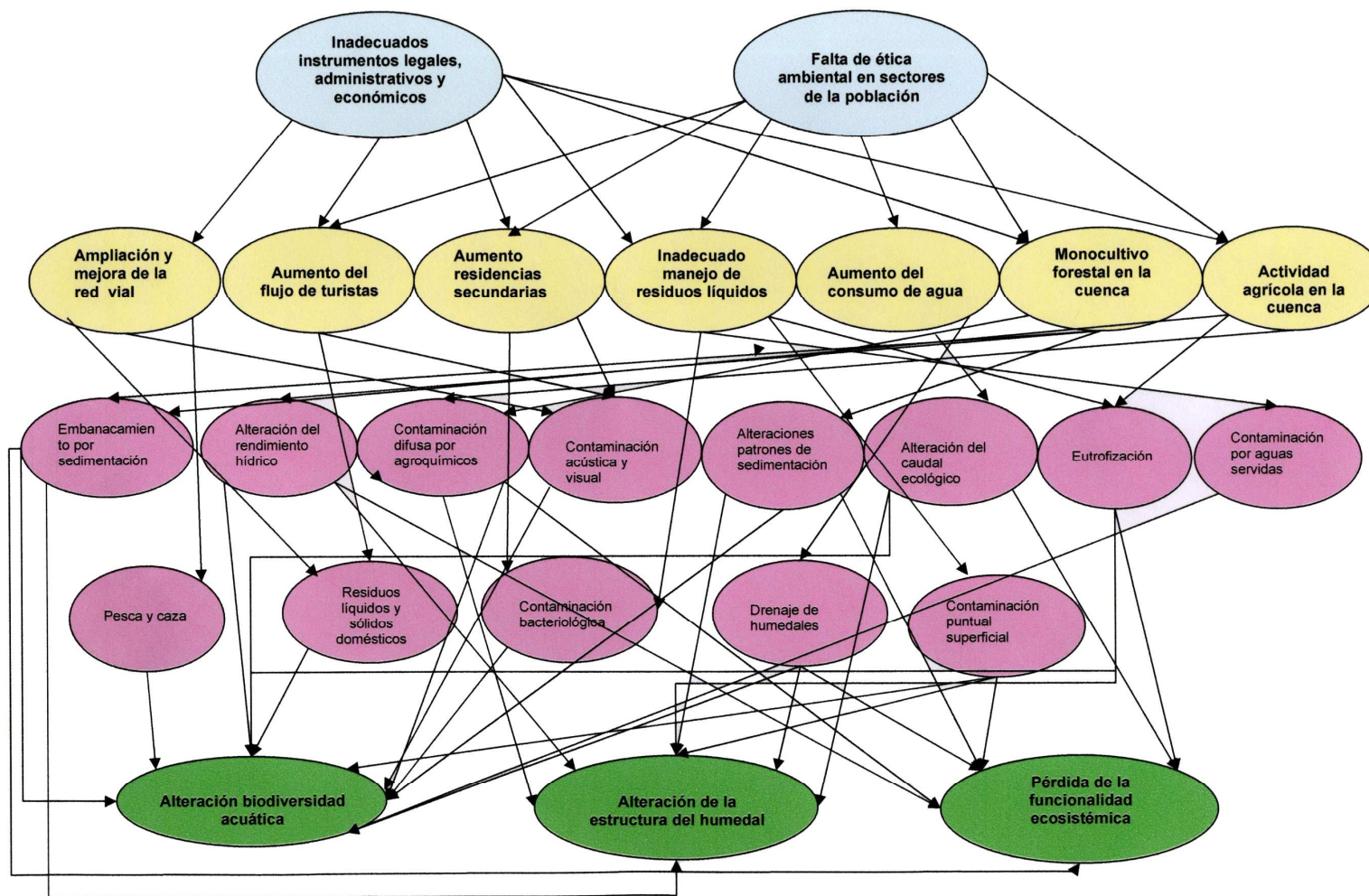
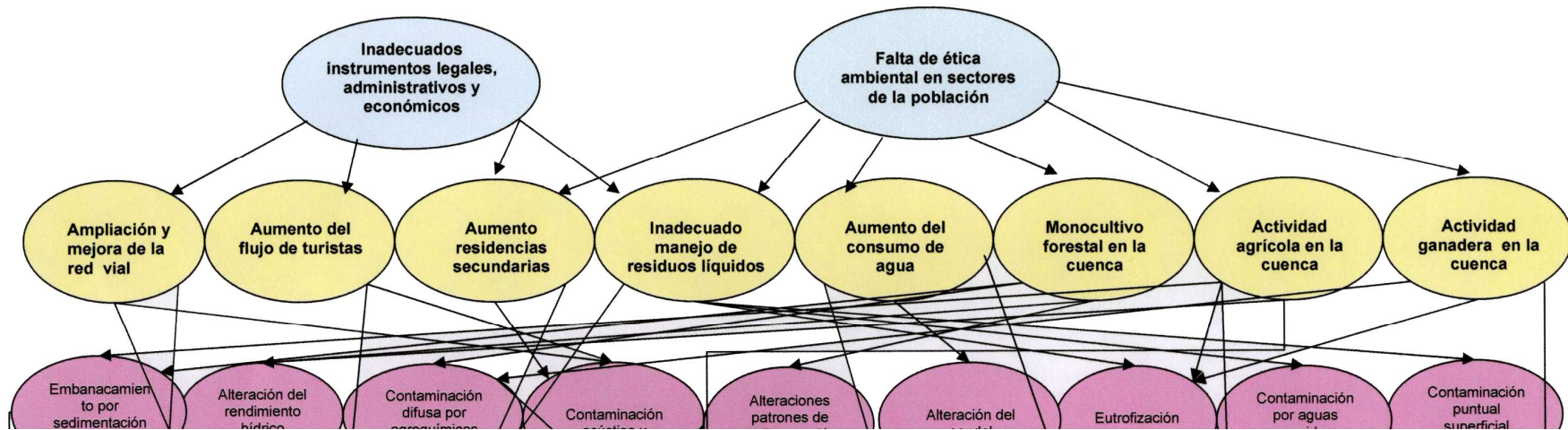


Figura 35. Mapa conceptual de causas determinantes, procesos inducidos, perturbaciones e impactos en una laguna costera de la zona centro.



ERROR: ioerror
OFFENDING COMMAND: image

STACK: