



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medioambiente

Caracterización y Rehabilitación de Microcuencas Receptoras de Aves Migratorias

***Estudio de caso del humedal costero de Pullao, Isla Grande de
Chiloé.***

Proyecto de Título presentado como parte de los requisitos para optar al
título de Ingeniero Forestal

Álvaro Poo Astudillo

Profesor Guía: Juan Gastó Coderch, Ing. Agrónomo, *Ph. D*
Profesor Informante: Eduardo Arellano Ogaz, Ing. Forestal, *Ph.D*

Santiago, Chile

Agosto de 2013

Agradecimientos

A don Juan Gastó, por ser un guía y amigo durante todo el proceso; por la energía y pasión entregadas en su labor y por incentivarne incesantemente en esta indagación.

Al profesor Eduardo Arellano, por la buena acogida, amistad y confianza durante los años de especialidad.

Asimismo a toda la gente del Laboratorio de Ecosistemas, lugar donde ha brotado mucho conocimiento y amistad perdurables. Especialmente a Consuelo Gálvez, Claudio Tapia, Cristian Concha y Patricio Morales.

A todas las personas del Centro de Estudio y Conservación del Patrimonio Natural, por abrirme las puertas para participar desde el comienzo como uno más del grupo; por la vocación y devoción en el trabajo que están realizando. Ha sido un lugar de crecimiento profesional y personal. En especial a Jorge Valenzuela y Gabriel Huenun por el apoyo logístico, las conversaciones y la confianza depositada en mí.

A los campesinos de Pullao por recibirnos afectuosamente durante todos estos meses, inspirar nuestro trabajo y enseñarnos sobre la vida rural.

A mis padres, hermanos y abuela, por el apoyo y amor incondicional.

A los amigos, y especialmente a los que me acompañaron y ayudaron en terreno, Ignacio Román y Sergio Ibáñez.

Índice

1. Introducción.....	9
2. Bases Teóricas.....	11
2.1 Conceptos Fundamentales	11
2.1.1 Territorio y Actores Sociales.....	11
2.1.2 Componentes, tipologías territoriales y Paisaje Cultural	13
2.1.3 Cuenca, limitantes y potencialidades.....	17
2.1.4 El bosque en la cuenca	19
2.1.5 Fauna y Tipología territorial	21
2.1.6 Actores sociales y manejo de cuencas	23
2.2 Rehabilitación Forestal.....	25
2.3 Fundamentos Ecológicos: Ecosistemas de Humedales	27
2.3.1 Definición y Clasificación.....	27
2.3.2 Humedales costeros y marismas.....	28
2.3.3 Importancia de los humedales costeros	30
2.3.4 Marismas y Cuencas.....	32
2.3.5 Geomorfología	33
2.3.6 Edafología.....	34
2.3.7 Hidrología	35
2.3.8 Vegetación.....	36
2.3.9 Fauna	37
2.3.10 Ciclos biogeoquímicos.....	38
3. Materiales y Métodos	40
3.1 Caracterización del territorio y actores	40
3.2 Diagnóstico de Humedal	43
3.3 Rehabilitación Forestal.....	44
4. Área de estudio.....	48
4.1 Localización geográfica y administrativa	48
4.2 Localización Ecorregional	50
4.3 Reseña histórica.....	51
4.4 Población.....	53
4.5 Actividades productivas-económicas	54
4.6 Geología y geomorfología	55
4.7 Suelos.....	55
4.8 Hidrografía	57
5. Resultados	58
5.1 Caracterización territorial.....	58

5.1.1	Biogeoestructura.....	58
a)	Distrito-Sitio	58
b)	Capacidad de uso	60
c)	Cobertura vegetal.....	63
d)	Avifauna.....	67
5.1.2	Tecnoestructura	70
5.1.3	Hidroestructura	73
5.1.4	Espacioestructura.....	76
5.1.5	Componentes y tipologías territoriales.....	78
5.1.6	Actores sociales.....	80
5.2	Diagnóstico ecosistema de humedal	89
5.3	Reflexiones sobre el paisaje cultural de Pullao.....	90
5.4	Lineamientos para la ordenación territorial	92
5.5	Bases de la rehabilitación forestal	95
5.5.1	Ecosistema original.....	95
5.5.2	Ecosistemas de referencia.....	99
5.5.3	Procesos sucesionales y degradación.	100
5.5.4	Resultados y análisis flora y vegetación	107
a)	Riqueza	108
b)	Abundancia en comunidades leñosas.....	111
c)	Estructura diamétrica de comunidades boscosas.....	112
d)	Regeneración.....	116
e)	Variables ambientales	118
5.5.5	Factores limitantes en restauración.....	119
5.5.6	Especificaciones técnicas para rehabilitación	120
5.5.7	Diseño espacial de la rehabilitación forestal.....	123
5.5.8	Monitoreo de rehabilitación	129
6.	<i>Discusiones</i>	130
7.	<i>Referencias</i>	132
8.	<i>Anexos</i>.....	139
8.1	Entrevista a Familias de Propietarios en Pullao.	139
8.2	Ficha de valoración jerárquica y criterios de evaluación de humedales.....	141
8.3	Carta de distribución de muestreo de flora comunidades vegetales.....	142
8.4	Composición botánica de la marisma de Pullao y fotografías.....	143
8.5	Detalle composición botánica de comunidades leñosas	145
8.6	Escala de evaluación del grado de intervención antrópica	147
8.7	Rangos de cobertura vegetal de Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).....	147

Índice de figuras

Figura 1. Elementos interactuantes en la construcción del paisaje cultural.	12
Figura 2. Dominio de Existencia del agente cognitivo (o actor social).....	13
Figura 3. Apertura de tierras y expansión de la frontera homínida. Paso de naturaleza (D) a paisaje cultural (C,B,A,O).....	15
Figura 4. Integración de los componentes territoriales: <i>saltus</i> , <i>ager</i> y <i>polis</i> , formando tipologías territoriales: silvestre, rural y urbano, dependiendo del grado de artificialización.....	16
Figura 5. De la naturaleza al paisaje cultural, mediante la artificialización del territorio. La proporción de cada tipología territorial determina una identidad paisajística	17
Figura 6. Esquema generalizado de la proyección vertical de una cuenca costera. Se resaltan las formas comunes en pequeñas cuencas costeras chilotas	18
Figura 7. Clases de capacidad de uso de la tierra, donde se ve un gradiente de intensidad en la receptividad tecnológica o de artificialización según características biogeoestructurales.	19
Figura 8. Categorías de animales presentes en cada una de las clases territoriales, como consecuencia de procesos de adaptación, transformación y evolución.....	22
Figura 9. Aproximaciones a la recuperación de hábitats	26
Figura 10. Humedales costeros (ripariano, estuarino y marisma) como un continuo entre la cuenca y el mar.	30
Figura 11. Zonas funcionales de una cuenca hidrográfica en proyección vertical. De lo más alto hacia abajo: zona de cabecera, captación y deposición	33
Figura 12. Procesos que afectan la provisión y/o movimiento de sedimentos en la zona costera	34
Figura 13 . Clasificación textural tipo del suelo de una marisma.....	35
Figura 14. Gradiente de condiciones bióticas y abióticas en un humedal costero.....	37
Figura 15. Diagrama simplificado de las principales relaciones tróficas en un estuario y marisma	38
Figura 16. Secuencia metodológica para la rehabilitación y ordenación de la cuenca	40
Figura 17. Esquema metodológico de la caracterización del territorio.....	41
Figura 18. Esquema de clasificación de actores sociales.	42
Figura 19. Esquema de parcelas y subparcelas de muestreo de flora.....	45
Figura 20. Ubicación de Pullao en el entorno provincial.	49

Figura 21. Diagrama ombrotérmico de Castro.	50
Figura 22. Apertura de tierras para uso silvoagropecuario en los bosques templados del centro-sur de Chile en tres momentos históricos: período indígena, colonización y época actual	53
Figura 23. Perfil de suelo trumao	59
Figura 24. Perfil de suelo en marisma alta	59
Figura 25. Muestra de suelo en pradera	59
Figura 26: Carta Distrito-sitio microcuencas de Pullao.	60
Figura 27. Carta de Capacidad de Uso del Suelo.....	62
Figura 28. Cultivo de papas en matriz pratense.....	65
Figura 29. Marisma, sitio de descanso aves.....	65
Figura 30. Quinta tradicional de manzanos	65
Figura 31. Renoval de bosque nativo y quilantal en quebrada.....	65
Figura 32. Matorral de espinillo en lomaje costero	65
Figura 33. Carta de Cobertura Vegetal.....	66
Figura 34. Bandada de Zarapito de pico recto en zona estuarina.....	69
Figura 35. Detalle de Zarapito de pico recto	68
Figura 37. Nido de CCN en pajonal estuarino	68
Figura 36. Cisnes de Cuello Negro en bajamar.....	68
Figura 39. Camino Las Barracas, Quilquico	70
Figura 40. Galpón antiguo junto a casa	70
Figura 41. Casa antigua (patrimonial)	71
Figura 42. Iglesia de Villa Quilquico	71
Figura 43. Instalación industria mitilicultura.....	71
Figura 44. Mirador de avifauna cercano a sitios de descanso	71
Figura 44. Carta de Tecnoestructura.....	72
Figura 48. Estero con cubeta impactada por pastoreo	74
Figura 46. Estero dentro del bosque	74
Figura 47. Zona terminal de estero típico	74

Figura 48. Carta de Hidroestructura.....	75
Figura 49. Carta de Espacioestructura.	77
Figura 50. Carta de componentes territoriales: <i>saltus, ager y polis</i>	79
Figura 51. Localización Geo-social de los actores de Pullao.	82
Figura 52. Resumen de los temas recurrentes en las conversaciones.....	88
Figura 53. Representación esquemática de un perfil vertical del estrato superior del bosque Coigüe-Ulmo.....	97
Figura 54. Representación esquemática de sucesiones ecológicas desde distintos ecotopos. La degradación puede llevar a los ecosistemas a estadios sucesionales más tempranos	100
Figura 55. Esquema de dinámica natural de bosques de <i>Nothofagus</i>	101
Figura 56. Etapas características de la hidrosere.....	105
Figura 57. Esquema de la sucesión antrópica del hualve.....	107
Figura 58. Gráfico de estructura diamétrica del hualve, situación 1.	115
Figura 59. Gráfico de estructura diamétrica del hualve, situación 2.	115
Figura 60. Gráfico regeneración en bosque C-U.	116
Figura 61. Regeneración espontánea de <i>N. dombeyi</i> luego de exclusión del ganado.....	117
Figura 62. Regeneración de plantas leñosas en Hualve.....	118
Figura 63. Esquema de las posibles soluciones aplicables al problema de la rehabilitación forestal de las microcuencas de Pullao.....	124
Figura 64. Carta de diseño espacial del bosque en escenario concertado.	128
Figura 72. <i>Samolus repens</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i>	143
Figura 73. <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Selliera radicans</i> y gramínea	144
Figura 74. <i>Schoenoplectus mucronatus</i>	144
Figura 75. <i>Juncus balticus</i> y <i>Polygonum aviculare</i>	144

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación la infiltración de agua en el suelo, producto de la erosión.....	21
Tabla 2. Humedales costeros y su ubicación en el paisaje.....	29
Tabla 3. Resumen servicios ecosistémicos proporcionados por ecosistemas de humedales . . .	31

Tabla 4. Principales mediciones de terreno	41
Tabla 5. Etapas del estudio de Rehabilitación Forestal.....	44
Tabla 6. Reclasificación de coberturas vegetales en intensidad de uso, para zonas buffer riparianas.....	45
Tabla 7. Índice de Protección por la vegetación.	46
Tabla 8. Conversión de unidades de distrito-sitio a capacidad de uso.	47
Tabla 9. Clasificación administrativa de Pullao	48
Tabla 10. Localización ecorregional de Pullao	50
Tabla 11. Evolución de la población en Castro.....	54
Tabla 12. Porcentajes de población por actividades económicas.....	55
Tabla 13. Riqueza y abundancia de avifauna costera según dos censos estacionales.	67
Tabla 14. Resumen de algunos atributos de las microcuencas.....	73
Tabla 15. Actores sociales identificados en Pullao.....	80
Tabla 16. Organizaciones comunitarias del área de estudio	80
Tabla 17. Valoraciones de los criterios de diagnóstico del humedal	89
Tabla 18. Ejes a desarrollar directamente en el humedal.....	93
Tabla 19. Ejes a desarrollar en el entorno de las cuencas	94
Tabla 20. Denominaciones por distintos autores del tipo vegetacional en estudio.....	96
Tabla 21. Riqueza total en comunidades leñosas	108
Tabla 22. Riqueza por comunidad leñosa	108
Tabla 23. Formas de vida por comunidad leñosa	109
Tabla 24. Origen fitogeográfico de la flora según forma de vida y comunidad.....	111
Tabla 25. Resumen de coberturas más importantes en cada comunidad.....	112
Tabla 26. Resumen de estructura diamétrica total del bosque C-U.	113
Tabla 27. Acciones de manejo para principales ambientes y coberturas actuales.....	121
Tabla 28. Estado deseado: formas forestales y criterios de ubicación espacial de parches y corredores en una matriz no boscosa.....	125
Tabla 29. Programa de monitoreo de la rehabilitación forestal.....	129

1. Introducción

Las migraciones de las aves son movimientos regulares y cíclicos entre dos áreas, que generalmente coinciden con la abundancia de los recursos alimenticios durante las estaciones del año y se realizan desde un área particular de reproducción hasta el área en la cual las aves hibernan.

A partir del mes de agosto, cada año y desde tiempos ancestrales, bandadas de miles de zarapitos de pico recto (*Limosa haemastica*) comienzan a llegar desde el hemisferio norte (Alaska y Norte de Canadá) a las bahías y estuarios de Chiloé, recorriendo hasta 13.000 km. Se calcula que la Isla recibe más del 30% de la población mundial de esta ave costera (Senner, 2010; Delgado *et al.*, 2010). Asimismo, el Zarapito común (*Numenius phaeopus*) y los playeros ártico (*Calidris canutus*), de Baird (*Calidris bairdi*) y vuelvepedras (*Arenaria interpres*) realizan la misma clase de migración (boreal), y los chorlos chileno (*Charadrius modestus*), de doble collar (*Charadrius falklandicus*) y el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) se trasladan desde la Patagonia a Chiloé (migración austral).

Las marismas, humedales únicos que se desarrollan en climas templados costeros, proporcionan hábitats y recursos alimenticios que permiten la recepción de las aves migratorias. Dichos ecosistemas están altamente asociados al territorio circundante mediante la hidrología; los ríos, esteros y acuíferos funcionan como corredores entre las partes altas de las cuencas y el mar, transportando sedimentos, organismos, materia orgánica y nutrientes. Esto implica que los usos y prácticas de manejo de la tierra en las cuencas tienen efectos directos en la condición o integridad de los humedales.

Por otro lado, la historia de ocupación humana del territorio y el desarrollo de la cultura, modificaron el escenario natural original, configurando un paisaje cultural. El humedal de Pullao, se ubica en un área reconocida por FAO como “Sistema Ingenioso de Patrimonio Agrícola Mundial” (SIPAM), de importancia global por mantener la agrobiodiversidad, el paisaje y rasgos de la cultural rural tradicional.

Sin embargo, este proceso de reemplazo del bosque templado original para el desarrollo de la ganadería, cultivos y poblados, también reviste una amenaza para los hábitats de la avifauna costera y sus poblaciones. Se plantea que el bosque nativo funciona como un regulador de los sedimentos generados por el uso de la tierra, contribuyendo a la mantención de la calidad y cantidad de agua en las cuencas y el humedal.

El trabajo consiste en la caracterización del conjunto de microcuencas costeras asociadas al humedal de Pullao, de manera de generar un diagnóstico de su condición en un marco de paisaje cultural; esto es, integrando a los actores sociales y el territorio. Posteriormente se procede a establecer las bases de la rehabilitación forestal en las cuencas, y lineamientos para la gestión de los recursos naturales de acuerdo al contexto local.

Problema

Un humedal costero es un ecosistema altamente relacionado con las cuencas hidrográficas que lo alimentan, y por lo tanto susceptible a los efectos del uso de la tierra en ellas. Es necesaria una aproximación que integre las variables ecológicas del humedal con su contexto territorial y social para establecer las bases de su conservación y rehabilitación.

Hipótesis

El conjunto de actividades desarrolladas por los actores sociales en el territorio de las cuencas de Pullao genera cambios en los patrones del paisaje, con consecuencias en el humedal y poniendo en riesgo su capacidad de sustentar las poblaciones de avifauna migratoria. La rehabilitación forestal con criterios de ordenación territorial, es una forma de mantener la integridad del paisaje y los ecosistemas asociados.

Objetivo General

- Estudiar el humedal de Pullao como un ecosistema integrado a las microcuencas, para proponer las bases de su rehabilitación.

Objetivos Específicos

- Caracterizar y diagnosticar las principales variables estructurales de las microcuencas de Pullao.
- Realizar una evaluación para diagnosticar la condición del humedal.
- Proponer lineamientos de ordenación territorial complementarios a la rehabilitación en el área de estudio.
- Determinar, a partir del estudio de la cuenca, los ecosistemas y sectores prioritarios para la rehabilitación forestal.
- Plantear una propuesta de rehabilitación forestal dentro de las microcuencas de Pullao.

2. Bases Teóricas

Se entregan los conceptos, fundamentos teóricos y planteamientos principales que sustentan el estudio.

2.1 Conceptos Fundamentales

2.1.1 Territorio y Actores Sociales

El **territorio** es una porción delimitada de la superficie terrestre, el sustrato espacial donde se producen y transcurren todas las relaciones sociales humanas (Arellano *et al.*, 2013). Contempla elementos físicos y un contexto socioeconómico y cultural particular. Los elementos físicos están constituidos por rasgos naturales no intervenidos tales como clima, subsuelo y relieve; rasgos naturales intervenidos, tales como vegetación, suelos y sistema hidrográfico; y las construcciones del hombre (tecnoestructura). Es dinámico en la medida que sufre cambios, y en general, la coyuntura socioeconómica es un elemento de mayor poder evolutivo que los elementos físicos (Queron, 2002).

El concepto de **tecnología**, en general, es toda serie de reglas por medio de las cuales se consigue algo (Ferrater- Mora, 1965). Con la *techne* surge la artificialización¹ del medio natural.

Los **actores sociales** corresponden a un grupo de personas, o institución, que interviene en las decisiones y acciones que se dan dentro de una sociedad, y por lo tanto, influye de manera relevante en la evolución de ésta (Queron, 2002).

La misma diversidad que se observa en los territorios, tales como rurales, costeros, agrícolas y urbanos, se advierte en sus actores sociales. De ahí que encontremos grandes empresas agrícolas, organizaciones indígenas, cooperativas productivas, gremios, organizaciones ambientalistas, clubes deportivos, agrupaciones culturales y religiosas, consorcios de inversiones internacionales. No obstante su variedad, es la capacidad de agruparse en torno a un proyecto conjunto que les depara bienestar colectivo; además de satisfacer intereses comunes y privados, lo que convierte a los actores sociales en una fuerza clave para lograr los propósitos fundamentales del desarrollo del territorio (Arellano *et al.*, 2013).

Los actores sociales con su racionalidad y cultural particular (local) se relacionan coevolutivamente con el territorio, en un proceso mediado por de la tecnología, en el marco de las instituciones y normativas vigentes. Todo esto configura el **paisaje cultural**.

¹ Proceso mediante el cual el ecosistema es intervenido y transformado por el hombre. Genera un cambio en la temporalidad y/o direccionalidad de los procesos naturales.

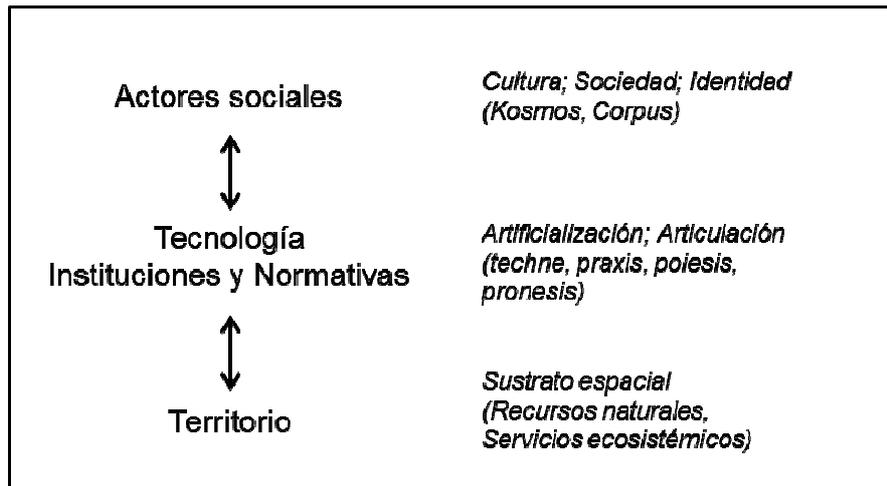


Figura 1. Elementos interactuantes en la construcción del paisaje cultural (Modificado de Arellano et al., 2013).

Del esquema se desprende que para conformar una aproximación al paisaje cultural, es necesario caracterizar el territorio, los actores sociales y su cultura local, e integrarlos en el contexto espacio temporal.

El territorio será descrito mediante variables relevantes como la geomorfología, hidrografía, uso del suelo, estructuras tecnológicas, etc., determinadas en cada caso.

Los actores sociales se identificarán y describirán, intentando captar su racionalidad al *actuar* en el territorio. Ésta puede ser entendida por lo que Capra (1996) llama el dominio de existencia: un agente cognitivo -individual o colectivo- se caracteriza por su emoción (*cómo siente*), por su percepción (*cómo percibe*) y su actuación (*cómo actúa*). Las dos últimas estarían en constante retroalimentación y supeditadas a la emoción (figura 2).

Luego, para entender la cultura de un lugar, es necesario conocer las relaciones que los sujetos establecen entre sí, con el escenario donde ocurren y el contexto en el cual suceden. Desde la etnoecología, se plantea esa aproximación mediante la integración del conjunto de creencias (*kosmos*), el sistema de conocimientos (*corpus*) y el conjunto de prácticas productivas (*praxis*)(Toledo y Barrera-Bassols, 2009).

En el mismo sentido, las prácticas cotidianas conducen a una imagen de los territorios en constante transformación y proyección; resultan ser adecuadas en tanto permiten estudiar fenómenos culturales cambiantes que, significando tanto permanencia como acontecimiento, expresan memorias e imaginarios mediante los cuales se accede a comprender en profundidad la cultura local como el principal mediatizador entre los habitantes y su entorno (Ther-Ríos et al., 2013).



Figura 2. Dominio de Existencia del agente cognitivo (o actor social) (Capra, 1996).

En la práctica, el análisis social será esencial para identificar las personas o entidades que tienen un interés legítimo en los proyectos, sus necesidades e intereses y su poder e influencia relativos. Es útil, especialmente, para identificar los grupos que tradicionalmente han estado excluidos de la participación social y, muy en particular, para el análisis de los canales de comunicación no manifiestos que existen entre dichos grupos marginados a nivel local, regional y nacional (Denham, 2012). Asimismo, la gestión y el manejo de los recursos naturales en base a sabidurías locales pueden contribuir con el mejoramiento progresivo de las condiciones ambientales, con el fortalecimiento de la organización, con la revaloración y fortalecimiento de la cultura local y también con la generación de beneficios económicos, aportando a sectores aislados y marginados (Martínez, 2008, en Denham, 2012).

2.1.2 Componentes, Tipologías Territoriales y Paisaje Cultural ²

La naturaleza se define como el conjunto, orden y disposición de todo lo que compone el universo (RAE, 2006). Desde una perspectiva antrópica, es el mundo natural, tal como existe sin la civilización del hombre y sin su injerencia y actuaciones. Con anterioridad a la presencia del hombre desarrollado no existían territorios antropizados, sino que escenarios naturales con procesos de sucesión ecológica y evolución natural de las especies y procesos sistemogénicos.

A partir del desarrollo de la cultura y las sociedades en un territorio surgirá el paisaje cultural: *la transformación del paisaje natural es paisaje cultural* (Sauer, 1931, en Hormazabal, 2006). Pero el paisaje cultural no se define sólo en términos materiales; no son sólo las “marcas” físicas dejadas por una sociedad en la tierra, sino también el arraigo y las asociaciones que la gente pueda tener con el territorio; los fenómenos pertenecientes a la economía, el cultivo, el

² Basado en Roselló (2010)

tráfico, la población con su lengua, su tradición y su nacionalidad, la estructura social, la cultura artística, la religión (Troll, 1950), los oficios y las prácticas cotidianas.

Las primeras tecnologías se asocian al desarrollo del hombre recolector y cazador y están dadas por la gestión del fuego y la utilización de palos y piedras, formando un paisaje primitivo. Posteriormente la agricultura, *sensu lato*,³ surge como un mecanismo generalizado de actuación que articula la relación entre el hombre y la naturaleza permitiendo transformar la naturaleza como paisaje primitivo en paisaje cultural. El hombre se lanza a la utilización de hábitats y nichos ecológicos y canaliza hacia él los productos del ecosistema que antes ocupaban otras especies (Mann, 2005, en Vera, 2008), lo que requiere la extracción e inserción de elementos en el ecosistema (figura 3).

Las extracciones de elementos ecosistémicos corresponden al proceso de expansión de la frontera horizontal, donde se produce una descarga gradual de los componentes del ecosistema. El siguiente paso es la expansión de la frontera vertical, que consiste en la carga gradual en el ecosistema aumentando el capital acumulado y su conectividad (D'angelo, 2002), pasando a estados de mayor contenido de información y orden. Se incorporan elementos materiales e inmateriales, como personas, manejos de la tierra, variedades de cultivos, construcciones, herramientas tecnológicas, símbolos, entre varios.

Los recursos liberados en el proceso de expansión de la frontera horizontal son utilizados en la generación del ordenamiento antrópico. Con ello se logra adaptar el paisaje disminuyendo la entropía de la relación entre el hombre y su entorno (Vera, *op. cit.*), logrando un mayor acoplamiento estructural entre los actores sociales y el territorio.

³ Como artificialización del territorio. Involucra a todos cultivos anuales, perennes, forestales, pastizales y ganadería, cinegética, fauna silvestre y los complementos tecnológicos que ello incluye (Gastó, n.d.).

Área de Expansión		Componentes descargados	Componentes incorporados desde el exterior
	D	-	-
	C	+d	+e
	B	-d, -c	+e, +f
	A	-d, -c, -b	+e, +f, +g
	⊖	-d, -c, -b, -a	+e, +f, +g, +h

Expansión de la frontera homínida ↓

Figura 3. Apertura de tierras y expansión de la frontera homínida. Paso de naturaleza (D) a paisaje cultural (C,B,A,O)(Gastó *et al.*, 2010).

Como consecuencia de la transformación de la matriz original de la naturaleza en paisaje, se generan tres estados especializados, tres componentes del territorio diferenciados por su grado de artificialización: *Polis*, *Ager* y *Saltus*.

El *Saltus* es la porción autárquica del territorio, que conserva el mayor grado de naturalidad, sin actividades de uso consuntivo. Alude a un paisaje inalterado, en el cual el hombre no interviene internamente, aunque en su contorno desarrolla actividades de aislamiento, que le permiten mantenerse dicha condición.

El *Saltus* puede darse por causa original o antrópica. En el primer caso, el aislamiento se da por características propias del terreno, en zonas que no permitirían asentamientos o mayor intervención en beneficio del bienestar humano. Son ejemplos los afloramientos rocosos, humedales y glaciares. El *Saltus* por causa antrópica representa aquel aislamiento donde dada la cultura predominante, se decide “saltar” una determinada porción del territorio de las actividades de uso. Son las consideraciones éticas, ecológicas, ambientales y funcionales que determinan la presencia del *Saltus* dentro del ordenamiento territorial. Actualmente el potencial tecnológico existente es tan alto, que prácticamente cualquier territorio podría ser artificializado, de no haber un *Saltus* mediado por consideraciones antrópicas.

El *ager* corresponde a aquella porción abierta o laborada del territorio, al desbrozado resultante de la expansión de la frontera homínida. Aquí el hombre transforma y extrae los recursos necesarios para su subsistencia y desarrollo, incorporando desechos propios del *ager* como también de la *Polis*. Es una situación de artificialización intermedia, donde predominan actividades silvoagropecuarias.

La *polis* será el territorio con mayor modificación y orden antrópico; reúne las condiciones necesarias para la habitabilidad humana, con la prestación de los bienes y servicios que la cultura considere necesarios. Dichos bienes y servicios provienen directa o indirectamente del *Saltus* y del *Ager* por lo que representa un estado de dependencia absoluta.

Estos tres componentes permiten comprender y planificar el territorio, en el sentido de poder diferenciar qué porción de la tierra debe y qué porción no debe recibir intervenciones antrópicas, y en qué grado; encontrando un equilibrio donde se optimiza el aprovechamiento de los recursos. La *Polis* como proveedor de confortabilidad para habitar; el *Ager* (que una vez fue *Saltus*), productor de los insumos básicos para la subsistencia humana; y el *Saltus*, responsable de la prestación de servicios ecosistémicos.

El *Saltus*, *Polis* y *Ager* son nuevas matrices que derivan de la matriz original, a partir de las cuales el paisaje puede continuar evolucionando. Luego el territorio de un país, región o cuenca integra estas tres matrices en diferentes proporciones y modalidades dando lugar a espacios complementarios que corresponden a tres tipologías de territorio: Urbano, Rural y Silvestre Protegido (Figura 4).

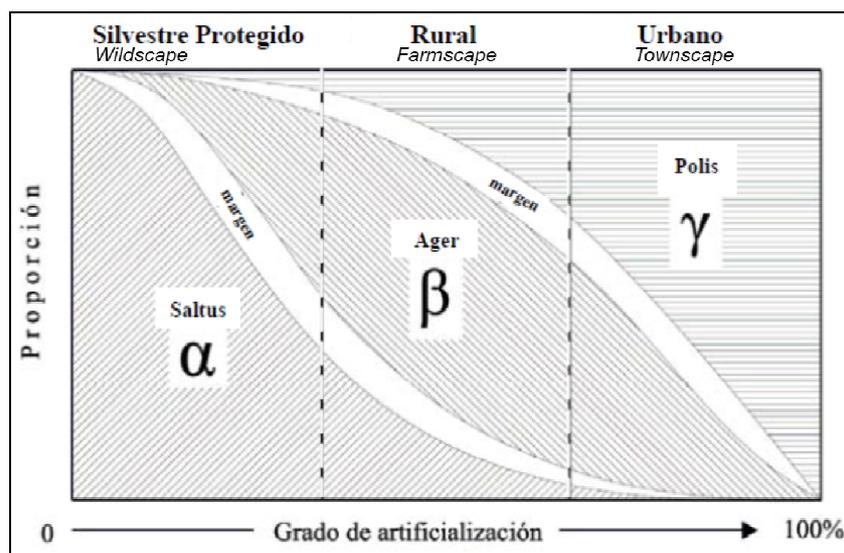


Figura 4. Integración de los componentes territoriales: *saltus*, *ager* y *polis*, formando tipologías territoriales: silvestre, rural y urbano, dependiendo del grado de artificialización (Modificado de Gastó et al., 2010)

La figura 4, en el eje de las abscisas representa el grado de artificialización relativo, donde una baja artificialización corresponde al *Saltus*, un grado medio al *Ager* y la máxima al *Polis*. El eje de las ordenadas contiene la proporción de cada uno de estos componentes que se dará en un territorio, dando como resultado la tipología territorial. Así, un territorio de tipología Silvestre (*wildscape*) contiene una proporción alta de *Saltus* (baja artificialización) y muy baja de *Polis* y *Ager*, mientras un territorio urbano (*townscape*) estará más dominado por el componente *Polis*, con baja participación de elementos del *Ager* y *Saltus*. Asimismo, la agregación de estas tres tipologías de territorio en una zona geográfica, y sus rasgos socioestructurales (actores sociales), determinarán la identidad del paisaje cultural (Figura 5).

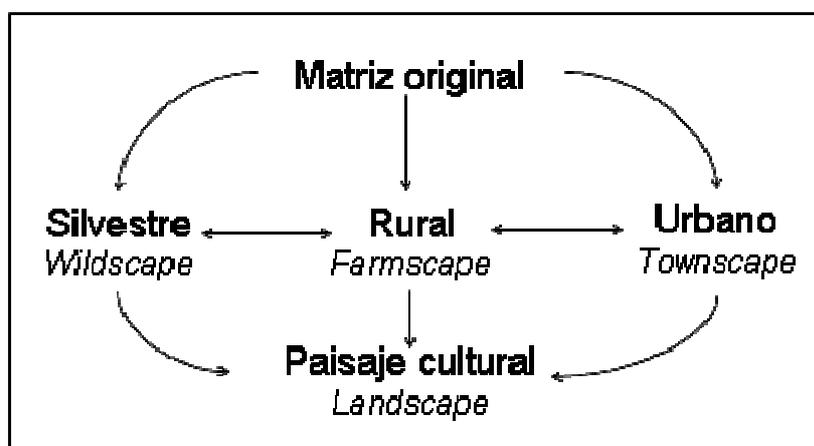


Figura 5. De la naturaleza al paisaje cultural, mediante la artificialización del territorio. La proporción de cada tipología territorial determina una identidad paisajística (Arellano *et al.*, 2013)

2.1.3 Cuenca, limitantes y potencialidades

En el manejo de la tierra existen tantas modificaciones posibles del medio como propósitos humanos, por ende se requiere generar límites para considerar aspectos económicos y productivos, como también sociales y medioambientales (Zaffaroni, 2005 en Morales, 2010).

Como respuesta a ello, el enfoque de cuenca es intrínsecamente prescriptivo e integrativo en el manejo de recursos naturales. La cuenca hidrográfica es la unidad espacial natural donde el hombre se desarrolla. Es una zona de terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto común mediante un sistema de cauces. Está delineada topográficamente por la divisoria de las aguas, y permite la integración de los elementos sólidos, líquidos y gaseosos a través de la vinculación (intercambio de materia y flujos de energía) de los componentes hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos en un territorio dado (Cano y López, 1976, en Perez, 2002; Gastó y Gallardo, 1985; Gayoso *et al.*, 2000; MOPT, 1992).

Físicamente, la cuenca representa una fuente natural de captación y concentración de agua superficial y por lo tanto tiene connotación esencialmente volumétrica e hidrológica; es una unidad de respuesta hidrológica (Perez, 2002; Folliot, 1997, en Gayoso *et al.* 2000). Desde el punto de vista de su funcionamiento y de la provisión de agua, la cuenca puede caracterizarse por las **precipitaciones** (tipo, cantidad, intensidad, estacionalidad y variabilidad); **morfología y naturaleza del suelo** (área de drenaje, pendiente, tipo y profundidad de suelo, etc.) que almacena y conduce el agua de las precipitaciones hacia las napas freáticas, acuíferos, arroyos, ríos, etc.; y por la **cobertura vegetal** (así como el uso del suelo y su manejo) que cambia las tasas de evapotranspiración, modificando los caudales de flujo base y punta (Lara *et al.*, 2009).

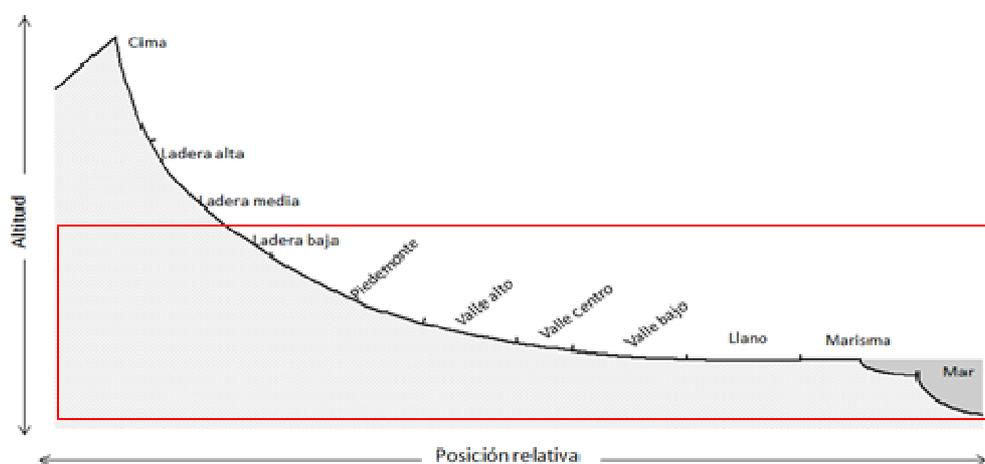


Figura 6. Esquema generalizado de la proyección vertical de una cuenca costera. Se resaltan las formas comunes en pequeñas cuencas costeras chilotas (Modificado de Gastó y Gallardo, 1985).

Por otra parte, constituye una unidad ecológica y geomorfológica de ordenación territorial, que permite determinar las variables claves para diseñar las unidades administrativas antrópicas en forma armónica y coherente con el ámbito natural en que están insertas (CIP, 1997; Gayoso *et al.*, 2000; Pérez, 2002).

Así, un buen punto de partida en la formulación de planes de conservación de suelos y aguas, aplicable a la cuenca, es la clasificación por capacidad de uso de suelo. Representa el grado creciente de limitaciones o riesgos permanentes del suelo según el conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que posee, permitiendo decidir la combinación de cultivos y prácticas de manejo que posibilitan el uso apropiado de la tierra, sobre una base sustentable, sin riesgo de erosión (Stolpe, s.f.; SAG, 2011). Basada en factores topográficos (pendiente), edáficos (textura, profundidad, pedregosidad, erosión, drenaje, salinidad) y climáticos (humedad), establece 8 clases de capacidad uso (figura 7).

La clase VIII es la más restrictiva en cuanto a uso, permitiendo solamente el desarrollo de vida silvestre. En la planificación sugiere establecer un territorio silvestre, donde la proporción de *saltus* antrópico es dominante. Luego las clases VI a IV son aptas para pastoreo con intensidad creciente, y de la IV a I para cultivos con intensidad creciente. Todas esas clases representan un territorio dominado por el *ager* en todo su rango de intensidad de uso.

Como complemento se pueden establecer categorías de uso u ordenación especiales, según particularidades del territorio e intereses de los actores sociales.

Los umbrales definidos por la capacidad de uso y los criterios complementarios, sugieren que la cuenca se podrá planificar con distintas proporciones de los componentes *saltus*, *ager* y *polis*, adquiriendo su tipología y estilo particular, en el marco de restricciones de carácter ecológico.

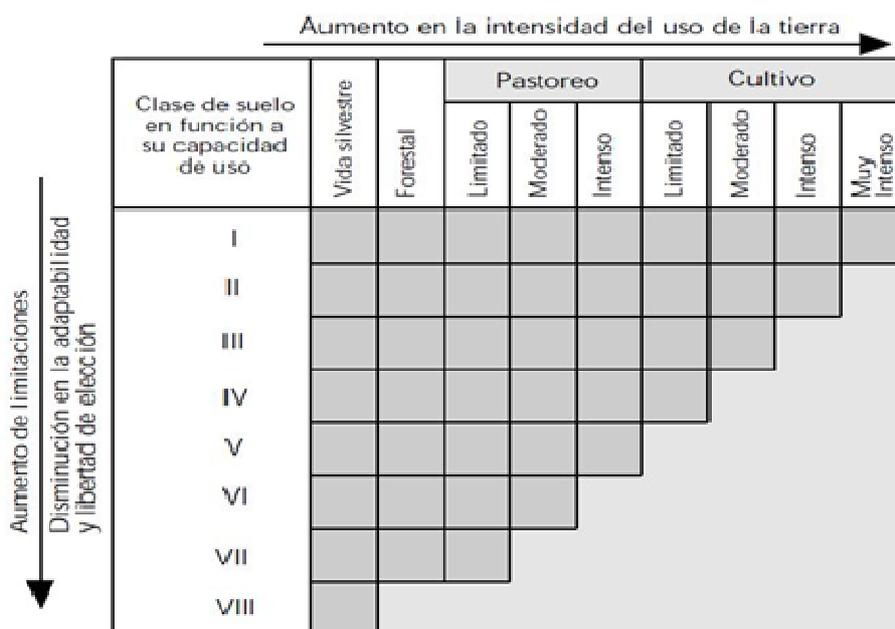


Figura 7. Clases de capacidad de uso de la tierra, donde se ve un gradiente de intensidad en la receptividad tecnológica o de artificialización según características biogeoestructurales (Vink, 1975).

2.1.4 El bosque en la cuenca

Los ecosistemas boscosos son de los más productivos a nivel global, proporcionando a las comunidades humanas una serie de bienes como madera, leña, productos forestales no madereros, y servicios ecosistémicos. FAO, (2010), señala que la actual demanda social de productos forestales y servicios de los bosques es una combinación de una demanda casi estática de la madera, una demanda estable pero en ligero ascenso de productos forestales no

maderables (PFNM) y una demanda pujante pero en gran medida no monetizada de servicios ambientales. Entre éstos, la protección de suelos y agua son los más relevantes.

Dentro del sistema-cuenca, el bosque puede considerarse un subsistema homeostático cuya función es de control, específicamente, de los flujos de energía y materiales. Disipa la entropía (la energía que no es ocupada) por medio de la evapotranspiración y mantiene la homeostasis frente a disturbios directos como el viento y las gotas de lluvia, que se traducen en un movimiento de la materia, principalmente del suelo. El bosque, de esta manera, controla la erosión hídrica, por viento y por gravedad, asegurando que la cantidad de sedimentos que es transportada ladera abajo pueda ser absorbida o eliminada del sistema (Perez, 2002).

Se reporta que a escala global, los cambios de uso de la tierra más significativos tanto en términos de superficie involucrada como en efectos hidrológicos son los procesos de deforestación y reforestación (Iroumé, 1997). En el sur de Chile, la intensificación de la agricultura, el reemplazo de la vegetación nativa, los extensos monocultivos forestales, los incendios forestales y otros cambios asociados, determinan una simplificación de los patrones espaciales y de la disponibilidad de hábitat en paisajes rurales. Asimismo se ha observado un deterioro o disminución en la oferta de algunos de los múltiples servicios ecosistémicos de los bosques, tales como diversidad biológica y provisión de agua en calidad y cantidad, generando impactos ambientales y socioeconómicos, que han afectado la calidad de vida en dichas zonas (Little y Lara, 2010).

Por ello, el mantenimiento de la cobertura vegetal en torno a los cauces (vegetación ribereña) es un factor fundamental en lo que respecta a la contención del arrastre de material de las cuencas (Peña-Cortés *et al.*, 2006), sobre todo en pendientes sobre un 12%, que potencian los procesos arrastre de partículas de suelo y nutrientes (FAO, 2002, en Peña-Cortés *et al.*); así como en la mantención de la temperatura del agua, que puede aumentar si es que la radiación solar llega directamente a la superficie luego de la extracción de fitomasa ribereña (Iroumé, 1997).

Tabla 1. Relación la infiltración de agua en el suelo, producto de la erosión (Córdova, 2010)

Grado de afectación del proceso erosivo	Porcentaje de reducción de la infiltración
Sin erosión aparente	0%
Ligera	2,50%
Moderada	5%
Moderadamente fuerte	10%
Fuerte	20%

En cuencas forestales del centro-sur de Chile, se ha medido que un aumento en 10% de cultivos forestales (exóticos) en pequeñas cuencas reducen en un 20,4 % los caudales de verano. Por el contrario, se predice que por cada 10 % que se logre recuperar la cobertura de bosques nativos será posible incrementar en un 14,1 % los caudales totales de verano. La aplicación de técnicas silviculturales que aceleran la sucesión forestal podrían acortar los plazos de recuperación.

También se señala que los coeficientes de exportación de nitrógeno y fósforo fueron menores en las cuencas con bosque nativo, que en aquellas dedicadas a praderas ganaderas y praderas de agricultura limitada (Little y Lara, 2010).

Los cambios en la calidad física y química del agua, incremento de sedimentos y nutrientes, y cambios en caudales inciden en la biodiversidad y la productividad de los humedales, cuerpos receptores de las aguas continentales (Peña-Cortés *et al.*, 2006). De esta forma la conservación de la biodiversidad acuática está sujeta necesariamente a la conservación de los componentes hidrológicos, ecológicos, biológicos, ambientales y a una estructura socioeconómica sustentable de la cuenca hidrográfica (Marín *et al.*, 2006).

2.1.5 Fauna y Tipología territorial ⁴

La biocenosis que se desarrolla en un lugar se da naturalmente, en primer término por su ubicación ecorregional, y en segunda instancia por su posición en la cuenca. Específicamente, los humedales presentan una biota especializada (azonal) determinada por esta última.

Luego, los patrones de ocupación humana en la cuenca modifican elementos naturales diferencialmente, configurando un paisaje cultural particular con una identidad urbana, rural o silvestre, además de los territorios abandonados. Cada paisaje presenta categorías animales propias (Gastó *et al.*, 2000): el territorio natural (donde domina el *Saltus*) es el escenario

⁴ Basado en Gastó (2008)

propio de la fauna silvestre, en tanto que el territorio rural (dominio de *Ager*) está asociado al ganado doméstico; el territorio urbano (dominado por *Polis*) se asocia a las poblaciones de mascotas y al territorio abandonado a la presencia de animales asilvestrados, o baguales.

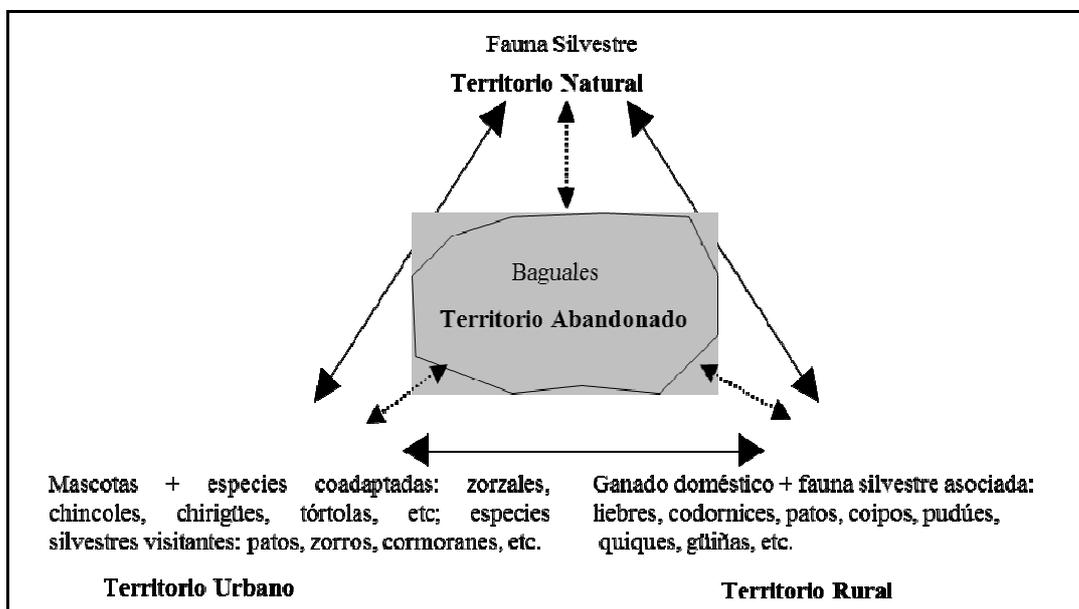


Figura 8. Categorías de animales presentes en cada una de las clases territoriales, como consecuencia de procesos de adaptación, transformación y evolución (modificado de Gastó, 2008).

La fauna silvestre incluye todas las aves, mamíferos, peces, reptiles y anfibios que viven y se reproducen en una comunidad no dominada por el hombre, en ecosistemas naturales (Mc Coy, 1978). Los humedales costeros, ofrecen un buen refugio y abundante alimento a las aves acuáticas silvestres, y son considerados áreas importantes de concentración de aves migratorias. Estas últimas utilizan dichos ambientes sólo durante una parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como puede ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje (Blanco, s.f.).

En forma colectiva, la fauna silvestre es uno de los recursos naturales renovables más valiosos (González *et al.*, 2000). Se sabe que estas comunidades cumplen una función importante en conservar y regular y productividad del suelo y la cosecha de agua de la cuenca (Gastó, *op. cit.*). Las aves acuáticas cumplen roles de consumidores, transportadores de materia orgánica entre el mar y la cuenca (aproximadamente el 30% de la energía consumida por las aves se libera al ambiente como desperdicios) y modificadores del ambiente circundante (Martínez, 1993, en Blanco, *op. cit.*).

El territorio natural se va transformando bajo la acción del hombre organizado social, cultural y laboralmente. La aplicación selectiva de tecnologías sobre elementos del ecosistema transforma

holocénicamente sus estructuras y funcionamiento. Con la apertura de los bosques, desecación de humedales, desarrollo de cultivos y pastizales y generación de estructuras de potreros, corrales y construcciones, surge el medio rural.

En este nuevo escenario, generado bajo la acción de herramientas como el fuego, el hacha, la tracción animal, el arado, los alambrados y los cultivos, habitan los animales domésticos, generados a partir de los animales silvestres mediante la domesticación. La combinación de un medio rural, asociado a poblaciones de animales domésticos adaptados a ese medio, es la base de la ganadería doméstica.

Las mascotas son animales domésticos o mansos que se mantienen y cuidan afectuosamente en el ámbito contiguo al territorio donde se desarrolla la vida humana; en la actualidad están estrechamente asociadas a la vida urbana. Las mascotas pueden tener su origen como fauna silvestre proveniente de ecosistemas naturales, aunque cada vez más tienen se originan a partir de animales domésticos criados en ámbitos rurales.

Algunas especies no domésticas logran coexistir con el hombre en los espacios urbanos de construcciones, prados, arboledas y estructuras seminaturales que coexisten en estos entornos, tales como: palomas, gorriones, patos silvestres, gaviotas, tórtolas, liebres, zorzales y varias otras.

Por último, los territorios abandonados tienen su origen en espacios que originalmente fueron urbanos, rurales o naturales, los cuales sufrieron algún grado de alteración para adecuarse a las necesidades cambiantes de la sociedad. Estos espacios, luego de su abandono, permanecen desocupados por algún tiempo y luego van siendo ocupados por especies invasoras o por baguales, originados en animales previamente domesticados que retrogradan asilvestrándose, como adaptación a su nuevo ámbito que está en algún estadio de sucesión secundaria o terciaria. Ocurre frecuentemente con equinos, perros, gatos, gansos, vacunos y caprinos.

La correspondencia entre la fauna existente y la identidad del paisaje implica que en la ordenación territorial se deben establecer territorios urbanos, rurales y naturales de manera complementaria, en proporciones acordes con las condiciones naturales de la cuenca y con las necesidades de los actores sociales tales como producción, biofilia y afecto, y conservación de la vida silvestre.

2.1.6 Actores sociales y manejo de cuencas

La gestión de microcuencas es una de las bases fundamentales para lograr el desarrollo sustentable. Se asocia fuertemente a propuestas de descentralización, regionalización y, sobre

todo, a establecer los nuevos papeles que le corresponden a actores locales y comunales. Permite tomar decisiones que se ajustan a la realidad de los productores, relevando la diversidad tanto de ambientes ecológicos como de recursos y posibilidades tecnológicas para lograr un desarrollo armónico y sostenible.

Se plantea como un trabajo participativo, pues sólo quienes conozcan su entorno sabrán hasta dónde puede ser éste intervenido, sin causar daños que lleven a un colapso irreversible (CIP, 1997; Durojeanni, 1994). Además, sistemas de gestión participativos y democráticos permiten avanzar hacia la equidad social (Aránguiz, 2002).

El conjunto de actores sociales de la cuenca comparten en una realidad territorial común que los relaciona, independientemente de si éstos se agrupan administrativa o formalmente dentro de dicho territorio. Por ello, las *actuaciones* que realizan en el territorio repercuten o pueden repercutir en la cotidianidad de otros, en su calidad de vida, posibilidades productivas, salud, riesgo, accesibilidad, etc.

La hidrología es el principal elemento conector en esta unidad, y su intervención no pensada puede romper el equilibrio precario y determinar un empobrecimiento general del medio natural (Aránguiz, *op. cit.*). Las consecuencias de ello son esencialmente más severas en países en vías de desarrollo, donde la economía rural y el bienestar de los miembros de la comunidad dependen aún más estrechamente de los recursos que proporcionan los ecosistemas locales, aunque a veces esto no sea apreciado por las personas que forman parte de esta comunidad (Tabilo-Valdivieso, 2003).

Por lo anterior, se sostiene que la gestión armónica de los recursos hídricos requiere:

- Admitir, antes que todo, que una cuenca hidrográfica constituye una unidad territorial.
- Reconocer que considerar y preservar esta unidad es una condición esencial para la satisfacción óptima de la demanda de agua de diferentes escenarios.
- Reconocer la necesidad de definir objetivos específicos y apropiados a cada ámbito o territorio específico dentro de cada cuenca; y de ejecutar las obras y acciones necesarias para alcanzar tales objetivos.
- Aceptar que todos los usuarios tienen un legítimo derecho sobre el agua y, en consecuencia, admitir que cada uno de ellos tiene, en forma equivalente, limitaciones para su propio uso (Aránguiz, *op. cit.*).
- Plantear el manejo de cuencas considerando como componente esencial la sabiduría y conocimiento de los actores sociales locales.

2.2 Rehabilitación Forestal

El concepto de degradación forestal alude a los cambios en el bosque que afectan negativamente la estructura o función de un rodal o sitio, y por lo tanto reducen su capacidad de proporcionar bienes y/o servicios. El bosque degradado ha perdido su estructura, función, composición de las especies y/o productividad en relación al tipo forestal natural en ese sitio (Simula, 2009).

La restauración ecológica se refiere al restablecimiento de las principales características de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido; es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Su objetivo es emular la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema en cuestión (Primack y Massardo, 2001 y SER, 2004, en Cruz, 2008), y normalmente se usa para mejorar el valor de conservación o la productividad de un área determinada (Orsi *et al.*, 2011).

En este caso se utiliza el concepto de rehabilitación forestal como un enfoque derivado de la restauración ecológica. Aquí se busca la reparación del ecosistema dañado, no la “recreación” del original, y al menos la recuperación de algunas de las especies originales del ecosistema. Se centra en las especies dominantes (en este caso forestales), y retrasa su acción sobre las especies raras y menos comunes. Con ello se pretende recuperar servicios de los ecosistemas forestales, como la protección del agua y suelo, además de la provisión de recursos madereros y no madereros. Sin perjuicio de lo anterior, se utilizan indistintamente conceptos y métodos desarrollados para la restauración ecológica.



Figura 9. Aproximaciones a la recuperación de hábitats (Bradshaw, 1990, en Cruz, 2008).

Los esfuerzos de restauración para la recuperación del servicio ecosistémico provisión de agua se justifican en aquellas cuencas que han sufrido cambios como consecuencia del hombre y donde su impacto se ve reflejado en el reducido nivel de satisfacción de las distintas demandas sociales y económicas por dicho servicio (Little y Lara, 2010), o signifique un riesgo de ella.

En dichos casos, algunas acciones que contribuyen al provisionamiento de agua por las cuencas son la regulación de los usos de suelos en la cuenca y su manejo (Lara et al., 2009), cambios en las prácticas de manejo del suelo y modificación en la composición, densidad, disposición y tamaño de los rodales boscosos.

Para aumentar los beneficios de la rehabilitación, ésta debiera ser planificada e implementada a escala de paisaje (UICN, 2011). Según esto, se identifican tres unidades subsistémicas diferentes que, en integración espacial conforman el territorio: “el territorio está compuesto solamente por parches, corredores y matriz de fondo y estas unidades son a su vez ecosistemas locales” (Forman, 1995, en Perez, 2002). Entonces el bosque puede ser dispuesto espacialmente sobre las unidades administrativas o la cuenca como matriz, parche y corredor.

La matriz es el elemento más extensivo y más conectado del paisaje, porque posee flujos de energía, materiales y especies. La primera diferencia entre una matriz y un parche es su proporción y configuración relativa. La matriz es mucho más grande en área total y generalmente tiene lindes cóncavos circundando a otros elementos del paisaje. Es el ecosistema de fondo o el tipo de uso de suelo en el territorio, caracterizado por una extensa cobertura, alta conectividad y/o mayor control sobre la dinámica.

El parche, es un área no lineal relativamente homogénea que difiere de las que lo rodean (la microheterogeneidad interna presente es repetida en forma similar en toda el área del parche).

El Corredor es una franja de un tipo particular que difiere desde la tierra adyacente en ambos lados (los corredores tienen importantes funciones, incluyendo conducción, barreras y hábitats). Los tipos de corredor planteados son:

- *Línea*: son estrechas bandas esencialmente dominadas por especies de borde como por ejemplo: senderos, carreteras, setos vivos, canales y zanjas.
- *Fajas*: son anchas bandas que contienen principalmente especies de interior (son menos frecuentes que el corredor en línea).
- *Corredores riparios*: es la banda de vegetación a través de un río. Sus funciones de control del agua y del flujo de los minerales son conocidas, así también como la inhibición de la erosión y el escurrimiento de los nutrientes.

2.3 Fundamentos Ecológicos: Ecosistemas de Humedales

2.3.1 Definición y Clasificación

Los humedales o *wetlands* se definen como zonas de transición entre sistemas acuáticos y terrestres donde la columna de agua está generalmente en o cerca de la superficie, (Cowardin *et al.* 1979), constituyendo un ecotono.

En Chile, la definición más convencional y aceptada corresponde a la de la convención Ramsar (Irán, 1971): *Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.*

Estos ambientes muestran una enorme diversidad de acuerdo con su origen, localización geográfica, régimen acuático y químico, vegetación dominante y características del suelo o sedimentos. Así, puede existir una variación considerable en un mismo humedal y entre diferentes humedales próximos unos a otros, formando no sólo ecosistemas, sino paisajes totalmente diferentes (EME, 2005).

Tras una revisión de las definiciones más usadas de humedales (más de 50), Mitsch y Gosselink (2007, en Fariña y Camaño, 2012) plantean tres elementos comunes a casi todas:

- Presencia de agua, ya sea en la superficie o zona de raíces
- Condiciones edáficas únicas, diferentes al resto del sustrato emergido (saturación)
- Presencia de biota característica adaptada a condiciones húmedas (como las plantas hidrófitas) y ausencia de biota intolerante a inundaciones

Hidrología, edafología y biota son la esencia en el estudio de humedales, y dentro de éstos, la hidrología (nivel de agua, flujo, frecuencia, etc.) es considerada la variable principal, gobernando el desarrollo del ambiente físico-químico y el desarrollo de las comunidades bióticas. Es decir, el agua determina la estructura del ecosistema y por lo tanto sus funciones ecológicas (SAG, 2006; Cowardin *et al.*, 1976, en Tiner, 1999; Mitsch y Gosselink, 2007; Fennessy *et al.*, 2004).

Dada la amplia gama de humedales existentes, se hace necesario contar con sistemas de clasificación que permitan agruparlos en clases o familias con características comunes, para disminuir la variabilidad inherente a dichos ambientes. Esto es particularmente importante en su inventario, manejo, conservación y restauración (SAG, 2006; Tiner, 1999); pues se sabe que las características del régimen hidrológico, el suelo o los componentes bióticos de los humedales determinan un funcionamiento idiosincrático del ecosistema que, en el caso de Chile, resulta ser muy alto (Fariña y Camaño, 2012).

Tiner (1999) plantea que los criterios de clasificación más comunes son: vegetación, hidrología, química del agua, origen del agua, tipos de suelos, posición en el paisaje y geoforma, origen y tamaño del humedal.

La clasificación RAMSAR permite identificar tipologías de hábitats para avifauna, discriminando entre naturales y artificiales (origen), y en los naturales entre marino-costero y continental. En los marino-costeros son 12 categorías, mientras en los continentales y en los artificiales son 20 y 10 categorías respectivamente.

Dentro de los humedales marinos o costeros, se puede hacer distinción entre los que son afectados por las mareas y los que no lo son. Los humedales mareales serían estuarios, lagunas y ríos costeros donde la marea ejerce una influencia primordial en la hidrología del sitio (Cowardin, 1979, en Tiner, 1999).

2.3.2 Humedales costeros y marismas

La zona costera constituye un ambiente particular donde es posible encontrar la interfase tierra, agua y aire, además de la mezcla entre agua dulce y salada (ambientes mixohalinos) (Malvárez, 1999).

Los humedales marino-costeros se diferencian de los humedales continentales, porque su estructura y dinámica están gobernadas por procesos marinos, aunque además en ellos intervienen procesos propios de la cuenca hidrográfica como variaciones estacionales de caudal, corrientes subterráneas, erosión y sedimentación de cursos fluviales, entre otras. Respecto a los procesos marinos, son de gran importancia las variaciones relativas del nivel del mar, corrientes marinas, oleaje, mareas, transporte y depósito de sedimentos marinos. La mezcla de todos factores marinos y terrestres permite la evolución de procesos de acreción y erosión, que inciden en la biostasia o biorreexistencia del sistema húmedo, determinando su evolución o equilibrio morfogenético (Montaña, 2010).

Cada tipo de humedal costero se emplaza en posiciones del paisaje específicas, albergando distintas comunidades bióticas y proveyendo distintas funciones. En sentido tierra-mar, se encuentran:

Tabla 2. Humedales costeros y su ubicación en el paisaje (Fares y El-Kadi, 2008).

humedales costeros	Breve descripción	ubicación
Riparianos/ estuarinos	Ecotono tierra-agua en las cuencas costeras	Zona terminal cuenca
Marismas (o pantanos) de agua dulce (<i>high marsh</i>)	Están suficientemente cerca del mar para experimentar influencia mareal pero no son alcanzadas por el agua oceánica salada	Supramareal
Marismas (o pantanos) de agua salada (<i>salt marsh</i>)	Son zonas de acumulación de sedimentos inmediatas al mar, experimentan la influencia mareal y la mezcla de agua dulce y salada	Intermareal
Lechos herbáceos marinos (<i>seagrass beds</i>)	Área con plantas acuáticas que viven completamente sumergidas en agua salina y un sustrato sedimentario	Mareal

En Chiloé, los humedales marino-costeros están representados por los estuarios, llanuras mareales y marismas, que se presentan con mayor frecuencia en la costa norte y este de la Isla Grande, producto de condiciones geomorfológicas y oceanográficas.

Los estuarios corresponden a zonas terminales de un río en que las corrientes marinas interactúan con las corrientes fluviales (Andrade, 1985, en Montaña, *op. cit.*). Dicha confluencia genera gradientes de salinidad, temperatura y densidad en el ambiente (Gligo, 2008).

Generalmente los estuarios se asocian a las **planicies intermareales**, que son extensiones de sedimentos finos no consolidados de baja pendiente, cuyo principal agente geomorfológico son las corrientes de marea. La superficie anegada de agua genera suelos anóxicos ricos en

carbono orgánico, lo que conlleva la presencia de fauna endémica y diferenciada de las zonas adyacentes (Keddy 2000, en CECPAN, 2010).

Las marismas alta y baja en general se desarrollan conjuntamente en la zona costera mareal. Son similares en fisonomía y funcionamiento, salvo por la composición de la biota que varía ante el cambio en el estrés por salinidad. En las marismas de agua dulce hay una mayor diversidad de plantas y aves. Sin embargo dichas marismas son tan similares que no es fácil establecer límites entre ellas; además, las marismas salobres han sido mucho más estudiadas. Por estas razones en el desarrollo del trabajo no se hará mayor distinción entre ellas, teniendo en cuenta que existe un gradiente de condiciones abióticas y bióticas según la cercanía y conectividad con el mar.

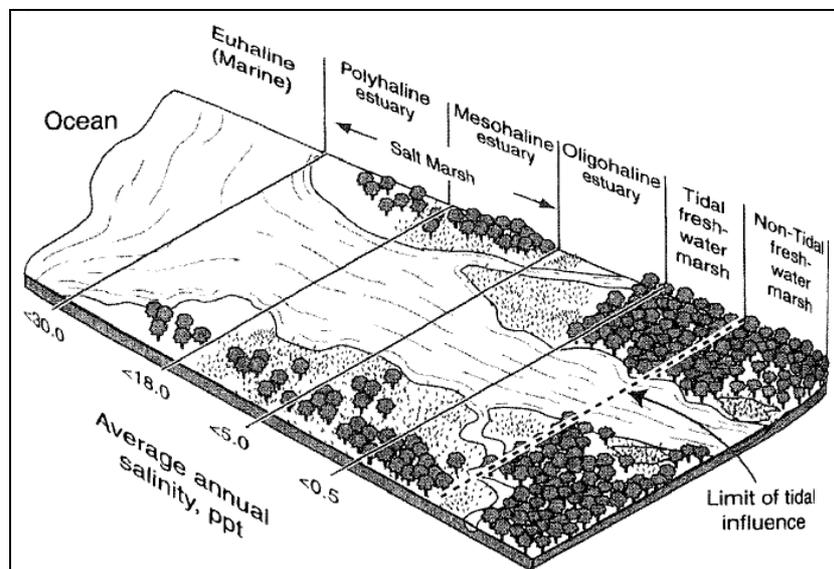


Figura 10. Humedales costeros (ripariano, estuarino y marisma) como un continuo entre la cuenca y el mar (Fares y El-Kadi, 2008).

Los límites superior e inferior de la superficie ocupada por estos ecosistemas se encuentran generalmente acotados a los niveles de inundación alcanzados por las mareas. El límite inferior depende de la duración y magnitud de la inundación, del efecto mecánico del oleaje, de la disponibilidad de sedimentos y de la tasa de erosión. El límite superior generalmente coincide con el límite de inundación que alcanzan las mareas extremas (Montaña, *op. cit.*).

2.3.3 Importancia de los humedales costeros

A nivel global, los humedales son reconocidos como ecosistemas de alta importancia, tanto por albergar una vasta biodiversidad, como por proporcionar una serie de servicios ecosistémicos.

En particular, las planicies intermareales y marismas actúan como filtros de contaminantes a través de la retención de sedimentos provenientes de las cuencas y el ciclaje de nutrientes (Mitsch y Gosselink, 2007; CONAMA, 2006).

Representan áreas naturales de amortiguamiento de eventos climáticos como tormentas y oleaje, previniendo posibles inundaciones y conteniendo la erosión en zonas terminales de las cuencas.

Se les reconoce alta relevancia por su productividad y diversidad biológica (Hauenstein *et al.*, 2002). En productividad primaria, las marismas son de los sistemas más aportantes (en el rango de 2.9 a 7.5 kg/m²/año), con un rol importante en el ciclo del carbono. Las plantas vasculares contribuyen en mayor medida, aunque las algas bentónicas también juegan un papel importante (Malvárez, 1999).

Además, constituyen un hábitat ideal para la reproducción y crianza de una amplia variedad de organismos (peces, crustáceos y moluscos), incluyendo muchas de las especies de importancia comercial, así como de vida silvestre.

En lo cultural son importantes, pues conforman el espacio vital de la sociedad chilota y son fuente de recursos naturales para muchas de las actividades cotidianas de los actores del borde mar (Montaña, 2010).

Tabla 3. Resumen servicios ecosistémicos proporcionados por ecosistemas de humedales.

Estructura	Funciones	Procesos	Bienes	Usos
Biodiversidad	Recarga y Descarga acuíferos	Ciclo Nutrientes	Granos	Recreación
Hábitat vida silvestre	Control inundaciones	Producción Primaria	Tubérculos	Prácticas espirituales
	Control Erosión	Remoción Nitrógeno	Fibras	Bienestar humano
	Retención sedimentos		Peces	Observación aves
	Retención nutrientes		Mariscos	Ecoturismo
	Estabilización del clima		Recursos vegetales-forestales	Inspiración
	Secuestro Carbono		Agua limpia	Relajación
	Purificación agua			Transporte
	Provisión de comida			
	Mitigación cambio climático			
	Desarrollo suelo			
	Mitigación de tormentas			
	Soporte especies raras			
	Asimilación de desechos			

Cabe destacar que a nivel nacional, los humedales menos representados dentro de los sitios prioritarios y sistema de áreas protegidas corresponden a los humedales costeros, y que justamente se encuentran con el mayor grado de amenaza (SAG, 2006).

2.3.4 Marismas y Cuencas

Uno de los ecosistemas más susceptibles a nivel de cuenca lo constituyen los humedales (San Martín *et al.*, 2006). Por ello, el análisis de los sistemas límnicos desde una perspectiva de cuenca es una poderosa herramienta, para el análisis ecológico de la biodiversidad y para su integración ecológico-social (Gayoso *et al.*, 2000).

El enfoque de cuenca tiene gran importancia por la relación directa que existe entre las *partes altas* y las *partes bajas*, de manera que todos los efectos naturales y las acciones antrópicas inciden de modo determinante en su curso inferior. El proceso geomorfológico es el más lento y de mayor jerarquía del sistema, el cual concluye en darle la forma al paisaje y ordenar el movimiento del sustrato desde las partes más altas hacia las laderas y depresiones. Desde esta perspectiva, los cursos de agua son esencialmente agentes de erosión y transporte de sedimentos que, cada año y en función de las características medioambientales de sus cuencas, transfieren grandes cantidades de material sólido desde el interior de los territorios drenados hacia las partes bajas de los mismos y hacia el mar. Es decir, son los principales elementos conectores entre las partes altas y bajas de las cuencas.

De acuerdo a lo anterior, una cuenca puede dividirse en tres zonas funcionales, las cuales presentan distintas características estructurales y un grado de fragilidad diferente (figura 11) (Cotler y Priego, 2004, Sotelo, *et al.*, 2005, en Córdova, 2010).

1. La zona de cabecera, o la parte alta de la cuenca; representa una zona de vital importancia, pues los procesos y acciones que se desarrollan en esta parte, invariablemente tendrán repercusiones en las partes bajas; de aquí que su fragilidad sea elevada. En la zona de cabecera se garantiza la captación inicial del agua, en donde la cubierta vegetal presente, actúa como reguladora de la cantidad y temporalidad del flujo del agua, protegiendo a los suelos de la erosión hídrica y consecuentemente de la sedimentación y degradación de ríos, así como la pérdida de fertilidad de las laderas.

2. La zona de captación- transporte, o parte media de la cuenca; es la porción en la que se capta la mayor parte del agua que entra al sistema, así como se transporta agua, materiales, sedimentos y nutrientes provenientes de la cabecera. Se caracteriza por ser la zona de amortiguamiento entre la parte alta y baja de la cuenca, en donde ocurren mayormente las actividades productivas.

3. La zona de emisión o parte baja de la cuenca; es la zona de recepción de los cursos de agua, que se encuentran en su estado más caudaloso y dado al relieve, con menor energía. Esta zona recibe todos los impactos de las acciones realizadas en las otras partes de la cuenca.

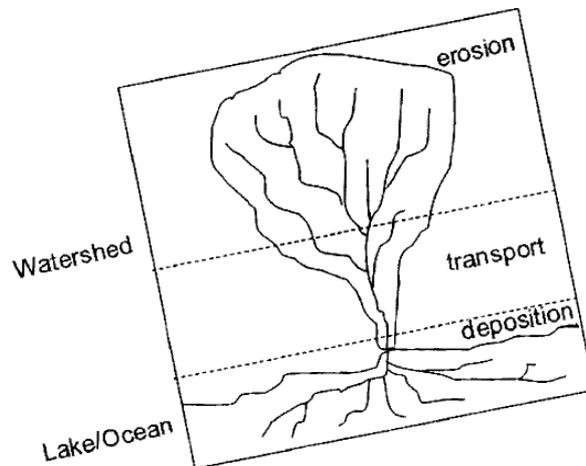


Figura 11. Zonas funcionales de una cuenca hidrográfica en proyección vertical. De lo más alto hacia abajo: zona de cabecera, captación y deposición (Fares y El-Kadi, 2008)

Las marismas reciben el aporte de agua dulce y materiales disueltos y suspendidos provenientes de cursos de agua, escorrentía y acuíferos que se originan *aguas arriba*. A partir de ello revisten un extraordinario valor e importancia como zonas de transformación y depósito para los nutrientes y sustancias contaminantes (Capurro, 2003, en Diaz, 2011). Además constituyen un ecotopo especial, albergando organismos exclusivos de estos ambientes, constituyendo arquitecturas fito y zoocenósicas diferentes, dadas precisamente por su posición en la cuenca.

A partir de lo anterior, es posible abordar la conservación e incluso restauración de un humedal desde la perspectiva de cuencas, manejando los cursos de agua aportantes (Fares y El-Kadi, 2008).

2.3.5 Geomorfología

La evolución geomorfológica del litoral está dada por la combinación de los agentes modeladores del relieve de tipo “dinámico-exógeno”, como el oleaje, mareas, corrientes litorales y vientos, fuerzas “climáticas exógenas” y “fuerzas estructurales” de tipo tectónicas. Estos agentes desencadenan procesos que interactúan con los materiales y estructuras presentes, produciendo distintos tipos de costas (Castro y Morales, 2006, en Montaña, 2010).

Las marismas se emplazan en costas deposicionales, que tienen a acumular sedimentos, donde la pendiente suave y la baja energía del oleaje se conjugan para ello.

El origen de los sedimentos que se depositan es variable, pueden ser provenientes de los sistemas terrestres adyacentes y llegar a través de los ríos o cursos de agua dulce que desembocan en el estuario o mar; de origen marino, o sedimentos orgánicos generados in situ (Malvárez, 1999).

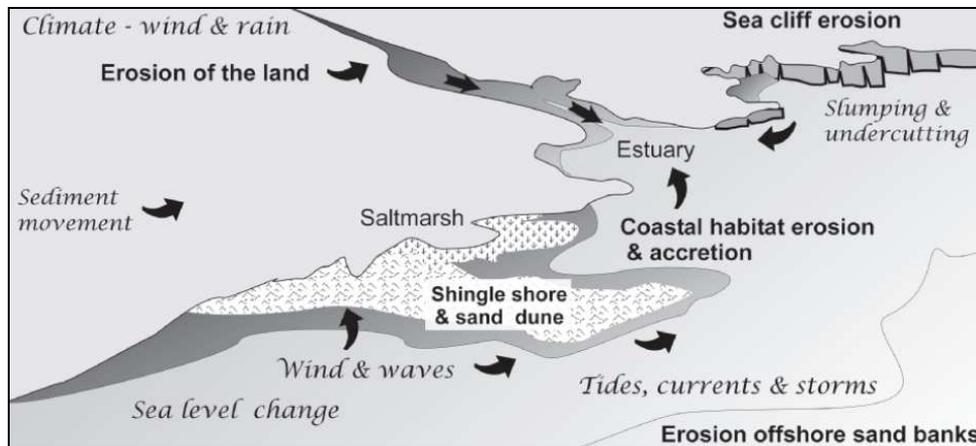


Figura 12. Procesos que afectan la provisión y/o movimiento de sedimentos en la zona costera (Doody, 2008).

2.3.6 Edafología

El rasgo más característico de los suelos de estos humedales es el anegamiento, produciendo anoxia por distintos periodos de tiempo, condicionando todos los procesos bioquímicos.

Los suelos deposicionales de las marismas poseen abundante materia orgánica, limos finos y arcillas, otorgándoles características fangosas, aunque en los canales principales de drenaje y en las llanuras arenosas pueden encontrarse arenas gruesas. La clasificación textural tipo de estos ambientes muestra que pueden ser texturas muy limosas, franco limosas, arcillosa limosas o muy arcillosas, dependiendo de los flujos de sedimento dominantes (figura 13).

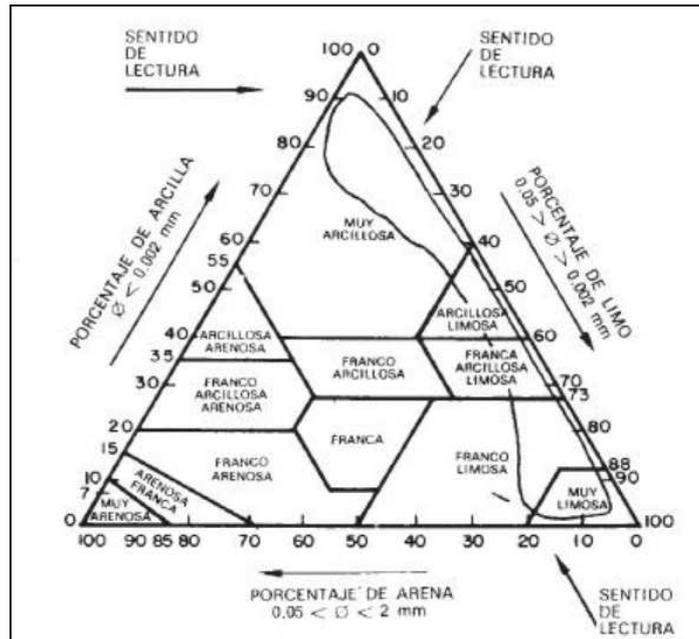


Figura 13 . Clasificación textural tipo del suelo de una marisma (Smith *et al.*, 1995).

Las marismas desarrollan un profundo horizonte turboso sobre capas limosas orgánicas; normalmente se acumula en las marismas altas donde la inundación es menos frecuente y la erosión costera menor que en las marismas bajas (Smith *et al.*, 1995). El grado de descomposición de la materia orgánica varía en función de la oxigenación y temperatura, por lo tanto también será mayor en la zona alta.

2.3.7 Hidrología

Los principales factores gobernantes de la hidrología de estos sistemas son de dos tipos: dulceacuícola y salino, que en conjugación con la morfología de la cubeta producen una alta dinámica. Esto determina el resto de las condiciones, como la disponibilidad de nutrientes, los niveles de pH, el grado de anaerobiosis del sustrato, la salinidad del suelo y diversas propiedades del sedimento (SAG, 2006).

La porción dulceacuícola está representada por los ríos o esteros afluentes, las aguas subterráneas y las precipitaciones (Smith *et al.*, *op. cit.*). Cobra mayor relevancia en el sistema durante la época de invierno, donde se concentran las precipitaciones y por lo tanto la escorrentía, caudales, velocidades y alturas de escurrimiento, etc. En ese momento se produce una reducción de la producción biológica, por el “lavado hidráulico” de los componentes bióticos y abióticos del humedal. En cambio, durante el periodo de estiaje la producción biológica aumenta.

La inundación periódica y predecible producida por las mareas es el factor de mayor relevancia en el comportamiento de estos sistemas. Las mareas actúan de forma antagónica: producen estrés debido a la salinización y anaerobiosis de los suelos; sin embargo, subsidian al sistema porque remueven el exceso de sales, reestablecen las condiciones aeróbicas y proveen nutrientes (Malvárez, 1999). Los ritmos de las mareas presentan un patrón diario, mensual y estacional. Son generadas por la fuerza gravitacional de la luna y su magnitud depende de la posición de la luna respecto al sol.

2.3.8 Vegetación

Desde el punto de vista de la vegetación, las marismas corresponden a praderas pantanosas salobres, generalmente ubicadas en los estuarios de los ríos del centro-sur de Chile y que sufren al menos dos inundaciones diarias con agua salada por los regímenes mareales (San Martín *et al.*, 2006). La flora está constituida por especies tolerantes a alta salinidad en el medio, pero no necesariamente son plantas halófitas.

Dadas las condiciones ambientales extremas, la mayoría de las comunidades asociadas a este tipo de ambientes están constituidas por especies altamente especializadas, y por lo general están caracterizadas por un bajo número de especies (Malvárez, 1999). Dichas plantas tienen un carácter azonal debido a que su distribución está determinada por las características edáficas (anegamiento), antes que por el macroclima (San Martín *et al.*, 2006, en Fariña y Camaño, 2012); por ello, presenta amplios rangos de distribución, siendo muchas especies cosmopolitas.

La zonación vegetal de las marismas sigue un patrón similar en las zonas templadas del mundo (Mitsch y Gosselink, 2007), por lo que se consideran ambientes susceptibles a las invasiones biológicas (Tiner, 1999).

Las plantas helófitas mantienen sus raíces en los sedimentos, los tejidos vegetativos en toda la extensión de la columna de agua y parte de los tejidos aéreos (ej. totoras y ciperáceas) (Hauenstein y Falcón, 2001), y cumplen el rol de productores primarios. Con ello se alimentan los herbívoros y se oxigena el medio acuático. Las partes aéreas que senescen, caen al agua y aportan materia orgánica al sustrato (Marín *et al.*, 2006).

En función del gradiente de condiciones ambientales en el sentido de la variación topográfica o la interface tierra- mar, se genera una zonación⁵ vegetal de franjas paralelas a la costa. Así,

⁵Posición de una especie en un gradiente temporal o espacial según su tolerancia a condiciones abióticas y sus interacciones con otras especies (Fariña, 2012).

habrían especies que dominan la zona de mayor influencia mareal y otras que dominan zonas más altas, con predominancia de influencia estuarina. En otros lugares, este patrón no es tan marcado y el pantano salado está constituido por un mosaico de distintos parches que corresponden a distintos tipos de vegetación.

Finalmente, una marisma presenta una compleja zonación y estructura vegetal, animal y microbiana, en la cual todos los organismos están adaptados al estrés (Andrade, 1985 y Bird, 1985, en Montaña, 2010; Malvárez, 1999).

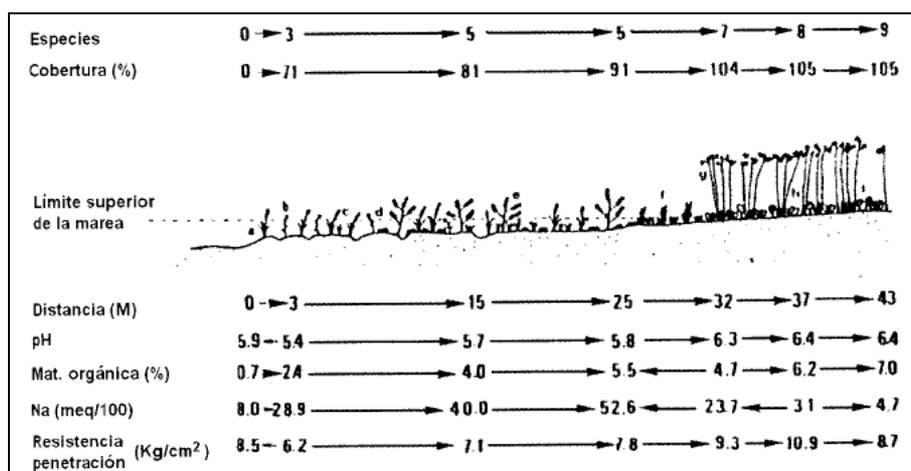


Figura 14. Gradiente de condiciones bióticas y abióticas en un humedal costero (Fariña *et al.*, 2012)

2.3.9 Fauna

El gradiente de condiciones ambientales y la zonación vegetal resultante, sumados con la variabilidad geomorfológica propia de los humedales y estuarios, determinan una alta variabilidad de microhábitats, que repercute en una zonación de los grupos tróficos y especies de fauna.

En los sedimentos de las planicies intermareales existe abundante fauna denominada macroinfauna bentónica o invertebrados bentónicos, entre los que se encuentran poliquetos, oligoquetos, moluscos, crustáceos, insectos y equinodermos, que existen debido a la relación del agua con el tipo de sedimento y su materia orgánica (Glémarec, 1986, Hynes, 1970, Reece y Richardson, 1998, en Huenun, 2009).

En un nivel superior, las aves silvestres figuran como un grupo emblemático de la biota de los humedales; son cientos las especies residentes⁶ y migratorias que encuentran sitios elementales de refugio, reproducción, crianza y alimentación en estos productivos ecosistemas

⁶ Que son nidificantes en el área geográfica descrita.

(Kracauer et al, 1997), congregándose por miles en estuarios y marismas (Sewell, 1996; Botto et al. 1998; Van der Meer et al., 2001, en Huenun, 2009).

En el ambiente propiamente marino, se encuentran mamíferos que se alimentan de especies de peces que se adentran al humedal en pleamar. Entre ellos el delfín chileno (*Cephalorhynchus eutropia*), el lobo marino (*Otaria flavescens*), el delfín austral (*Lagenorhynchus australis*) y la marsopa (*Phocoena spinipinnis*) (CECPAN, 2010).

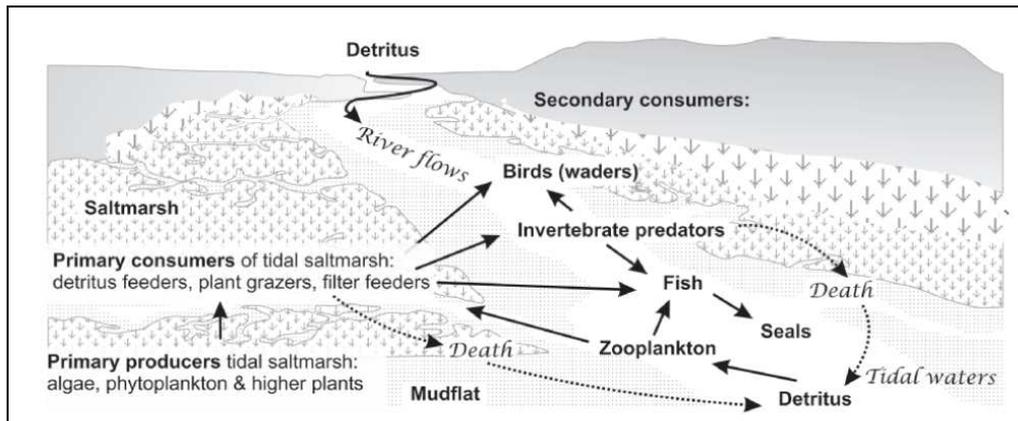


Figura 15. Diagrama simplificado de las principales relaciones tróficas en un estuario y marisma (Fariña, 2012).

2.3.10 Ciclos biogeoquímicos

Si bien los ciclos biogeoquímicos son tramas complejas, los estudios de ecología se centran en los ciclos del nitrógeno (N) y fósforo (P) por su alta relevancia en términos de productividad y eutrofización de los ecosistemas (Little et al., 2008), y por ser el N el elemento más limitante. Además, en la mayoría del mundo desarrollado estos nutrientes son el principal contaminante del agua (LePage, 2011).

La principal diferencia entre los ciclos de ambos macronutrientes es que el N tiene una fase gaseosa, mientras el P no pasa por ese estado, limitándose al suelo, agua y organismos vivos. El P (como ortofosfato) y N (como amonio) son aplicados como fertilizantes en cuencas agrícolas. Los cultivos no asimilan todo el N y P aplicado, por lo tanto una fracción de éstos es disuelta con el agua del suelo y adsorbida en sus partículas (LePage, 2011). En las regiones de clima templado lluvioso, el movimiento de N y P está estrechamente relacionado con el ciclo hidrológico (Little et al., 2008).

El N se encuentra en forma orgánica (formando parte de la materia orgánica), inorgánico soluble como amonio (NH₄) y nitrato (NO₃-), o gaseoso como N₂ y NO₂. Los compuestos inorgánicos nitrogenados están relacionados con la actividad bacteriana (amonificación,

nitrificación, denitrificación y fijación). En la denitrificación ocurre una conversión de nitrato a N₂ y NO₂ (gases), y las condiciones necesarias para ello están en la interfase de suelo óxico y anóxico. Entonces los humedales son *hotspots* de denitrificación porque las raíces de las plantas oxigenan el suelo adyacente, aumentando la superficie de esta interfase (LePage, *op. cit.*).

El fósforo, es transportado a los cursos de agua adherido a las partículas de suelo, donde la adsorción ocurre rápidamente por enlace covalente entre iones fosforados a hidróxidos de Fe y Al del suelo superficial (Fares y El-kadi, 2008), abundantes en suelos trumaos.

Las marismas actúan como filtros que interceptan el P y lo remueven del sistema antes de que alcance los cuerpos de agua adsorbiéndolo en las partículas de arcillas (Mitsh y Gosselink, 2007) del suelo. Esto genera una acumulación del elemento, por lo que aparentemente no actuaría como recurso limitante.

En el caso de contaminantes bioacumulables, en el humedal se encuentran todos los factores que refuerzan su permanencia y ascenso en las cadenas tróficas (Fares, *op. cit.*)

Se sabe que ante un cambio en la disponibilidad de nutrientes alóctonos (natural o artificial) prolifera el fitoplancton, generando exclusión competitiva sobre las plantas mayores, lo que se conoce como eutrofización (Kemp *et al.*, 2005, en Lepage, *op. cit.*).

En general, sistemas de humedales oligotróficos (con bajo contenido de nutrientes) permiten un desarrollo normal de la flora vascular, que obtiene los nutrientes desde el sustrato a través de sistemas radiculares. Asimismo, cuerpos de agua que contienen más vegetación acuática, contienen más peces e invertebrados, y por lo tanto albergan más organismos de niveles tróficos superiores, como las aves que se alimentan de ellos. Pequeños aumentos de nutrientes podrían beneficiar a la vegetación helófitas, pero también significa la proliferación del fitoplancton que, a diferencia de las plantas mayores, depende casi exclusivamente de los nutrientes disueltos en la columna de agua. Esto produce disminución en la cantidad de luz que penetra en la columna de agua y posteriormente una disminución del O₂ por la descomposición de la biomasa generada, ocasionando la muerte de peces, plantas y otros organismos de importancia económica y alimentaria. Los sistemas eutrofizados pueden ser más productivos que los no contaminados, sin embargo esta producción tiene poco valor en funciones ecológicas o sociales (LePage, *op. cit.*).

3. Materiales y Métodos

En el desarrollo del trabajo se aplica un método de ordenación territorial, considerando la cuenca como ecosistema origen. En primera instancia se describe el territorio con información primaria y secundaria. Posteriormente se sistematizan y analizan los resultados de la descripción usando como referencia el marco teórico generado. Se plantea un diagnóstico, que finalmente permite elaborar una propuesta de ordenación o solución al problema. Por último, se ejecutan las propuestas generadas.



Figura 16. Secuencia metodológica para la rehabilitación y ordenación de la cuenca (modificado de Tapia, 2012).

3.1 Caracterización del territorio y actores

La caracterización del territorio se realizó con el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gastó *et al.*, 1993). Se seleccionaron las variables descriptivas del territorio más pertinentes según los objetivos del trabajo, agrupadas en cuatro capas temáticas:

- Biogeoestructura: distrito-sitio (pendiente, textura-profundidad, hidromorfismo), clase de uso (estimación), cobertura vegetal, altitud, distribución de avifauna en el humedal.
- Hidroestructura: microcuencas, red hidrográfica, humedal costero, hitos y tecnología asociada a la conducción y provisión de agua.
- Tecnoestructura: red vial, casas, galpones, servicios, poblado, escuela, iglesia, hitos construídos.
- Espacioestructura: división predial.

El primer paso en el trabajo se realizó en gabinete y consistió en la revisión y recopilación de antecedentes bibliográficos e información secundaria proporcionada por CECPAN, describiendo el área de estudio para contextualizar el trabajo (Figura 17).

Se realizó fotointerpretación previa a la toma de datos, determinando los límites de las microcuencas, hidrografía, unidades homogéneas de cobertura y geomorfología, y red vial. Las fuentes cartográficas usadas fueron variadas y de distintas resoluciones espaciales:

- Fotografías aéreas SAF, en escala 1:20000, vuelo año 2010, en blanco y negro. Fotogramas 102156, 102155 y 102154
- Carta topográfica Dalcahue en escala 1:50.000, del Instituto Geográfico Militar
- Ortofoto CIREN digitalizada, en escala 1:20.000

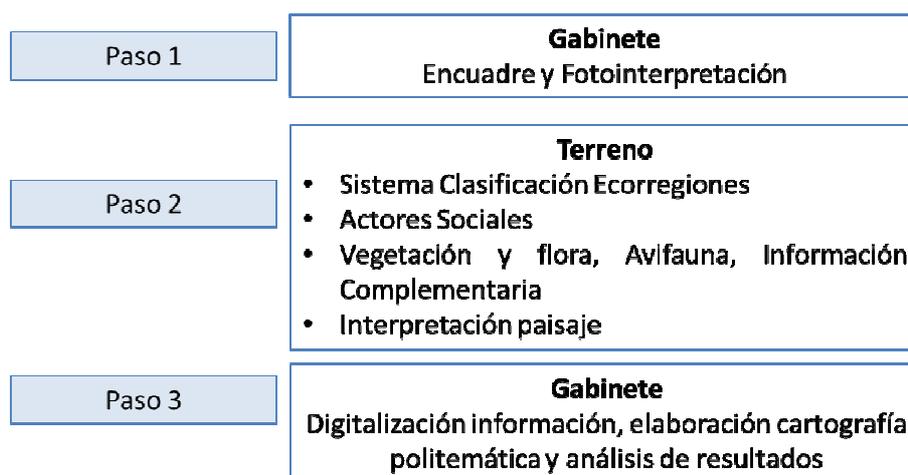


Figura 17. Esquema metodológico de la caracterización del territorio (elaboración propia).

El paso siguiente consistió en 3 campañas de terreno entre septiembre de 2012 y febrero de 2013; una primera de reconocimiento del área y facilitadores del proyecto, y las dos restantes de toma de datos.

Tabla 4. Principales mediciones de terreno

Componente	Método
Edafología	Muestreo con barreno y calicatas (cortes de caminos) en las distintas zonas de las cuencas.
Topografía	Medición directa de pendiente con clinómetro.
Flora bosque	Parcelas forestales de 400 m ² .
Georreferenciación	Recorrido terreno en vehículo, a pie y en bicicleta, con GPS.
Avifauna	Censos de punto fijo y observación, con apoyo de especialista.

Fuente: Elaboración propia.

La Socioestructura (información social) no se expresa espacialmente como capa, sino cualitativamente. El trabajo consistió en la identificación de los actores sociales, y la descripción de su percepción, relación con el medio y demás actores, prácticas cotidianas, etc.

mediante una aproximación etnográfica. La identificación y clasificación fue realizada según el método propuesto por Queron (2002), que agrupa a los actores sociales de la siguiente forma:

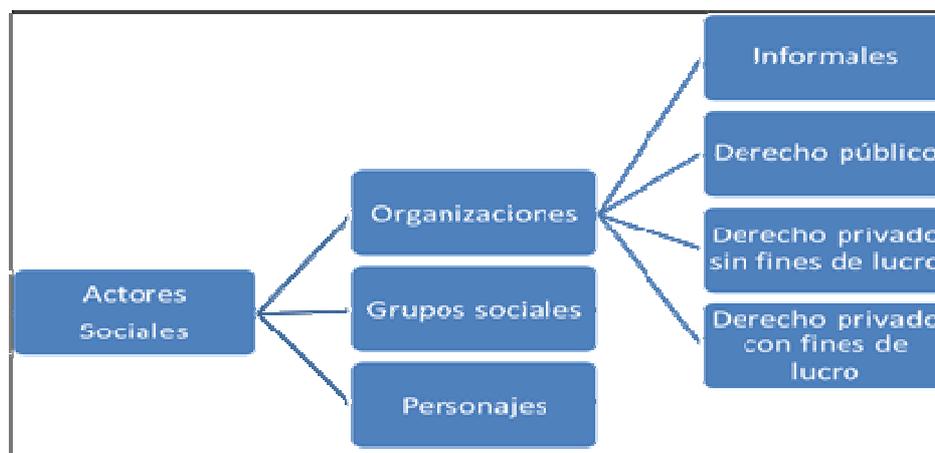


Figura 18. Esquema de clasificación de actores sociales (Queron, 2002).

Para la descripción se realizaron entrevistas semi estructuradas con propietarios de predios en las localidades de Quilquico, San José y Pullao, con actores del rubro turístico, instituciones públicas (municipio, CONAF, INDAP). Los resultados fueron agrupados en “temas recurrentes” de las conversaciones, de relevancia en la construcción de una imagen de la cultura local. Dichos temas fueron complementados brevemente con citas bibliográficas de investigaciones en la Isla.

A una submuestra de 9 propietarios se les aplicó una encuesta desarrollada en conjunto con un especialista, para conocer el estado de tenencia de la propiedad, la tendencia en el tamaño predial (subdivisiones), migraciones y actividades desarrolladas en los predios (ANEXO 1).

El último paso consiste en la digitalización y sistematización de la información. La información espacial se trabajó en el software ArcGIS 9.3, generando las cartas y cálculos de superficies.

La carta “tipologías territoriales” se realizó reclasificando las coberturas vegetales y tecnoestructura. Son *Saltus* los ecosistemas que, según constatación en terreno, tienen un uso mínimo y/o un estado de degradación menor al resto, siendo más adecuados para el desarrollo de la vida silvestre y la prestación de servicios ambientales. El *Ager* corresponde a todas las coberturas más antropizadas, como pradera, cultivo forestal, renoval, matorral, etc. El *Polis* corresponde a todas las unidades tecnoestructurales.

Los insumos SIG usados para complementar la caracterización fueron:

- Modelo de Elevación Digital ASTER (NASA), con resolución espacial de 30 m.
- Imagen satelital *Landsat Etm+* año 2010, con resolución espacial de 30 m.
- Imágenes de *Google Earth*.

3.2 Diagnóstico de Humedal

Consiste en un análisis cualitativo y valoración jerárquica, mediante un método de evaluación rápida de la condición ambiental del humedal, desarrollado por SAG (2006) para los humedales chilenos. La aplicación de esta metodología tiene dos etapas, la primera se debe llevar a cabo en gabinete y corresponde al cumplimiento de los siguientes pasos:

- Definición del área de estudio, sus límites y marco administrativo en que se inserta.
- Recopilación y revisión de información previa del área de estudio en relación a las temáticas que se abordan (biodiversidad, geomorfología, hidrología, uso de suelos, etc.)
- Apoyo de material gráfico como fotos aéreas y cartografía temática.
- Identificación de los actores relevantes vinculados a la temática ambiental, gestión administrativa y residentes del área.

La segunda etapa corresponde al trabajo de terreno:

- Contar con un mínimo de tres evaluadores, realizando valoraciones en forma independiente. Los evaluadores fueron dos especialistas en avifauna que trabajan en el sector hace 6 años: Jorge Valenzuela (biólogo) y Gabriel Huenún (agronomo), además del autor del presente trabajo.
- Reconocer y recorrer al menos el 80% del área de estudio.
- Realizar reuniones con los actores relevantes identificados en la etapa anterior.
- Registrar gráficamente (video o fotografía) el paisaje y los elementos naturales (anexos).

La valoración de cada criterio fluctuará entre 0 y 3. El valor máximo (3), corresponderá en aquellos casos en que la variable implique un sistema severamente impactado o que exhibe atributos negativos, así, un valor mínimo (0), corresponderá al otro extremo, en que el sistema presenta una condición más favorable con la biodiversidad que sustenta, o bien exhibe mayor riqueza, todo lo cual refleja una mejor calidad ambiental (ver detalle el Anexo 2).

La valoración total corresponderá a un valor entre 0 y 1, el cual se obtiene al dividir el puntaje total (Σ del puntaje de todos los índices), por la Σ de los puntajes valorados. La Σ de todos los máximos puntajes medidos es 21.

La interpretación del valor final, arroja el “Grado de Vulnerabilidad del Ecosistema”. Un valor igual a 0 significará una baja vulnerabilidad del ecosistema con un bajo a inexistente grado de deterioro (o una calidad ambiental buena) y un valor 1, será una alta vulnerabilidad del ecosistema con un alto grado de deterioro (o baja calidad ambiental).

3.3 Rehabilitación Forestal

El método aplicado en la formulación del estudio y propuesta se basa en metodologías usadas en restauración ecológica, y consta de los siguientes pasos:

Tabla 5. Etapas del estudio de Rehabilitación Forestal.

Etapas	Fuente de información
1 Establecimiento ecosistema original y de referencia	Bibliografía, observaciones de terreno, relatos habitantes locales y CONAF provincial
2 Descripción de la dinámica sucesional natural y antropogénica	Bibliografía, observaciones de terreno, relatos habitantes locales
3 Determinación del estado actual de degradación	Muestreo y observación de terreno
4 Determinación de limitantes en la rehabilitación	Muestreo y observación de terreno
5 Propuesta de actividades y tratamientos	Planteamiento propio con consulta bibliográfica
6 Diseño Espacial o zonificación	Insumos de la caracterización y herramientas SIG, combinando fundamentos de Pérez (2002) y MOPT (1995)

Fuente: Elaboración propia

Para el registro de flora se consideraron las comunidades leñosas de bosque zonal (siempreverde), azonal (Hualve) y matorral. El procedimiento de rehabilitación de planteó en las dos primeras, pues el matorral pertenece a un estadio secundario de ellas.

Se utilizaron parcelas forestales de 400 m², registrando riqueza, abundancia (coberturas relativas por especie según Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), estructura diamétrica (DAP) de los individuos mayores a 2 m de altura y regeneración de plántulas (menores de 50 cm de altura) y brinzales. El número de repeticiones fue de 7 parcelas en cada caso (figura en anexo 3).

La regeneración de plantas leñosas se midió en subparcelas de 0,25m² (0,5x 0,5 m) con tres repeticiones por parcela ubicadas equidistantemente en una diagonal de ésta (figura 19). Las plantas que tienen entre 0,5 y 2 m de altura se consideran brinzales, y plántulas las menores a 0,5 m.

Además se tomaron variables ambientales en cada parcela y fotografías de todas las situaciones observadas.

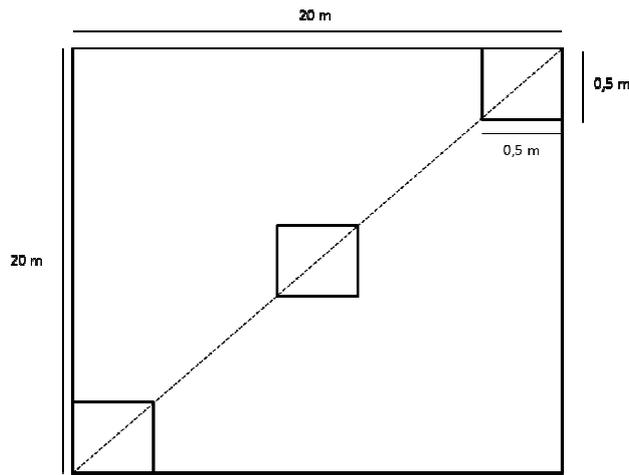


Figura 19. Esquema de parcelas y subparcelas de muestreo de flora (elaboración propia).

Mientras en el matorral sólo se estimó la composición y abundancia relativa, al igual que en la pradera y marisma, para establecer línea base.

Para la zonificación espacial se realizaron dos diseños correspondientes a distintos escenarios de implementación de la rehabilitación:

3.3.1 Estado concertado

Corresponde a una priorización espacial que considera criterios de mantención del servicio ecosistémico (forestal) de conservación del agua, sin otras consideraciones. Los principales criterios considerados fueron la hidrografía y la erosividad del terreno.

Con el objetivo de proteger los cursos de agua se trazaron *buffers* de 50 pies (aproximadamente 15 m) hacia cada lado. Dicha amplitud es suficiente en la mayoría de las condiciones para lograr el objetivo señalado, según (McCaskill, 2002). Dentro de dichas áreas *buffer* se evaluó la cobertura vegetal, reclasificada en tres categorías:

Tabla 6. Reclasificación de coberturas vegetales en intensidad de uso, para zonas *buffer* riparianas.

Cobertura Vegetal	Uso
Bosque	
Renoval	Poco intensivo
Matorral	
Estepa	
Cultivo frutal	Medianamente intensivo
Parque	
Pradera	
Cultivo Forestal	Más intensivo

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, las zonas que están fuera de las áreas *buffer* hidrográficas, fueron clasificadas según un índice de protección (IP). Dicho índice indica el grado de protección de la erosión que posee un terreno en función de su pendiente y su cobertura vegetal (MOPT, 1992), donde IP=0 significa un terreno muy expuesto a la erosión (descubierto) e IP=1 significa un terreno muy protegido de la erosión (estado óptimo) (tabla 7).

Tabla 7. Índice de Protección por la vegetación.

Cobertura	Pendiente		
	1 (1-10%)	2 (10-30%)	3 (> 30%)
Pradera	0,6	0,4	0,2
Matorral	0,8	0,5	0,3
Parque, estepa, cultivo frutal	0,7	0,5	0,3
Bosque, renoval	1	0,7	0,5
Marisma	0,9	-	-
Cultivo forestal	0,9	0,6	0,4

Fuente: Adaptado de MOPT, 1992.

Con esta información se generó una capa de valores de prioridad de forestación (o rehabilitación) de 1 a 5, donde 1 es la mínima y 5 la máxima. La combinación de las capas de *buffer* ripario/uso e índice de protección se realizó con una suma ponderada lineal, usando la herramienta *Raster Calculator* de *Spatial Analyst* de ArcGIS 9.3.

3.3.2 Estado deseado

La zonificación o diseño de la rehabilitación se basa en la propuesta de Perez (2002), que consiste en ordenar el bosque (y la rehabilitación) con criterio de ordenación territorial; en asociar distintos tipos de bosque de referencia específicos a ubicaciones determinadas en las cuencas. Los tipos de bosque dan respuesta a necesidades ecológicas y sociales, y las ubicaciones corresponden a las clases de capacidad de uso de suelo, zonas *buffer* de 10 m por lado (en proporción a los pequeños predios) para corredores riparianos y zona *buffer* del humedal de 98 m, desde el borde costero hacia el interior.

La capacidad de uso se estimó con la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011), comprendiendo que existe un correlato o correspondencia entre esta clasificación y el distrito-sitio, generado en la caracterización territorial (tabla 8). La conversión cartográfica se realizó con la herramienta *Reclassify* del módulo *3D Analyst* del mismo software.

Tabla 8. Conversión de unidades de distrito-sitio a capacidad de uso.

S.C. Ecorregiones (1993)	SAG (2011)	Principales limitantes
Código Distrito	Clase Cap. Uso	
121	VIII	Salinidad, anegamiento, profundidad
181	V	Anegamiento, drenaje
255	IV	Profundidad, anegamiento
258	III	Pendiente, profundidad
285	IV	Inundación, drenaje
288 (pendiente<3%)	I	-
288 (3<pendiente<10%)	II	Pendiente
358	V	Profundidad, pendiente
381	V	Inundación, drenaje
385	V	Inundación, drenaje
388	IV	Pendiente
452	VII	Pendiente, anegamiento
458	VI	Pendiente
558	VIII	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

4. Área de estudio

4.1 Localización geográfica y administrativa

El Territorio de Chiloé es un archipiélago formado por más de treinta islas, con una extensión de 9.181 kms², cuya Isla Grande tiene una longitud de 180 Km. de norte a sur. Es la segunda isla más grande de Sudamérica, después de Tierra del Fuego.

El archipiélago constituye una provincia administrativa y se encuentra dividido en diez comunas, siendo Castro, la capital provincial. La Isla se extiende entre el canal de Chacao por el norte, el Golfo de Corcovado por el sur, los Golfo de Ancud y Corcovado por el este y el Océano Pacífico por el oeste.

Específicamente, el humedal de Pullao está ubicado en la península de Rilán, en el centro-oriente de la Isla de Chiloé. Sus coordenadas son 42° 28' 25" S 73° 41' 37" O. El área de estudio abarca las localidades de San José, Quilquico, Pullao y Coñico, de Norte a Sur.

Por el Oeste limita aproximadamente con la carretera W-65, que va desde la Ruta 5 Sur hasta Rilán, en el extremo de la península. Por el Este confluye hacia la bahía de Pullao, frente al canal Dalcahue y la Isla Quinchao.

Se encuentra a 11 km al sureste de Llau llao y a 16 km al este de Castro, la capital provincial; a 9 km. al noroeste de Rilán, el pueblo más cercano. A 90 km. al sur de Ancud y a 15 km. al sur de Dalcahue.

La localización administrativa de Pullao, según el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gastó *et al.*, 1993) está dada por el código 5 04 10 – 04 04, que se explica en el cuadro siguiente:

Tabla 9. Clasificación administrativa de Pullao (Gastó *et al.*, 1993)

Sección	Categoría		Código
Primera	Continente	América del Sur	5
	País	Chile	4
	Región	Región de Los Lagos	10
Segunda	Provincia	Chiloé	4
	Municipio	Castro	4



Figura 20. Ubicación de Pullao en el entorno provincial (Gobernación Provincial Chiloé⁷).

⁷ <http://www.gobernacionchiloe.gov.cl/geografia.html>

4.2 Localización Ecorregional

Tabla 10. Localización ecorregional de Pullao (Gastó *et al.*, 1993)

Categoría Ecológica		Descripción	Código
Reino	Templado	Temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C. Posee suficiente precipitación y una estación fresca no muy fría.	4
Dominio	Húmedo	Abundantes precipitaciones durante todas las estaciones, que permite el desarrollo de exuberantes bosques altos.	4
Provincia	Húmeda de verano fresco	Clima marítimo templado frío lluvioso de costa occidental. Es permanentemente húmedo y con posibilidades de precipitaciones anuales de más de 2000 mm. El clima es fresco bajo la influencia marítima y lejanía de las masas de nieve, aunque recibe la influencia de invasiones de aire frío polar.	2

La temperatura media anual es 10,7°C, la media máxima en el mes de enero varía entre los 17,8°C y 19,4°C, y la mínima oscila entre los 3,2 a 4,7°C en invierno (INE, 2007).

La precipitación anual en Castro es del orden de los 1900 mm, concentrándose en un 82% entre abril y octubre. Las más altas temperaturas se registran en verano con una media de 11,6°C.

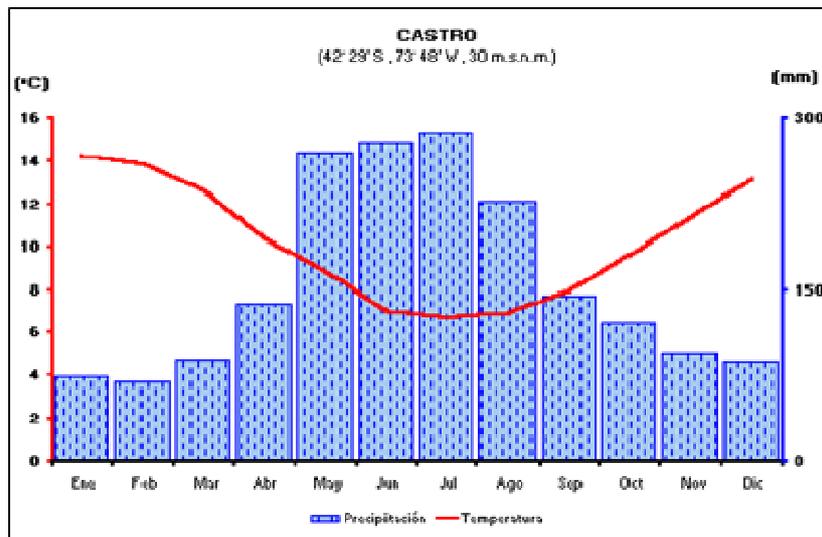


Figura 21. Diagrama ombrotérmico de Castro.⁸

Las zonas más húmedas son las mayores elevaciones de las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, que reciben el impacto de las masas de aire del Pacífico. Por lo mismo la vertiente oriental presenta menores precipitaciones y vientos.

⁸ Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/cartografiainteractiva/Continental/Graficos/Castro_1.htm

En Castro, los vientos no presentan un patrón de estacionalidad muy marcada, registrándose durante todos los meses del año, con un leve aumento en los meses de primavera y verano.

Los vientos más frecuentes provienen principalmente del Sur y del Norte, y generalmente los del norte y noroeste se presentan con precipitaciones.

4.3 Reseña histórica

Chiloé es un territorio donde siempre abundaron las masas boscosas y los recursos marinos, particularmente mariscos, lo que posibilitó una temprana ocupación aborígen de importantes zonas del litoral. Así lo evidencian diversos yacimientos arqueológicos como conchales, corrales o cercos para captura de peces y, en general, sitios de poblamiento. El hábitat indígena se ceñía estrictamente a las fajas costeras de la parte oriental de la Isla Grande y de las demás islas, y en menor medida a la ribera norte del Canal de Chacao. Se trataba de un poblamiento disperso, de reducidos asentamientos familiares que no llegaban a constituir aldeas o pueblos, estimándose que a la llegada de los españoles la población aborígen variaba entre los 50.000 y 70.000 individuos (Contreras *et al.*, 1971, en Torrejón *et al.*, 2004).

Los pobladores originarios de Chiloé -denominados huilliches- que probablemente están filiados étnicamente a los mapuches de la Araucanía, se habían adaptado a su entorno natural, desarrollando patrones de asentamiento y una economía de subsistencia mixta, donde se integraban distintas actividades productivas que les permitían aprovechar las potencialidades del territorio. Las actividades extractivas como la recolección de mariscos, la pesca y la caza de pinnípedos, eran esenciales en la economía de estos pueblos canoeros.

En complemento, una agricultura de tala y roce de la selva permitía diversificar la alimentación, con cultivos como maíz, papas y quinoa, fertilizados con algas marinas. La ganadería correspondía a auquénidos.

Con la entrada de la expedición de Martín Ruiz de Gamboa a la Isla Grande de Chiloé, en el verano de 1567, comenzó la ocupación definitiva de aquel territorio por parte de colonos (Arenas *et al.*, 2001). Ruíz condujo 120 hombres, regresaron al norte 30 y quedaron en Chiloé 90, de los cuales 60 recibieron encomiendas de indios. Noventa hombres españoles en una población originaria de 50.000 habitantes, entregan una idea de cómo se forjó la presencia hispana y el proceso de encuentro cultural en la provincia.

Las costas norte y este eran las únicas que permitían el asentamiento humano, conteniendo los recursos y la mano de obra (para las encomiendas). Además, los únicos caminos eran por la playa, ya que el interior estaba cubierto de denso bosque, lo que lo mantuvo inexplorado

durante el período colonial. Desde entonces, la orilla fue el territorio vital, donde españoles y nativos comenzaron a vivir en unión residencial con una rica historia de préstamos culturales. El levantamiento mapuche-huilliche en la Araucanía, transformó a Chiloé en frontera cerrada. Quienes permanecieron en la provincia quedaron escindidos del reino conformando una sociedad residual marcada por el aislamiento, que será clave para la cultura chilota en el siglo XVIII.

La introducción del trigo y el ganado, en particular el cerdo y la oveja, así como la lana, el manzano, el hacha, la rueda y la casa de dos aguas, etc., fueron transformadores de la cultura india. Pero éstos, mejor adaptados a un medio archipiélago, fueron maestros de los españoles en aspectos relacionados con la recolección playera, con el trabajo en el bosque, la cultura de la madera, lo mismo que en el mar, la dalca, y con todo ello los mitos y supersticiones que el español hizo suyos.

Durante este período el desarrollo se valió ampliamente del recurso forestal maderero, tanto para las construcciones de casas como de barcos e incluso para el comercio.

La Isla tradicionalmente se comportó como un espacio periférico que, al margen del desarrollo experimentado por otras zonas del país, mantuvo sus formas de organización y su estructura de funcionamiento. Producto de este aislamiento, la sociedad chilota se mantuvo fuertemente ligada a la monarquía, aun luego de declarada la independencia de Chile. Fue sólo en enero de 1826, luego de tres años de disputa, que Chiloé es anexado a Chile e independizado de la corona. El tratado de Tantauco, firmado entre el director Supremo Ramón Freire y el Coronel Antonio de Quintanilla, marca el fin de la monarquía española en América Latina (Aguilar, 2010).

A fin de siglo y comienzos del siguiente, el desarrollo económico estuvo de la mano de la producción industrial, destacando los durmientes para ferrocarriles, lo que dio pie a la formación de nuevos asentamientos dedicados a la industria, tal como Quellón, Dalcahue, Chonchi y Quemchi. Desde 1895 se entregaron tierras a colonos europeos y también a grandes industrias. Con la construcción del ferrocarril entre Ancud y Castro en 1912 y la necesidad de apertura de tierras para ganadería se completó la ocupación de las tierras interiores de la isla.



Figura 22. Apertura de tierras para uso silvoagropecuario en los bosques templados del centro-sur de Chile en tres momentos históricos: período indígena, colonización y época actual (Armesto et al., 1994).

También durante el siglo XIX, Chiloé fue un activo núcleo ballenero, cuando navegantes extranjeros iniciaron la caza de cetáceos en el Golfo del Corcovado. Posteriormente, en el siglo XX, la riqueza de este espacio fue explotada por sociedades balleneras que instalaron sus plantas terrestres en las islas aledañas. La temprana presencia de balleneros extranjeros en Chiloé, así como el funcionamiento de empresas locales, propició el surgimiento de una tradición ballenera quellonina. De hecho, justamente desde ahí surgió el grupo de chilotes que migró al norte a establecer las balleneras de Quintay (1943-1967) y El Molle (1956-19675) (De la Fuente y Quiroz, s.f.).

Ya a finales del siglo XX, Chiloé sigue el modelo económico del resto del país, dando cabida a nuevas empresas de acuicultura (salmonicultura, mitilicultura), modificando la estructura económica, demográfica y ecológica de la sociedad insular; planteando tanto la incógnita como el desafío en torno a la conjugación de la cultura tradicional con las nuevas formas de vida propias de la modernidad.

4.4 Población

La población se concentra fuertemente en su fachada oriental, poseyendo un casi despoblado frente oceánico (INE, 2007).

Chiloé Central (las comunas de Castro, Chonchi, Dalcahue, Curaco de Vélez, Puqueldón y Quinchao) constituye el territorio donde se consolidó la industria salmonera en la Provincia y donde han tenido lugar los cambios económicos y sociales más profundos y evidentes desde la

llegada del salmón. La interconexión entre estas comunas es muy elevada y Castro es el centro funcional. Particularmente en esta comuna se ha experimentado un aumento poblacional importante durante las dos últimas décadas, llegando a ser la más poblada en la Isla.

Tabla 11. Evolución de la población en Castro (INE, 2002).

Censo	Rural	Urbana	Total	Tasa
1970	11558	11341	22899	-
1982	10093	16891	26984	1,38%
1992	9782	20149	29931	1,04%
2002	9579	24681	34260	1,36%

En tres décadas la población comunal aumentó más del 50%, destacando una pequeña disminución en la composición rural y un aumento sustancial de la fracción urbana. Así, Castro ha pasado de un carácter semi-rural a uno con claras características urbanas, ya que en 1970 el 50% de la población residía en los sectores rurales de la comuna, mientras en el censo 2002 cerca del 26% de la población de la comuna reside en el campo.

Según datos de Ramírez *et al.* (2008), el incremento de los ingresos y la reducción de la pobreza de los hogares de la Isla en la década de los años noventa ha sido importante, aun cuando a nivel comunal sólo Castro y Quinchao muestran incrementos significativos del ingreso (sobre el 30%) y reducciones significativas de la pobreza. Por otra parte, en ninguna de las comunas mejoró significativamente la distribución del ingreso durante el periodo 1992-2002 (CET, 2011).

En cuanto al origen étnico, hay una alta razón de población perteneciente a pueblos originarios, donde 16.762 personas se declararon Mapuche/Huilliche, lo cual equivale al 10,8% del total provincial (INE, 2002).

4.5 Actividades productivas-económicas

En el área urbana la distribución relativa de población en los distintos giros de actividad se registra muy similar al promedio comunal siendo los más concentradores de su población el comercio, manufactura, transporte, administración pública, enseñanza y construcción. El área rural está caracterizada principalmente por actividades de tipo primaria como agricultura y pesca, seguidas de manufactura y comercio en orden de importancia. Todas ellas concentran cerca del 83 % del total de población económicamente activa.

En el aspecto productivo, Chiloé es una Provincia con vocación pesquera, turística y en menor medida forestal y agropecuaria. Los sectores correspondientes a estas áreas son los que

agrupan la mayor parte de los esfuerzos productivos provinciales. La Provincia posee alrededor de 410 mil ha. de aptitud preferentemente forestal.

Tabla 12. Porcentajes de población por actividades económicas .

Actividad	Porcentaje población (%)
Agrícola	8,7
Pesca y acuicultura	23,1
Elaboración de prod. Alimentarios	9,5
Transformación de la madera (aserraderos y muebles)	2,2
Explotación Forestal	0,8
Construcción	6,1
Comercio	11,6
Servicios públicos	12
Transporte	4,5
Hoteles y restaurantes	2,3
Otro	20,2

Fuente: CET, 2011

4.6 Geología y geomorfología

La zona de estudio corresponde a morrenas de origen glaciofluvial. Está constituida principalmente por sedimentos glaciales estratificados, transportados por ríos de fusión glacial (glaciofluviales) y en menor medida de sedimentos depositados directamente por el glaciar (morrénicos).

La pendiente característica de estas unidades está entre 8 a 30% aproximadamente, lo que otorga al paisaje un aspecto ondulado o de pequeñas colinas. En la zona costera, en las caídas hacia el mar, se pueden encontrar escarpes muy fuertes, con 30 a 50% de pendiente. La alta pluviometría de la zona ha contribuido a numerosos arroyos, que al excavar los sedimentos glaciares han generado laderas de pendiente media (10% a 20%) y fuerte (mayor a 20%) (CIREN, 2003; Montaña, 2010).

4.7 Suelos

En Chiloé (además de Osorno y Llanquihue) se desarrollan los suelos pardo-podzólicos o ultisoles, que son suelos formados bajo condiciones de clima templado lluvioso, con abundante vegetación; son de color oscuro debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee su horizonte superficial. Son suelos que han evolucionado sobre sedimentos glaciofluvio-volcánicos. Su fertilidad y rendimiento agrícola es menor que el de los suelos de la zona central del país, debido a que el exceso de humedad y precipitaciones altera sus propiedades; son suelos muy lavados (CIREN, 2010).

Los suelos de Pullao son clasificados y caracterizados en la serie Dalcahue (CIREN, 2003), perteneciente al orden de los Andisol. Dentro de este grupo se desarrollan los Trumaos y los Ñadis.

Los Trumaos corresponden a suelos profundos, de texturas medias y moderadamente finas y cuyo arraigamiento alcanza hasta el substrato, aunque la masa de raíces no pasa de los 60 a 80 cm. En las pendientes fuertes, a causa de la erosión el suelo sólo es moderadamente profundo. El material es derivado de cenizas volcánicas, sobre terrazas de depositación aluvial o fluvio-glacial; poseen un pH ácido de alrededor de 5 y un contenido de materia orgánica alto, aunque inferior al resto de los suelos de la Isla.

Se desarrolla en topografía ondulada, con pendientes fuertes hacia las quebradas y se erosiona con facilidad en pendientes superiores a 15%.

El drenaje es bueno en pendientes inferiores a 30% y excesivo en pendientes mayores. El escurrimiento superficial y la permeabilidad son rápidos.

Los Ñadis son suelos Andisols con régimen acuico. Comparten las propiedades ándicas con los Trumaos pero tienen más materia orgánica y drenaje de imperfecto a malo, con origen en la morfología y en la topografía de los suelos. Generalmente ocupan posiciones planas o deprimidas del paisaje y el substrato de depósito fluvio-glacial formado por gravas y arenas que constituye un duripán u horizonte plácido (fierrillo) o ambos, limitando tanto el paso del agua como el desarrollo de raíces (Luzio *et al.*, 2010).

La capa de fierrillo es delgada, de pocos centímetros de espesor y muy firme, cementada con hierro (principalmente) y aluminio. En general es una capa discontinua, generando mal drenaje sólo localmente.

Son suelos delgados a profundos de acuerdo a la ubicación de la capa limitante. Las pendientes dominantes son bastante planas, fluctuando entre 1 y 5 %, lo que propicia un escurrimiento superficial lento. Por otro lado, el nivel freático puede estar cercano a la superficie y descender en verano, o mantener el suelo saturado todo el año.

Cuentan con un horizonte superficial O, de *Sphagnum*, mantillo y hojarasca, de profundidad variable.

En general los suelos de esta zona tienen Capacidad de Uso entre II y VII, según características de pendiente, drenaje y erosión.

CIREN (2010) determinó que en la zona de estudio el riesgo de erosión actual es de bajo a moderado.

4.8 Hidrografía

En la isla de Chiloé, los ríos presentan un corto trayecto y amplias desembocaduras, semejando los sistemas costeros del continente más al norte. Se destacan los ríos Pudeto, Chepu y el complejo lacustre Cucao–Huillinco–Tepuhueco (INE, 2007).

En la zona del mar interior de Chiloé la hidrografía se caracteriza por la presencia de cuencas muy pequeñas (todas inferiores a 100 km²), por lo que los cursos de agua tienen caudales reducidos, que se incrementan en invierno por el aumento de las precipitaciones. Estos arroyos y ríos se ven influenciados por las mareas en su desagüe, por lo que pueden denominarse estuarios (Montaña, 2010).

Los lagos y lagunas son numerosas distribuyéndose principalmente en los sectores centro y sur de la isla (Quintanilla, 2004).

5. Resultados

5.1 Caracterización territorial

La descripción se realiza a través de la caracterización y análisis territorial a nivel de microcuencas hidrográficas, representadas en las capas de información biogeoestructura (Distrito- sitio, capacidad de uso, cobertura vegetal y avifauna) ,hidroestructura, tecnoestructura, espacioestructura (divisiones prediales) y tipologías territoriales (*saltus, ager y polis*).

5.1.1 Biogeoestructura

Distrito-Sitio

La geomorfología del área es muy variable espacialmente, por lo cual las unidades homogéneas de pendiente son bastante pequeñas. El distrito predominante es ondulado con casi el 50% de la superficie de las microcuencas, distribuyéndose como un mosaico heterogéneo. En segundo lugar domina el distrito plano y depresional, con un 35% del área. El plano se presenta en la zona terminal de las cuencas, inmediata a la costa y las cimas de las colinas suaves, sobre todo en los sectores de mayor altitud.

Luego, el distrito cerrano ocupa un 8% de la superficie, concentrándose en laderas de las quebradas más profundas y en las zonas medias de las microcuencas, tramos donde se produce el mayor incremento en altitud para después dar paso a distritos ondulados suaves y planos en las zonas altas. También se dan en algunos cerros pequeños aislados, erguidos en una matriz más ondulada, en sectores próximos a la costa.

Los distritos depresional y montano son casi marginales dentro de las cuencas, dándose de manera muy local. El montano se puede dar en laderas de las quebradas más importantes y también en algunas laderas de cerros cercanos a la costa, al igual que el cerrano pero más localmente. Los distritos depresionales corresponden a las zonas de fondo de quebrada y a ciertas depresiones pequeñas en o entre colinas, donde además se puede apreciar hidromorfismo por afloramiento de napas freáticas. Asimismo, la zona intermareal y supra mareal –donde se desarrolla la marisma- también ocupan una posición depresional con respecto a la cuenca.

El hecho de que predominen distritos ondulados suaves determina que sean pocas las quebradas más pronunciadas, por lo que la red hidrográfica se hace más ramificada en el terreno. Puesto que el agua es un fuerte agente morfogenético y que las precipitaciones son

altas, se configura un paisaje de geformas muy heterogéneas. Así, el uso de los suelos de las cuencas en estudio no estaría tan limitado por la magnitud de la pendiente como por la distribución espacial irregular de éstas.

La textura ampliamente dominante es media, aunque en profundidad en el perfil del suelo se encontraron capas delgadas de material liviano. La zona supra e intermareal presenta condiciones diferentes, por constituir una zona deposicional dentro de las cuencas, donde se mezclan limos y arenas, y además se acumula materia orgánica.

La profundidad del suelo es variable, aunque en las zonas medias y altas de las cuencas predominan los suelos profundos y luego los medios. Estos últimos coinciden con los distritos cerranos, mientras los profundos se dan sobre todo en los planos y ondulados. Se registraron suelos delgados sólo en zonas terminales cercanas al borde costero y en las pequeñas llanuras aluviales asociadas a los esteros.

En general en las colinas existe un drenaje rápido a moderado, dada la textura y pendiente media, que posibilita el transporte del agua hacia zonas más bajas. Las zonas más costeras de marisma, matorral y hualves presentan hidromorfismo permanente superficial, tanto por la intrusión de flujos desde el mar como por el surgimiento de vertientes y formación de pequeñas ciénagas. Otras zonas hidromórficas son los fondos de quebradas, cuyo régimen es variable, con drenes estacionales o permanentes. Finalmente, se encuentra hidromorfismo permanente en sectores del microrrelieve de las cuencas en que afloran vertientes, formando hualves o praderas hidrófilas, degradados por el pastoreo.



Figura 23. Perfil de suelo trumao

Figura 25. Perfil de suelo en marisma alta

Figura 24. Muestra de suelo en pradera

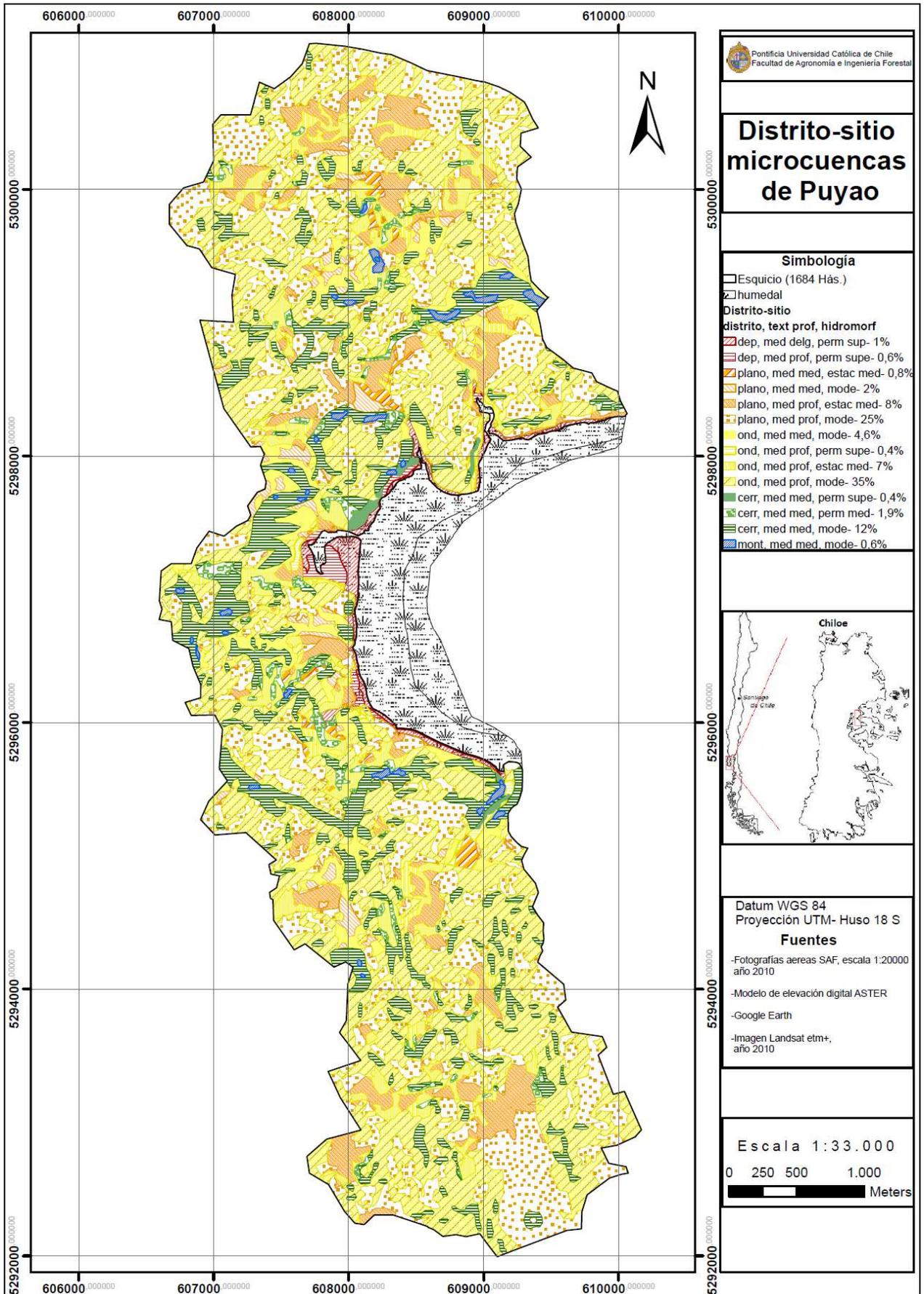


Figura 26: Carta Distrito-sitio microcuencas de Pullao (elaboración propia).

Capacidad de uso

Según esta clasificación, un 70 % del territorio de las microcuencas figura como arable (clases I a IV), donde más de 700 hectáreas serían clase IV, restringida principalmente por erosión, mal drenaje o alta probabilidad de anegamiento. Su mayor potencial es la ganadería, aunque pueden ser cultivados con prácticas de conservación.

Luego la clase II con casi 400 hectáreas, está determinada por un grado de pendiente mínimo, y presentaría pocas limitaciones de uso, siendo apta para cultivo de cereales y chacras.

La clase III tiene poca superficie y está determinada por la pendiente y profundidad del suelo. Su mayor aptitud sería cultivo de pastura o incluso frutales. Asimismo la clase I corresponde a 35 hectáreas, con suelos profundos, planos y de buen drenaje, por lo que su uso idóneo son los cultivos intensivos.

Los suelos no arables representan el 30% del territorio y corresponden a las clases V a VIII, donde la V es la de mayor representación con 222 hectáreas. Sus limitaciones son relacionadas con el riesgo de inundación frecuente. Tienen poco o escaso riesgo de erosión, pero sus limitantes impiden la producción normal de cultivos, tomando aptitud preferentemente ganadera.

Los suelos clase VI son aproximadamente 200 hás. y son no arables por presentar pendientes importantes, cuyo su uso normal es ganadería y forestal.

La penúltima clase de uso son 42 hectáreas y está determinada por la pendiente principalmente, aunque también por el anegamiento excesivo en quebradas. Tiene limitaciones más severas que la clase VI, siendo apta sólo para pastoreo y explotación forestal.

La clase VIII son casi 30 hectáreas. La mayor parte se ubican en el borde costero y son ocupados por marisma, siendo la salinidad y escasa profundidad de arraigamiento la mayor limitante. Otra fracción son algunos sectores puntuales de quebradas con pendientes muy fuertes (sobre 60%). Se consideran aptos para la vida silvestre, constituyendo un *saltus* natural.

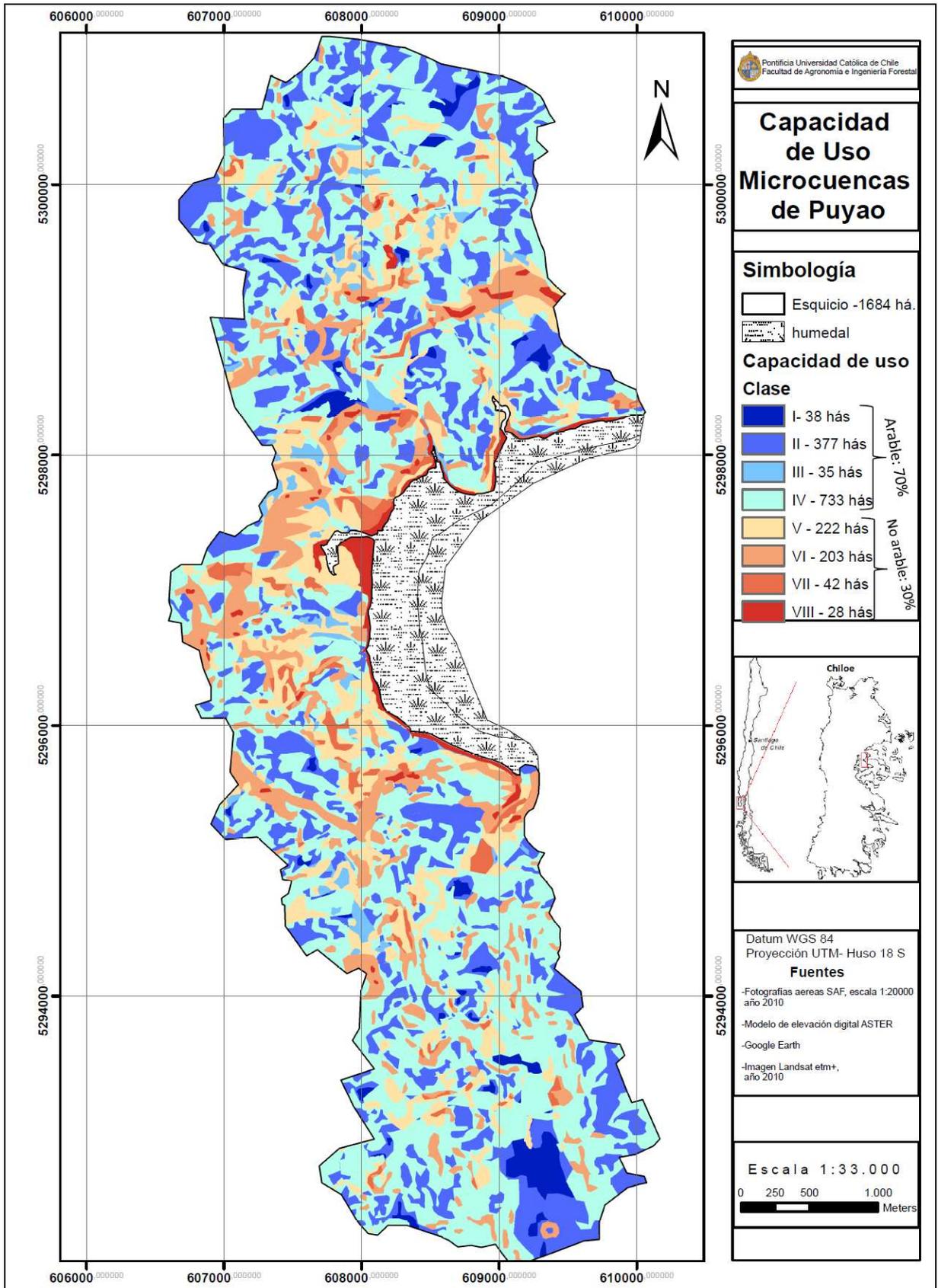


Figura 27. Carta de Capacidad de Uso del Suelo (elaboración propia).

Cobertura vegetal

Prácticamente el total de la zona de estudio presenta cobertura vegetal, salvo las zonas de caminos y construcciones y sectores de la costa que no están cubiertos por vegetación de marisma (marisma baja o intermareal).

Es importante notar que toda la vegetación existente en el área de estudio es reflejo de décadas de uso del territorio y por lo tanto el grado de naturalidad existente es bajo. En el caso del bosque y matorral, son ecosistemas secundarios (explotados o abiertos) y por lo tanto su estructura es distinta a la original. Por otro lado, el ecosistema pratense es más artificial, ya que en esta región no se registran praderas naturalmente. Esto también se nota en su composición específica, dominada por especies de origen europeo.

La cobertura vegetal de las microcuencas está dominada por praderas en un 62% (1120 hectáreas) aproximadamente. Estos ecosistemas pratenses son formaciones secundarias, que surgieron luego de quemar el bosque y desarrollar la ganadería. De acuerdo a lo registrado en terreno, son muy pocas las praderas enriquecidas o cultivadas, por lo que se pueden considerar praderas naturalizadas, donde crecen principalmente de pastos perennes de hábito hemicriptófito, de origen alóctono en su mayoría. Las principales familias son *Poaceae* y *Asteraceae*. La condición de este ecosistema parece regular, salvo algunas situaciones con indicios claros de erosión.

La amplia distribución del ecosistema pratense lo convierte en la matriz de fondo, es decir, el elemento dominante del paisaje, en el cual se inserta una serie de fragmentos de otras coberturas.

Los cultivos anuales son muy recurrentes en los predios habitados del sector, donde la papa y el ajo son las especies preferidas. Dicha cobertura se inserta en la matriz pratense en chacras de tamaño pequeño, no superior a media hectárea en los casos más extensivos. Por esta razón dicha cobertura quedó integrada en la clasificación dentro de la pradera (figura 28).

El bosque y el matorral constituyen el principal componente de los fragmentos en las microcuencas. El primero representa alrededor de un 28% de la cobertura total (484 hectáreas), de las cuales una parte importante corresponde a renoval de bosque nativo y el resto bosque un poco más desarrollado pero con alta degradación, producto del pastoreo y cosechas sin manejo que se realizan principalmente para obtener leña y estacas.

El matorral constituye abarca aproximadamente un 7% de la cobertura vegetal total. Está compuesto por especies nativas formando chilcales (*F. magellánica*) y macales (*A. chilensis*) y otras introducidas e invasoras, como *Rubus constrictus* y *Ulex europaeus*, que colonizan rápidamente áreas deforestadas en desuso, suelos degradados, zonas quemadas, bordes de caminos, entre otras. Esta formación está presente en fragmentos y corredores a lo largo de todas las microcuencas, incluso en franjas contiguas a la línea de costa.

Establecer un límite claro entre el bosque renoval y el matorral es difícil, ya que se encuentran intercalados o mezclados dentro de los fragmentos, formando comunidades mixtas y muy densas. En dichos casos se podría hablar de un renoval invadido por Espinillo.

Luego, en la zona costera y especialmente en pequeños estuarios formados por los esteros se desarrollan marismas, pantanos salobres de vegetación herbácea helófito y halófito. La cobertura aproximada de marisma es de 27 hectáreas, considerando los sectores vegetados (o marisma alta) y con vegetación muy abierta o nula (marisma baja) del submareal, de características fangosas. La zona estrictamente vegetada corresponde a un poco más de la mitad.

Las demás clases de cobertura como estepa arbustiva, parque, cultivo frutal y cultivo forestal representan baja proporción de las microcuencas, siendo además parches muy pequeños. Se calculó que en conjunto representan alrededor de 60 hectáreas, aunque probablemente muchos parches pequeños no fueron detectados por el método de clasificación utilizado, por lo que puede haber una subestimación. La estepa arbustiva se da en áreas de pastoreo en que quedan árboles nativos remanentes o han colonizado algunos arbustos luego de limpiar el terreno, cuyo dosel no limita el desarrollo de la pradera. No es una situación muy común. Los cultivos frutales corresponden casi exclusivamente a quintas de manzanos, cuyo tamaño en general no excede la media hectárea.

El cultivo forestal es principalmente compuesto por *Eucalyptus spp.*, utilizado sobre todo en los predios medianos y grandes para autoabastecimiento de leña. La categoría parque está presente en algunos predios dedicados al turismo donde se ha reforestado con especies arbóreas y arbustivas nativas con fines estéticos.

La superficie ocupada por construcciones es baja, ya que no existen estructuras de tamaño importante. Las construcciones de mayor tamaño son las instalaciones de la empresa Marine Harvest, ubicadas en el extremo sur-oriental del área de estudio y las de los dos hoteles que

operan en la localidad. Las demás construcciones son casas y sus respectivos galpones y caminos cuya superficie no es de mayor importancia.

El paisaje vegetal denota una fuerte antropización del medio natural original, producto de las intervenciones con fines agrícolas, ganaderos, viales, forestales, habitacionales y turísticos. Destaca la desproporción entre elementos naturales (bosque, marisma) con respecto al conjunto de usos antrópicos. En particular los bosques se conservan como elementos relictuales y con altos niveles de gradación, además de restringidos principalmente a quebradas y zonas marginales. A pesar de ello, el paisaje se caracteriza por una alta variabilidad espacial, ya que se conforma de abundantes fragmentos arbóreos de tamaño pequeño insertos como parches o corredores (setos vivos, cortinas cortavientos, quebradas vegetadas, etc.) dentro de las praderas. Esta distribución espacial es determinada por la alta variabilidad topográfica, la estructura de minifundios y diversidad de actividades prediales.



Figura 28. Cultivo de papas en matriz pratense



Figura 29. Marisma, sitio de descanso aves

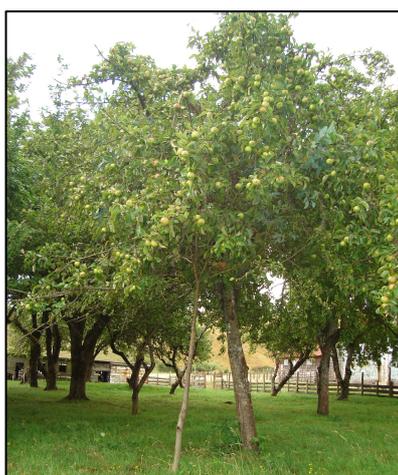


Figura 30. Quinta tradicional de manzanos

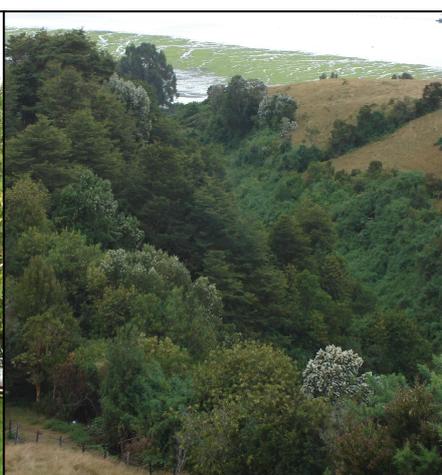


Figura 31. Renoval de bosque nativo y quilantal en quebrada



Figura 32. Matorral de espinillo en lomaje costero

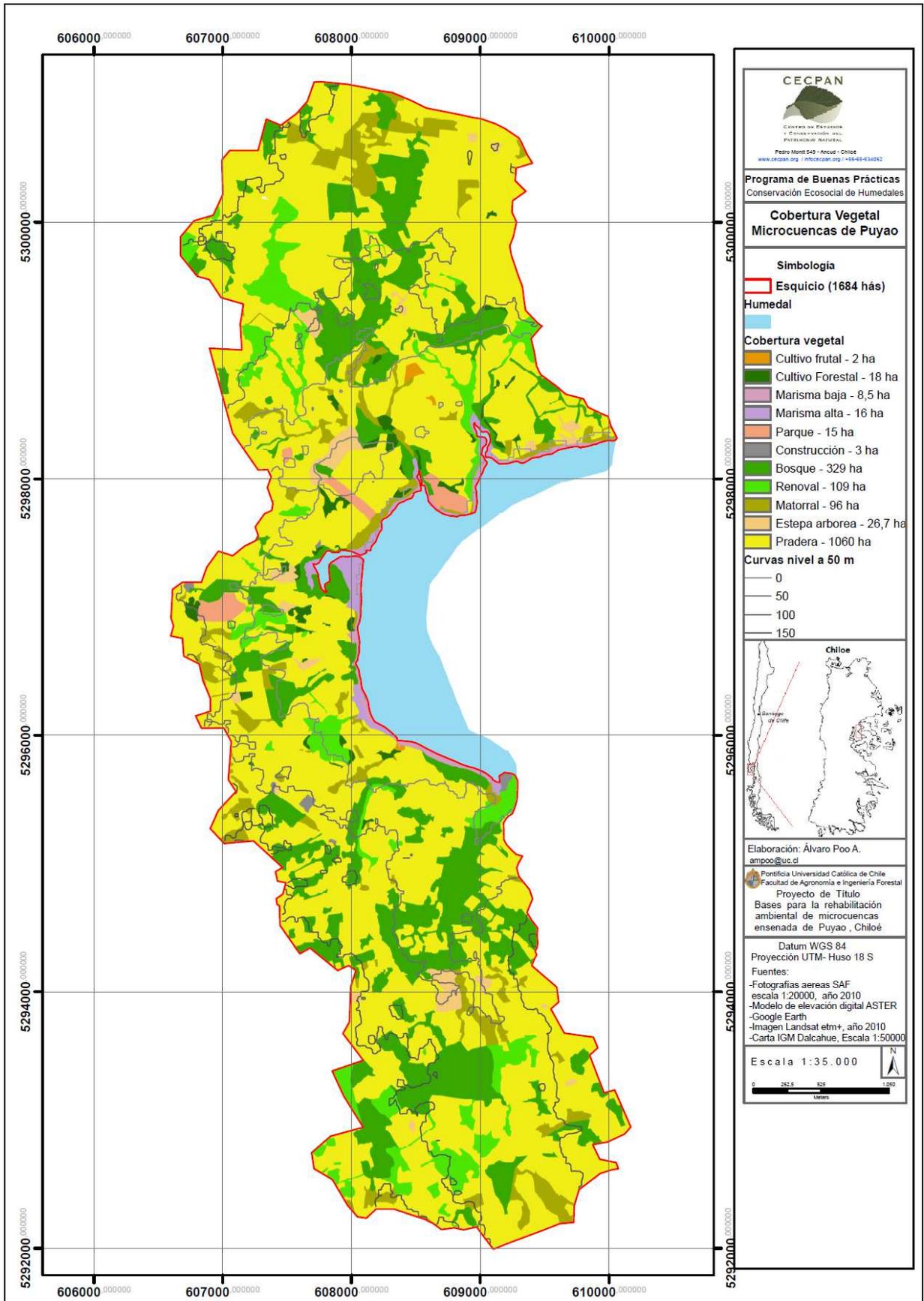


Figura 33. Carta de Cobertura Vegetal (elaboración propia).

Avifauna

Se conoce una alta riqueza de aves que habitan y dependen del humedal para distintas actividades, tales como descanso, reproducción o alimentación. Según el censo de aves acuáticas de Chile (Matus *et. al.*, 2010) la riqueza potencial de aves costeras es de 74 especies, mientras su abundancia varía estacionalmente según las especies, como se puede ver en la tabla 13. La mayor abundancia corresponde al Zarapito de pico recto durante el verano, formando bandadas de varios miles de individuos.

Tabla 13. Riqueza y abundancia de avifauna costera según dos censos estacionales (datos aportados por CECPAN).

Censos de aves Pullao Especie	Nombre común	Abundancia (N individuos)	
		14/07/2012	01/12/2012
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue		39
<i>Limosa haemastica</i>	Zarapito pico recto	588	3760
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	9	179
<i>Podiceps major</i>	Huala	2	
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	160	
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	216	25
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	29	
<i>Calidris bairdii</i>	Playero Baird		13
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	5	
<i>Phalacrocorax</i>	Yeco	33	5
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota Franklin		382
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	85	18
<i>Anas geórgica</i>	Pato jergón grande	15	55
<i>Anas sivilatrix</i>	Pato real		49
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	48	
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	33	3
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco		46
<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	154	
<i>Tahchyeres ptenneres</i>	Quetru no volador	13	4
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	5	
<i>Fulica armillata</i>	Tagua	13	6
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco	46	
<i>Coragys atratus</i>	Jote cabeza negra	7	15
Total		1461	4599

Al comparar la similitud de la composición específica entre invierno y verano, encontramos un índice de *Jaccard* de 0.43, lo que quiere decir que menos de la mitad de las especies presentes en ambos censos fueron compartidas. Además la abundancia total en verano triplica la de invierno, expresando una alta dinámica temporal en la composición de la avifauna.

En cuanto a la distribución es difícil entregar una información detallada para todas las especies, por lo que se esquematiza el uso espacial del humedal de tres de las especies de avifauna emblemáticas: zarapito de pico recto (migrador boreal), cisne de cuello negro (residente) y flamenco chileno (migrador austral).

Varias de las especies hacen un uso rítmico del humedal de acuerdo a la marea. La zona intermareal para alimentación durante marea baja, mientras la marisma sirve como refugio en pleamar, especialmente en “entradas” estuarinas que están más protegidas del viento, marea y posibles depredadores. También se observa una mayor concentración de individuos precisamente en los sectores estuarinos.



Figura 34. Bandada de Zarapito de pico recto en zona estuarina

Figura 35. Detalle de Zarapito de pico recto



Figura 37. Cisnes de Cuello Negro en bajamar



Figura 36. Nido de CCN en pajonal estuarino

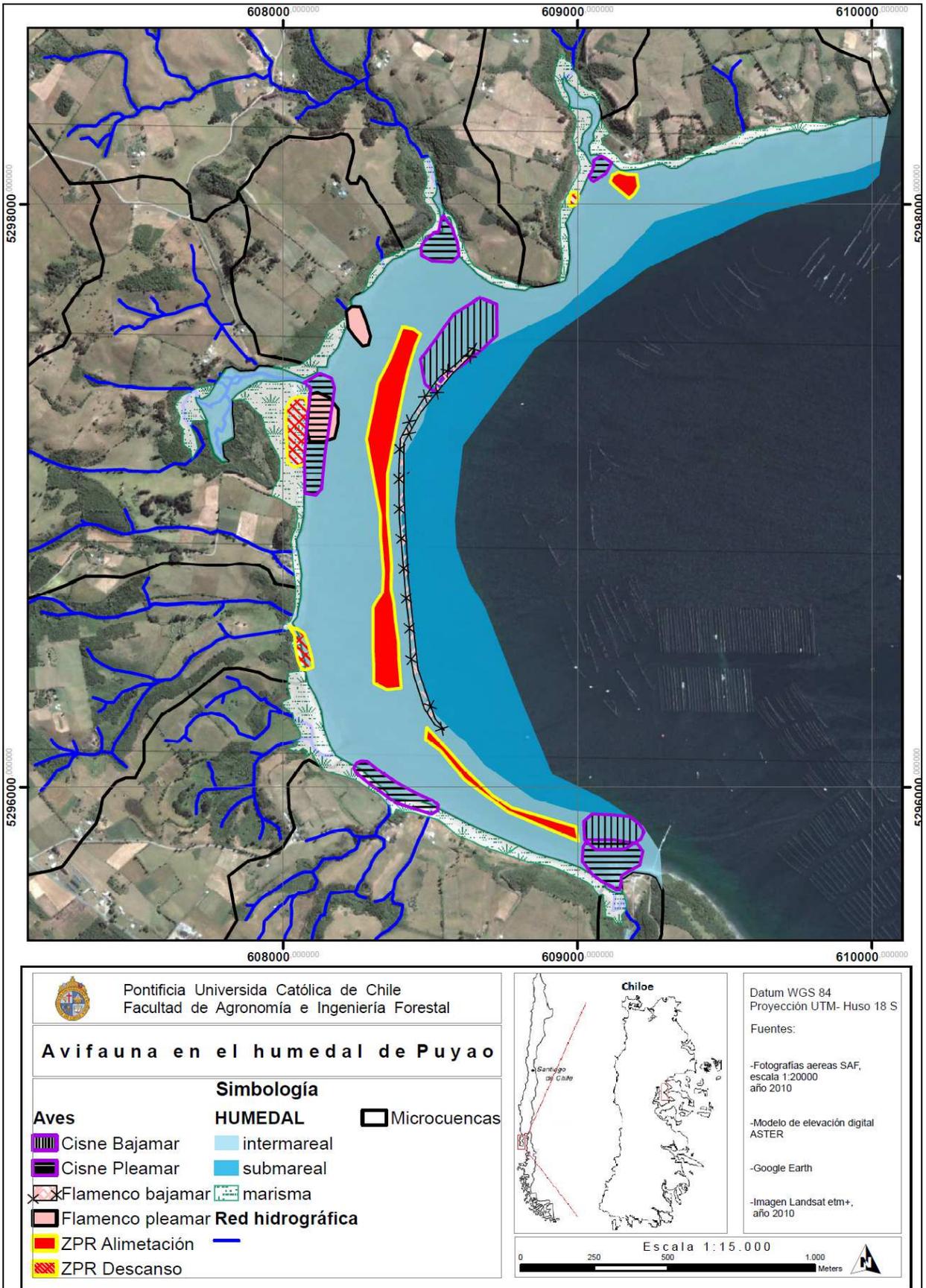


Figura 38. Carta de ocupación del humedal por algunas especies de avifauna. El grosor de los polígonos denota la abundancia relativa de individuos de cada población (elaboración propia con datos de CECPAN).

5.1.2 Tecnoestructura

Las localidades en estudio cuentan con una red vial bastante densa, lo que le otorga buena conectividad tanto interior como con otros sectores de la Isla (Rilán, Dalcahue, Castro). Los caminos interiores van de carretera a costa y existen algunos que van en sentido paralelo a la costa, interconectando a las localidades de San José y Quilquico, mientras Coñico y Pullao están más conectados por la carretera. Los caminos son de tierra, están en buena condición, en general habilitados todo el año y aptos para todo vehículo, salvo alguna excepción que requeriría de tracción.

En el sector sur del humedal, existe tránsito de camionetas por la playa, generando perturbación en la actividad de las aves y fragmentando la marisma.

En total hay aproximadamente 39 km. de camino, de los cuales 4,5 son carretera y el resto caminos secundarios. Es posible apreciar en la carta que una parte considerable de dichos caminos se concentra hacia el sector norte, San José y parte de Quilquico.

Las casas en general tienen asociado un galpón o más, donde se almacenan productos y se resguardan animales, entre otras. En total, existen aproximadamente 400 unidades entre casas y galpones, de los cuales alrededor de un tercio debieran ser casas. El nivel de ocupación de ellas no se conoce, pero se observa que hay una proporción considerable de casas (antiguas) desocupadas.

Los miradores de fauna ubicados en la marisma y el mirador municipal que se encuentra en la carretera por el sector de Coñico, son unidades tecnoestructurales relevantes para el turismo y recreación. También destacan algunas casas y galpones antiguos, señalados como hitos dentro de la Ruta Patrimonial N° 59 del Ministerio de Bienes Nacionales.

Los proyectos hoteleros son infraestructuras turísticas relevantes, convocando a la mayor cantidad de turistas que llegan al humedal. Se desarrollan ahí actividades de observación de aves, paseos a caballo por la playa, senderismo y viajes en yate, para lo cual se construyó un muelle flotante recientemente.



Figura 38. Camino Las Barracas, Quilquico



Figura 39. Galpón antiguo junto a casa



Figura 40. Casa antigua (patrimonial)

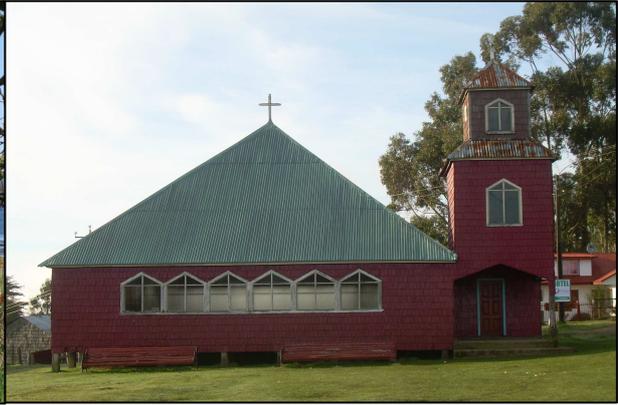


Figura 41. Iglesia de Villa Quilquico



Figura 43. Mirador de avifauna cercano a sitios de descanso



Figura 42. Instalación industria mitilicultura.

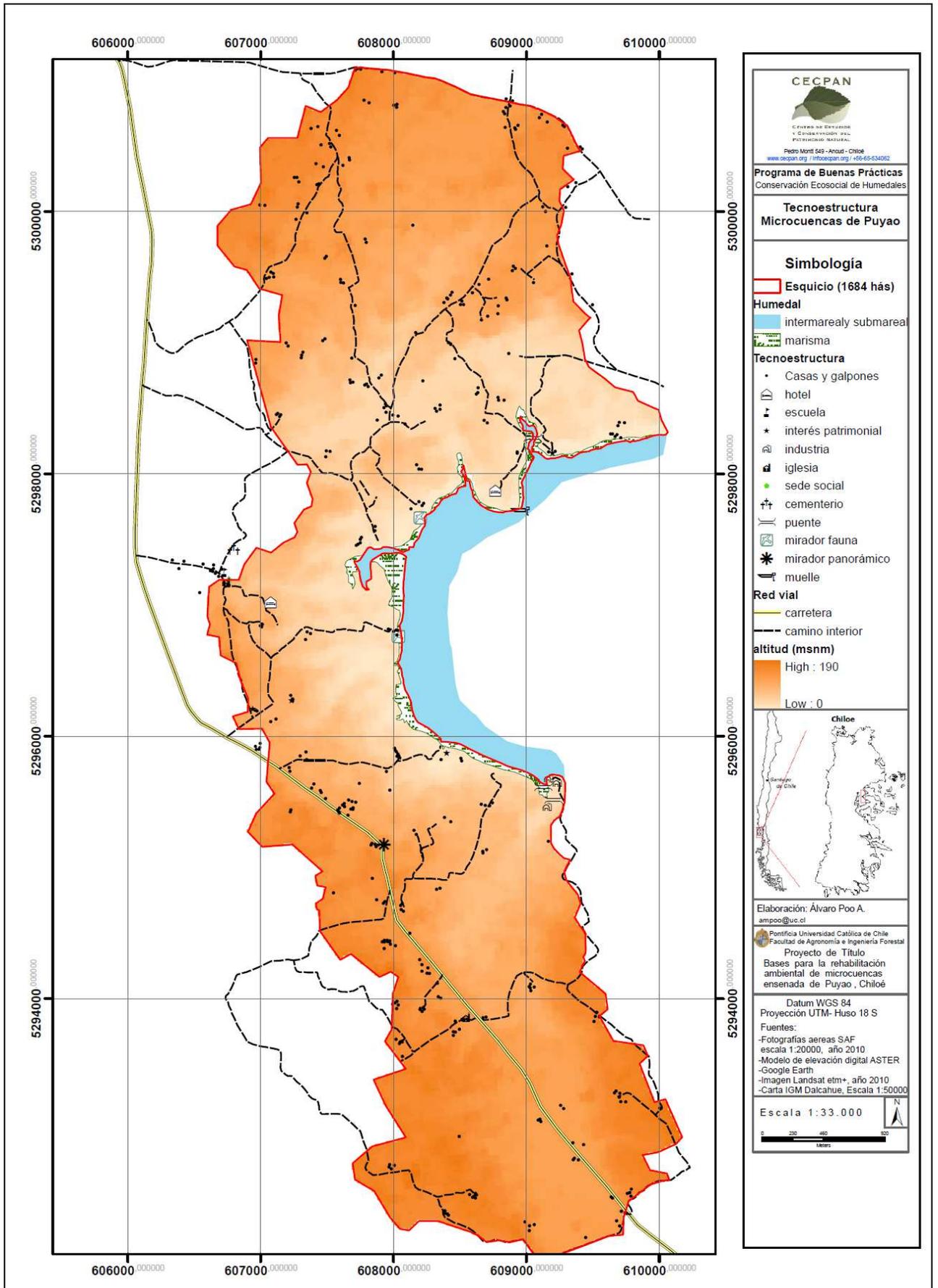


Figura 44. Carta de Tecnoestructura (elaboración propia).

5.1.3 Hidroestructura

El territorio se delimitó y subdividió en 9 microcuencas costeras que desembocan en el canal Dalcahue (0 msnm), con bastantes diferencias entre ellas en los parámetros morfométricos. Serán enumeradas ordinalmente de 1 a 9 siguiendo la línea de costa de norte a sur (figura 47).

En superficie, sólo dos microcuencas superan las 500 ha (3 y 9), mientras las más pequeñas tienen menos de 50 ha (1 y 4). El tamaño promedio de las cuencas es de 187 ha.

La máxima altitud alcanzada por las cuencas es de 190 msnm, mientras las más pequeñas y cercanas a la costa alcanzan sólo 50 msnm. La altitud media del conjunto de las microcuencas es 94 msnm, y la máxima media 133 msnm.

La densidad de drenaje es disímil, desde casi 50 m de dren por hectárea., en la cuenca 6, hasta menos de 10 m/ha de dren en las cuencas más pequeñas (1 y 4).

La pendiente media máxima es de alrededor de 20% en las cuencas 1, 3 y 9.

Tabla 14. Resumen de algunos atributos de las microcuencas

Microcuenca	Área (ha)	Perímetro (km)	Altitud máx (msnm)	Altitud media (msnm)	Pendiente media (%)	Largo dren (km)	Densidad drenaje (m/ha)
1	43,5	3,1	40	20	18,8	0,35	8,05
2	103,8	5,9	130	65	9,2	3,6	34,68
3	549,5	12,5	170	85	20,4	16,4	29,85
4	30,7	2,4	80	40	7	0,17	5,54
5	133,3	7	150	75	9,9	4,9	36,76
6	73,1	4,3	140	70	9	3,6	49,25
7	73,5	4,2	160	80	9,4	2,4	32,65
8	139,8	5,9	160	80	10	4	28,61
9	535,8	12,9	190	95	19,5	13,1	24,45

Fuente: Elaboración propia.

Los cursos de agua corresponden sólo a esteros⁹, de los cuales algunos tienen curso permanente por afloramientos de aguas subterráneas y otros sólo estacional, luego de lluvias importantes. Las cuencas con mayor longitud de red hidrográfica son precisamente las de mayor superficie (3 y 9). Por otro lado, según observaciones, estimaciones y conversaciones, se sabe que las cuencas 2, 3, 5, 7, 8 y 9 tienen cursos permanentes y de mayores caudales, cuyas desembocaduras constituyen zonas de intercambio y mezcla entre la cuenca y el mar, permitiendo el desarrollo de la marisma y por lo tanto generando hábitat para las aves

⁹ Se estimó un caudal de 180 l/s en uno de los más importantes, en primavera.

costeras. Además en algunos de estos esteros hay bombas de ariete y eléctricas para llevar agua a bebederos y casas.

En general se hace uso consuntivo de los esteros y vertientes (ganadero y doméstico), aunque no se aprecia mayor alteración de los caudales por ello. Sí está amenazada la calidad del agua por el ingreso directo del ganado a beber, degradando la vegetación ribereña por el ramoneo, el suelo por pisoteo y el agua por bosteo y erosión de riberas.

La ganadería y agricultura en las cuencas sin medidas de conservación de suelo y nutrientes es la otra amenaza importante para la calidad del recurso hídrico, generando contaminación difusa a través de la escorrentía superficial y lixiviación hacia los acuíferos. No se constataron otras fuentes de aportes puntuales de contaminantes en el agua.

Las aguas subterráneas son fundamentales en el abastecimiento hacia las cuencas y el humedal costero, pudiéndose observar en todas las cuencas vertientes o pozos artificiales. Se estima que las zonas de turberas aledañas a las cuencas hidrográficas en estudio juegan un rol importante en su regulación.



Figura 47. Zona terminal de estero típico

Figura 46. Estero con cubeta impactada por pastoreo

Figura 45. Estero dentro del bosque

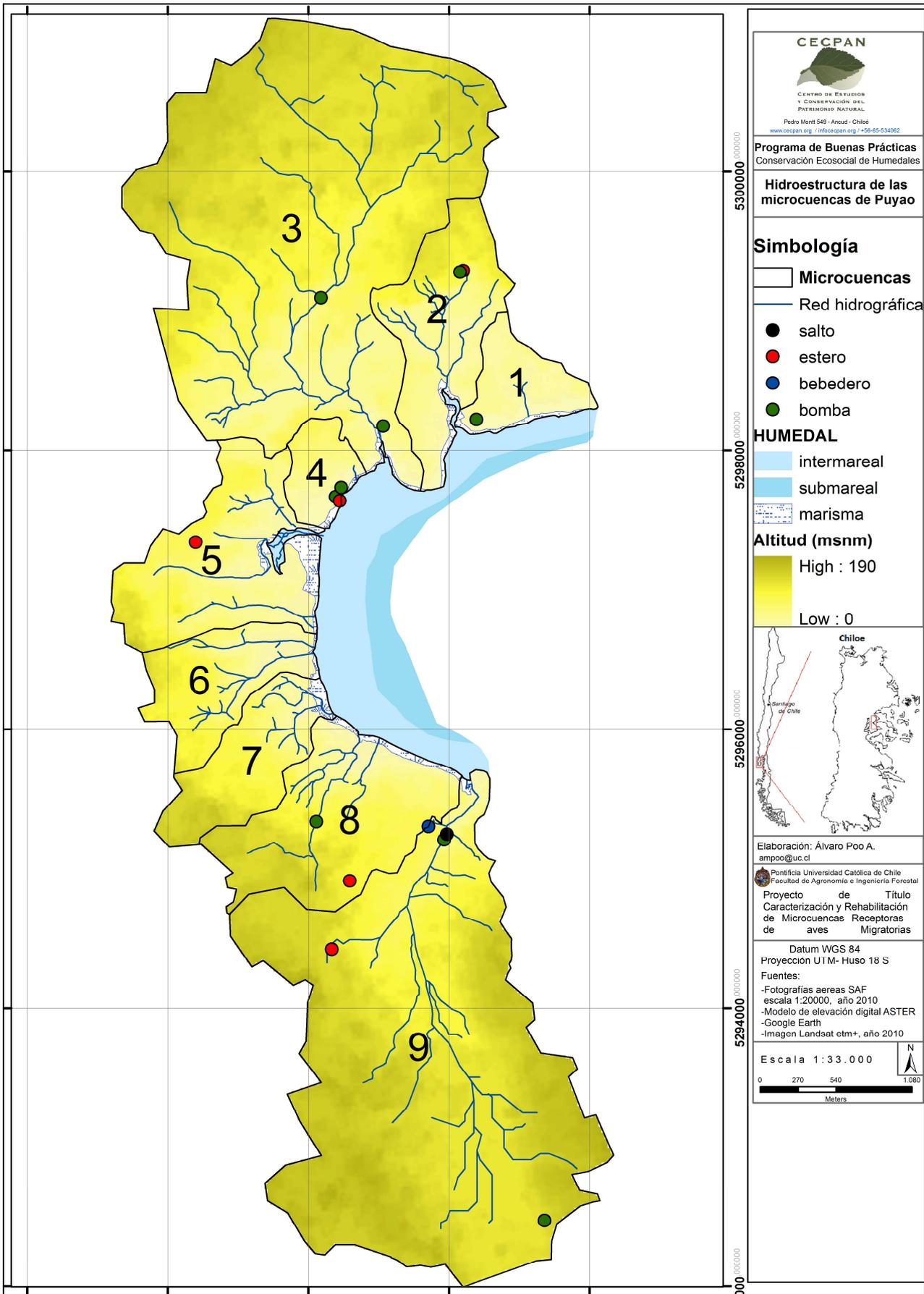


Figura 48. Carta de Hidroestructura (elaboración propia).

5.1.4 Espacioestructura

La espacioestructura está compuesta por las divisiones prediales. Según la información disponible¹⁰, las microcuencas definidas están compuestas por un total de 236 predios, de los cuales más del 60% son menores a 10 hectáreas y sólo 1 es mayor a 50 hectáreas. Se desconoce cuántos predios están habitados y cuya propiedad regularizada, sin embargo se sabe que varios propietarios viven en Castro u otros lugares cercanos. Por ejemplo, de un total de 23 roles registrados en el borde costero, sólo 7 predios se encuentran con viviendas habitadas (CECPAN, 2010).

Históricamente la propiedad ha tenido una estructura de minifundios, sin embargo la última década se han empezado a subdividir aún más (loteos) producto de dinámicas macroterritoriales como migraciones poblacionales, sucesiones de tierras y el aumento de la plusvalía por diversos factores.

Los predios se encuentran divididos internamente en potreros ganaderos con chacras intercaladas, zonas de galpones, viviendas, quintas y cultivos forestales.

¹⁰ Fuente: Servicio impuestos internos y correcciones de terreno. Actualizado hasta 2012.

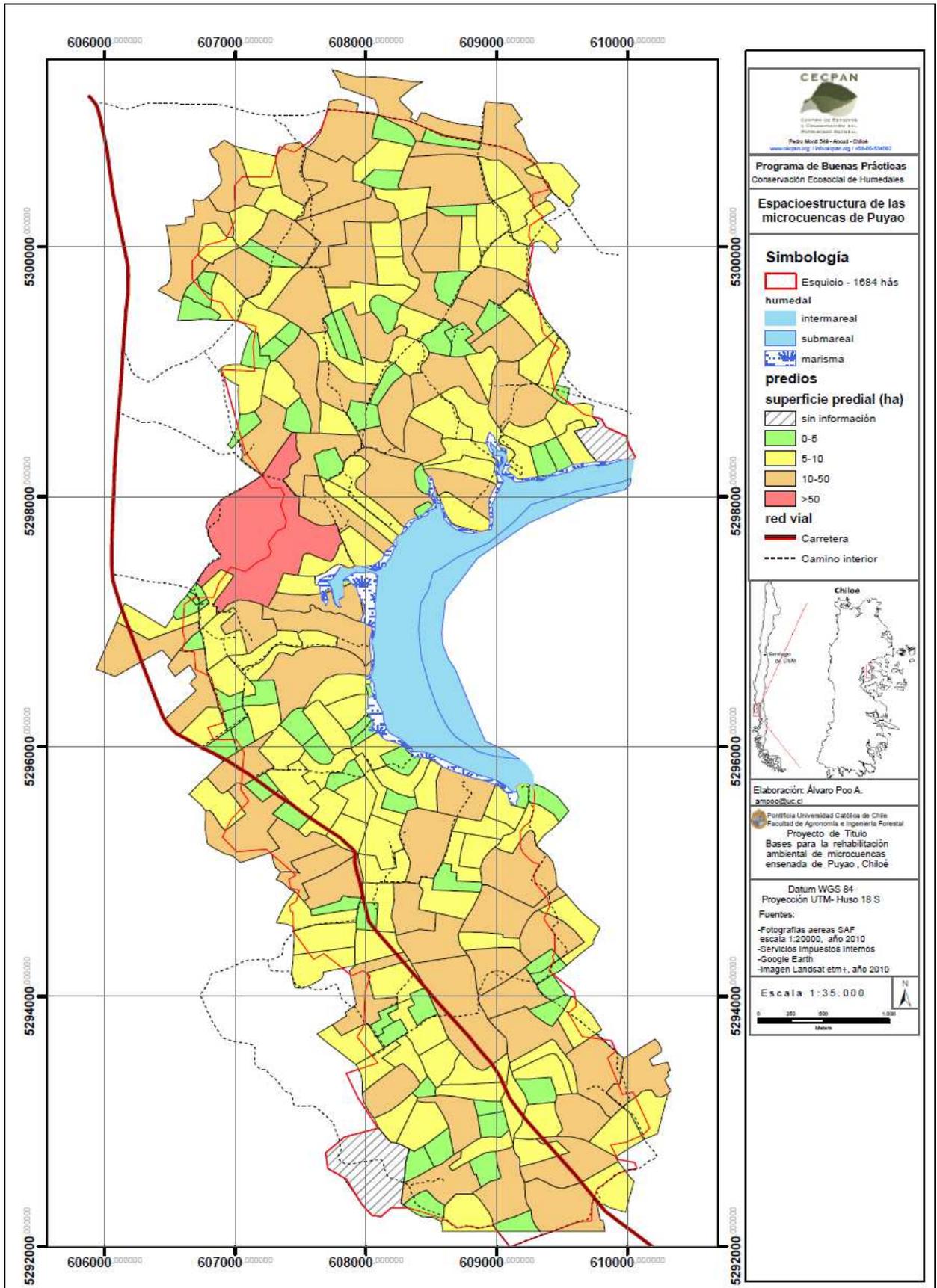


Figura 49. Carta de Espacioestructura (elaboración propia).

5.1.5 Componentes y tipologías territoriales

Se encontró una fuerte predominancia del componente *ager*, con alrededor de un 85% de la superficie total. La mayoría de los bosques y renovales están degradados y son usados para fines ganaderos y energéticos (leña), por lo que caben dentro de esta categoría.

El *saltus* corresponde a menos de un 10%, y está constituido principalmente por un *saltus natural*, con terrenos de difícil acceso, como quebradas, o de escaso valor de uso, como marismas. Aun así una porción de la marisma es usada para pastoreo, por lo que fue clasificada en el *ager*.

El *polis* es una porción marginal y está constituido por toda la tecnoestructura. Así, integrando los tres componentes tenemos un territorio con identidad rural.

Al contrastar las tipologías con la hidrografía, se observa desorden y desproporción del componente *saltus* en las cuencas. En muchos casos, para equilibrar la situación basta con cambiar el uso actual de los ecosistemas, tal como sería un bosque degradado con usos extractivos.

En el entorno inmediato del humedal destacan sectores de *ager* que corresponden fundamentalmente a zonas de pastoreo, *saltus* en estuarios y la *polis* son escasas viviendas, además de una huella costera para camionetas.

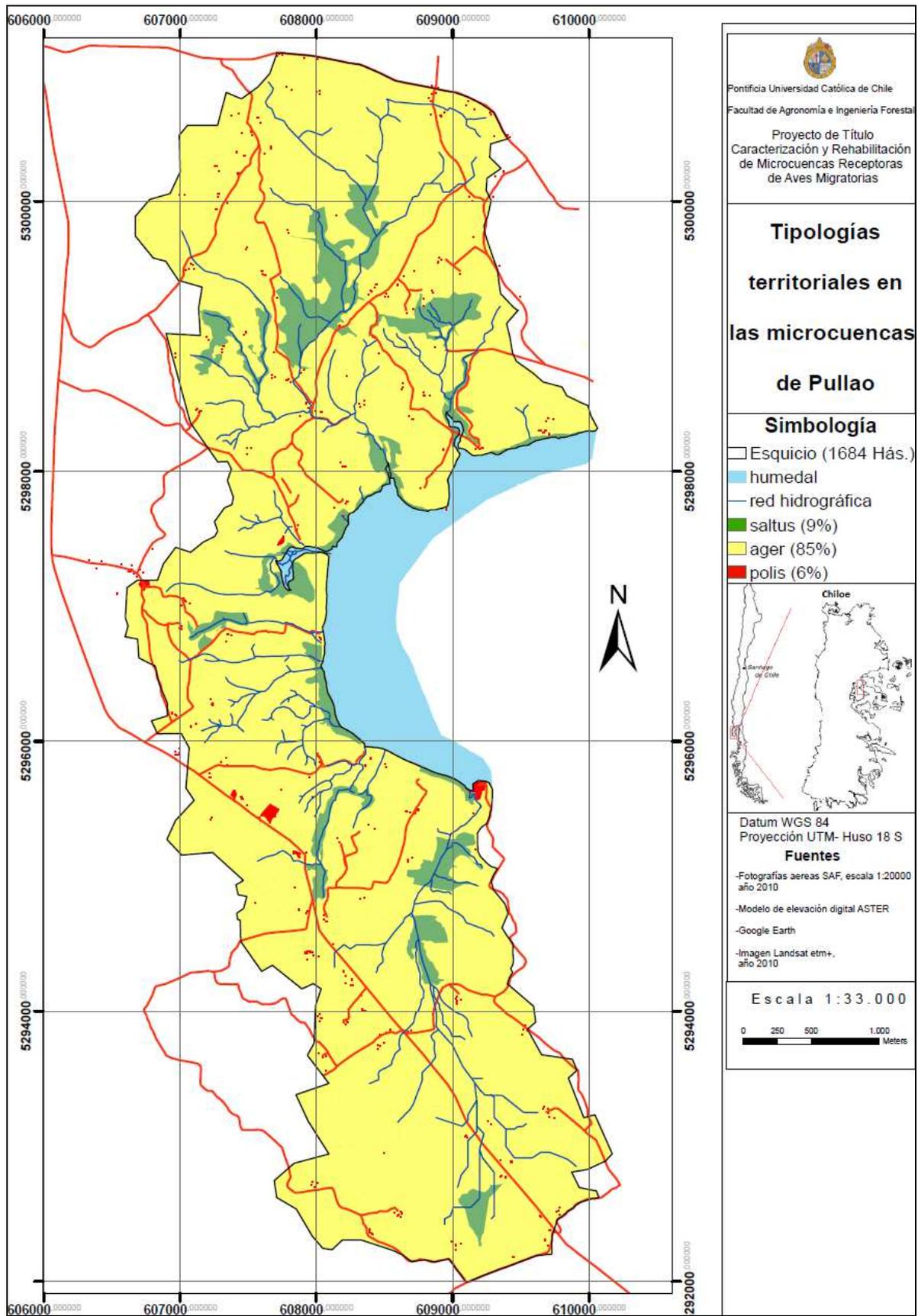


Figura 50. Carta de componentes territoriales: *saltus*, *ager* y *polis* (elaboración propia).

5.1.6 Actores sociales

Los principales actores identificados en el territorio definido por las microcuencas del humedal de Pullao se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Actores sociales identificados en Pullao

Personajes	Grupos	Organizaciones			
		Públicas	Privadas CFL	Privadas SFL	Informales
Agricultores destacados	Propietarios campesinos	INDAP	Empresas turismo	JJVV	
Oficios tradicionales	Propietarios no campesinos	CONAF	Empresas acuícolas	CAPR	
Líderes vecinales	Arrendatarios de predios	PRODESAL	Propietarios turismo	ONG`S	
	Turistas	Municipalidad Armada			

Fuente: Elaboración propia.

Específicamente entre las organizaciones comunitarias, se identificaron los comités de agua potable rural (CAPR) y juntas de vecinos (JJVV), según se detalla en la tabla 16. Cabe destacar que es a través de estas dos organizaciones que se gestionan los proyectos, por ejemplo, de apoyo a la pequeña agricultura mediante INDAP y PRODESAL.

Además los CAPR son organizaciones importantes para realizar extensión rural, dada su eficiencia organizacional en el manejo de recursos hídricos, constituyéndose como potenciales participantes de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas y recursos naturales (Román *et. al.*, 2009).

Tabla 16. Organizaciones comunitarias del área de estudio (CECPAN, 2010)

Organización Comunitaria	Tipo
Junta De Vecinos Sector Quilquico	Territorial
Comité Agua Potable Sector Quilquico	Funcional
Junta De Vecinos Sector Coñico	Territorial
Comité Agua Potable Sector Pullao	Funcional
Junta De Vecinos Sector San José	Territorial
Comité Agua Potable Sector San José	Funcional

La condición de actor social de un territorio, no se restringe a quienes habitan o transitan de forma permanente en él. A través de acciones indirectas estos actores pueden tener implicancias relevantes en la dinámica del territorio y por lo tanto en la construcción del

paisaje cultural. Se puede afirmar que la problemática de la conservación del humedal de Pullao tiene relación con fenómenos de distintas escalas espaciales y localizaciones geográficas (glocalización¹¹).

a) Localización Geo-social

La localización geo-social plantea que los actores (cuya tipología se representa con colores) tienen distintos *centros*¹² desde donde actúan en el territorio (figura 50). Se definen los siguientes *sitios* de localización: local, centrado predominantemente en el medio rural (y silvestre); comunal y regional, con ubicación o racionalidad desde el territorio urbano y rural; nacional, con una perspectiva más centralista y urbana; o internacional, con actuaciones desde una posición global, donde la racionalidad hegemónica también proviene de la urbe.

Por supuesto cada actor está localizado con distinta proporción en cada *sitio*, lo que le su respectivo *centro de actuación*. Por ejemplo, la municipalidad (org. de derecho público) tiene mayor proporción de injerencia en asuntos comunales, y también algo en lo local y en menor medida en lo nacional. Asimismo las empresas turísticas, que están físicamente ubicadas en Pullao (*local*), están concebidas desde el contexto urbano, con capitales provenientes de *lo nacional* y con afluencia mayoritaria de turistas internacionales, lo que le otorga un centro más desplazado “hacia afuera”. Una ubicación más local o más global no implica una relación directa con el grado de influencia o presencia en el territorio, atributo que fue representado cualitativamente con la intensidad de los colores. Como ejemplo, los jóvenes y estudiantes se presentan en tonalidad tenue dado que tienden a la ausencia, producto de procesos migratorios.

¹¹ Para profundizar el concepto, consultar (Pozo, 2011).

¹² Posiciones desde donde se configura su dominio de existencia, y por lo tanto sus actuaciones.

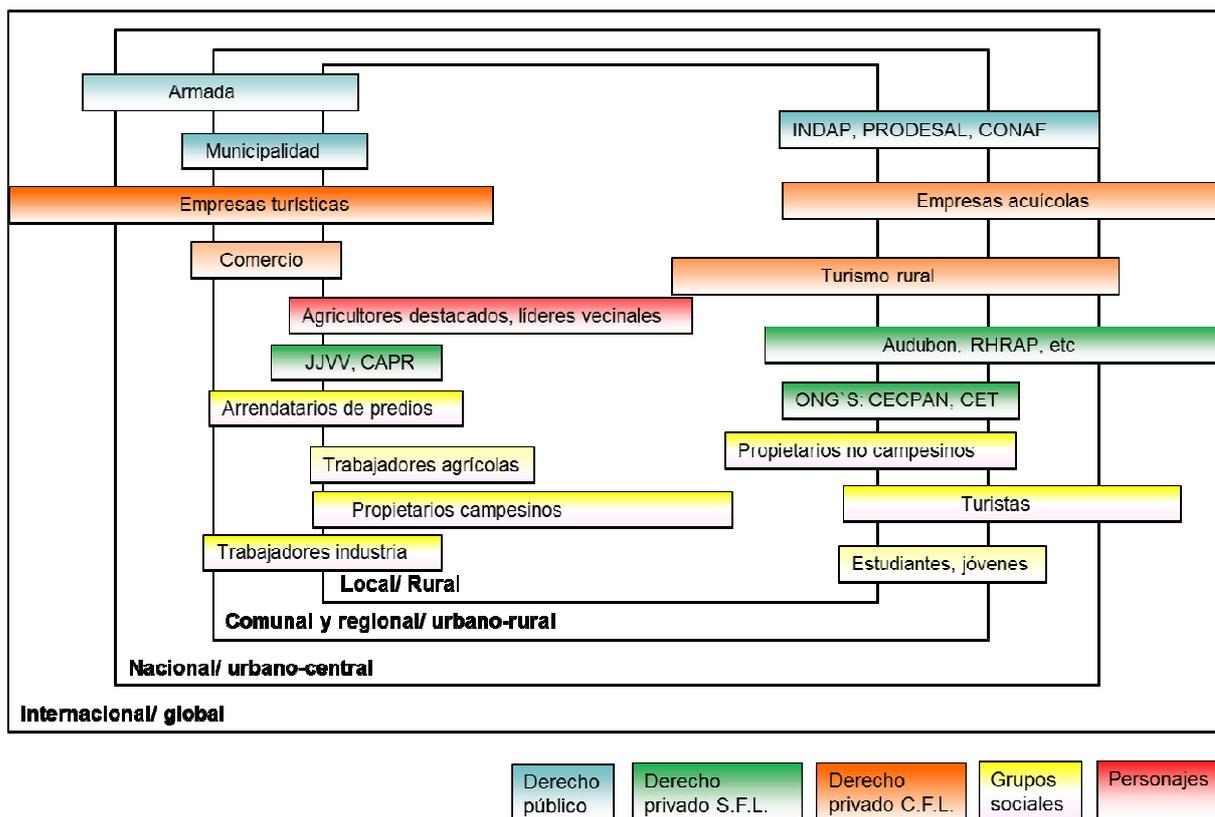


Figura 51. Localización Geo-social de los actores de Pullao (elaboración propia).

b) Temas recurrentes

Se presentan algunos aspectos destacados de las conversaciones realizadas:

Prácticas prediales (cotidianas)

Los trabajos que se realizan en los predios son esencialmente de pequeña agricultura y ganadería de ovinos y bovinos (de carne o doble propósito), correspondiendo a la agricultura familiar campesina.

En la agricultura, al igual que en toda la isla, los principales productos son la papa y el ajo. La papa se siembra dos veces en el año: la “primeriza” se siembra en mayo y es un cultivo pequeño, mientras la segunda es el “papal”, que se cultiva en julio-agosto y se cosecha durante el verano. Los terrenos para el cultivo de la papa no son mayores a 0,5 há. y en algunos predios hay varios papales, generalmente establecidos en laderas onduladas.

Algunos campesinos, en particular los que más dependen de las actividades del campo para subsistir, realizan una producción más diversificada, integrando en el sistema predial los porcinos, gallinas, gansos, patos y producción hortícola en baja cantidad, para autoconsumo y

comercialización eventualmente. En las huertas se cultivan en verano porotos, habas y zanahorias, mientras las hortalizas se cultivan en invernaderos, no tan difundidos.

En general, dado el tamaño pequeño de las propiedades, se realiza una producción ganadera mixta en baja cantidad, de ovinos y bovinos. La fertilización y encalado de las praderas no es muy frecuente. Existen pocos predios de sobre 25 hás. que se dedican a la ganadería más intensivamente y con volúmenes de producción mayores.

En los campos pequeños el uso de maquinarias es mínimo, siendo la fuerza animal el medio más usado en la labranza de los cultivos extensivos. En predios más grandes es mayor el uso de maquinaria agrícola y el establecimiento y mejoramiento para las praderas, con incorporación de semillas forrajeras, encalado (con apoyo de INDAP) y cosecha de heno para temporada invernal.

En los últimos años, según señalan los agricultores, la siembra de trigo y otros cereales es muy escasa. Para realizarla de forma tradicional se requiere de varias personas (en la siembra y cosecha) y es difícil y caro encontrar mano de obra. La fuerza de trabajo familiar escasea y se ha perdido la costumbre de cooperar en los trabajos entre vecinos. Así, estas labores se han vuelto costosas por la mano de obra y por los insumos agrícolas requeridos para lograr buenos rendimientos.

La fertilización de huertas y chacras tradicionalmente se ha hecho con recursos vegetales y abono de corral, práctica que se mantiene principalmente en los cultivos de pequeña superficie, para autoabastecimiento. En esos casos el vegetal más utilizado es el alga verde que crece en zonas submareales denominada Lamilla (*Ulva lactuca*). Otros vegetales usados son la *Nalca* (o *Pangue*), *Totorá* (o *Ñapu*) y *Junco*, que se dan en ambientes hidrófilos. Todos éstos se incorporan al suelo superficial justo antes de la siembra.

En chacras más grandes se suelen usar fertilizantes sintéticos fosfatados siendo común el superfosfato triple o mezclas de N-P-K, incluso a veces mezclados con lamilla. Dichos fertilizantes son de alta solubilidad, por lo que en suelos de buena infiltración como los trumaos presentan un potencial de lixiviación a los acuíferos.

Oficios: Entre las actividades artesanales destacan la producción, hilado y tejido de lana y la producción de chicha de manzana.

Recursos Naturales

Bosque y usos¹³: Los usos primordiales son recolección de madera para estacas (de Arrayán y Luma), de leña y la prestación de refugio para el ganado. Actividades como recolección de productos no maderables se realizan con menor frecuencia. Se percibe que el bosque no es valorado significativamente por la prestación de servicios ecosistémicos; al acto de abrir tierras forestales para otros usos se le llama comúnmente “limpia”, denotando una connotación de inutilidad del recurso.

Leña: La leña es el principal combustible para la calefacción. En algunos casos, sobre todo en los predios más pequeños que no cuentan con remanentes de bosque, se compra el total de la leña consumida que proviene de otras zonas rurales, siendo las especies más valoradas el Tepú y la Luma, aunque se compra mezcla de varias especies. La principal forma de compra es *puesta en casa* a un costo de alrededor de \$20 mil por m³. Si se considera que en una vivienda promedio de Castro o Quellón se consumen anualmente 18 m³ (Siemund, 2004, en Neira y Bertin, s.f.), el gasto en abastecimiento de leña sería de más de \$300 mil anuales.

Otros propietarios, en general de predios no tan pequeños, compran una fracción de la leña consumida y el resto lo sacan de renovales de bosque nativo o pequeñas plantaciones de *Eucalipto*. Entre las especies de árboles nativos locales destacan por su aptitud para leña la Luma, luego el Coigüe y el Ulmo. Son escasos los propietarios que pueden autoabastecerse de este recurso, y quienes lo hacen no planifican el uso del bosque, por ejemplo, con planes de manejo. La época ideal de cosecha es comienzos del verano, de manera de que pueda secarse antes de que comience el tiempo de mayor pluviosidad.

Cultivos forestales: Las proliferación de las plantaciones de *Eucalipto* en la isla de Chiloé se ha intensificado en los últimos años, y es un tema de preocupación, pues se establecen muchas veces en pomponales o reemplazando renovales de bosque nativo.

En Pullao las plantaciones no son muy extensas, desde pequeños parches con algunos individuos que se van raleando, podando y autosembrando hasta algunos paños de alrededor de 2-4 hectáreas, si bien están aumentando según se observa y comenta. Esta especie se valora por tener rotaciones cortas (12 años aprox.) y por dar leña de buena calidad, aunque también se reconoce ampliamente su potencial *secante* de la tierra, fenómeno que algunos han verificado empíricamente en sus predios. Aun así, en varios predios se pudo observar el

¹³ Más detalles en capítulo de rehabilitación

cultivo forestal aledaño a cursos de agua o vertientes, incluso intencionalmente para eliminar el “exceso de agua” de algunos terrenos.

Los cultivos forestales de este tipo son una opción económicamente viable tanto para autoabastecimiento de leña como para utilizar terrenos menos productivos o accesibles, sobretodo en predios donde la fuerza de trabajo escasea. Son una forma de generar liquidez con poco trabajo.

Recursos hídricos: el abastecimiento de agua para uso doméstico y consumo humano, en los poblados es por redes instaladas localmente, ya sea por propietarios individuales o por los comités de agua potable rural (CAPR) operantes. Para las zonas más alejadas, sobretodo cercanas al borde costero, se extrae desde vertientes, esteros de régimen permanente y pozos poco profundos. En general no hay problemas de abastecimiento ni calidad.

El agua para el ganado es obtenida de los esteros principales y pequeñas vertientes que permanecen anualmente. En la mayoría de los casos los animales tienen acceso directo a los esteros, generando degradación de la vegetación ribereña y de marisma y bosteos en el agua.

Humedal y borde costero: en el sector costero intermareal se desarrollan actividades consuetudinarias, lo que implica una noción de pertenencia con el espacio, destacando la mariscadura de orilla y recolección de pelillo (*Gracilaria chilensis*). Los mariscos se extraen para el autoconsumo y es una actividad que se está perdiendo en general en la isla. Los más abundantes son los choros, y antiguamente las navajuelas, recolectados durante la bajamar. El pelillo es usado para la industria alimentaria y se comercializa directamente a empresas exportadoras. La recolección de mariscos y pelillo se han hecho tradicionalmente, aunque en las últimas décadas se cultivan en escala pequeña e industrialmente, otorgándose concesiones para ello por la Subsecretaría de Fuerzas Armadas.

El borde costero contiguo al humedal no posee mayor cantidad de habitantes, de los 23 roles de propiedades vigentes, el número de casas habitadas permanentemente no supera las 7. Las restantes corresponden a propietarios que no tienen construcciones y viven en Castro o predios que limitan con la playa cuyos propietarios habitan en los asentamientos cercanos.

Algunas empresas de mitilicultura se emplazaron en las inmediaciones de Pullao, ofreciendo empleo a personas de Castro y localidades cercanas.

La pesca no es un rubro tan importante en la actualidad como lo fue hace algunas décadas (para la generación anterior a actuales propietarios), tanto por cambios en las prácticas de los

campesinos como por la caída en abundancia del recurso pesquero. Quienes la practican, lo hacen en pequeños botes adentrándose en el canal Dalcahue, o extendiendo redes en la zona intermareal, pescando en la pleamar. Los peces más comunes son salmón, pejerrey, robalo, sierra y tollo.

Turismo

El turismo en la localidad hasta hace poco tiempo era limitado a algunos proyectos pequeños de agroturismo y afluencia de personas a la costa en forma particular. La llegada de dos hoteles en los últimos 4 años cambió el panorama, notándose una mayor presencia de turistas (en buena proporción extranjeros). La hotelería desarrollada resalta el valor cultural y natural del entorno, manteniendo arquitectura y servicios acordes con ello, como cabalgatas por la playa, observación de avifauna, paseos en barcaza y comidas tradicionales o con productos locales.

Dichos proyectos han sido una fuente laboral complementaria para varias familias locales, así como un nuevo micro mercado para sus productos agropecuarios e incluso artesanales.

Cambios demográficos y económicos

En un contexto nacional de rápido crecimiento económico y dispar desempeño geográfico en términos de bienestar, Chiloé destaca por sus profundas transformaciones estructurales asociadas al establecimiento de la industria acuícola en medio de una sociedad tradicional con una economía basada en la agricultura de origen campesino, pesca artesanal y migración temporal, y un mercado de trabajo casi inexistente. Esta industrialización acelerada produjo un importante incremento poblacional urbano, un aumento acelerado de los ingresos sin mejoramiento en su distribución, una fuerte reducción de la pobreza y un considerable impacto cultural y ambiental (Ramírez *et. al.*, 2010).

Las tendencias migratorias rural-urbanas y viceversa, donde el segmento etario de los jóvenes migra hacia Castro, Puerto Montt y otras ciudades para estudiar y/o trabajar en labores asalariadas, muchas asociadas a las industrias acuícolas. Así se observa como generalidad que las familias campesinas residentes tienden a ser más longevas y por lo tanto su fuerza laboral se va reduciendo gradualmente, con implicancias en las actividades prediales y la ruralidad.

Lo anterior tiene implicancias en la capacidad y disposición de varios actores a participar en proyectos de desarrollo rural, tal como el manejo de las cuencas, ya que no disponen de mucho tiempo para las reuniones y actividades que les signifique.

Por otro lado, hay una tendencia por parte de actores del medio urbano a demandar tierras “urbanizadas” de localidades rurales o periurbanas (parcelas de agrado), integrando un nuevo grupo social –no ligado al mundo agrario- del medio rural.

Estos cambios configuran un nuevo escenario rural, que incluye según lo planteado por McPhee (2012), diversificación económica, emigración, flexibilización y feminización del trabajo rural e incremento de vínculos urbano-rurales.

Plusvalía de la tierra: Durante los últimos años el sector de la península de Rilán ha experimentado un aumento importante de su plusvalía. Esto se puede explicar por la cercanía a Castro, que experimenta una expansión urbana constante y generación de capital y empleo en base a las industrias acuícolas y los servicios. Contribuyen a esta valoración la carretera asfaltada y una red amplia de caminos interiores; alta cobertura de los servicios básicos como luz y agua; servicios de transporte Castro-Rilán permanentemente; la llegada de proyectos hoteleros y el funcionamiento reciente del aeropuerto de Castro.

Esto es un incentivo para los propietarios a lotear y vender tierras, así como para el arribo de nuevos proyectos de desarrollo turístico o de otras áreas.

Se podría afirmar que esta zona rural está cada vez más conectada con la ciudad y su dinámica económica, dependiendo cada vez más los habitantes rurales de los servicios de Castro, y a la inversa siendo más demandada por ésta.

Tenencia tierra: la mayor parte del territorio es de propiedad privada (salvo el borde costero) y se encuentra altamente subdividido ya que la mayoría de las propiedades corresponden a predios destinados a la pequeña agricultura¹⁴. Varias propiedades se encuentran en sucesión y algunos propietarios proyectan que sus propiedades se continuarán subdividiendo en el tiempo, comúnmente por herencias, pero también para vender parcelas.

Comercialización de productos: Los excedentes de la producción son comercializados localmente, tanto en la misma localidad como en centros más poblados cercanos. Comúnmente se venden vegetales (papas, ajos) y animales (corderos, vacunos) a negocios y carnicerías de las ciudades, que pasan a buscarlos directamente a los predios. Otra forma de comercialización es ir directamente a algún mercado y ofrecer los productos, lo que se hace comúnmente con hortalizas o productos elaborados, como la chicha de manzana.

¹⁴ Según antecedentes obtenidos de la Gobernación Provincial de Chiloé (2004), de un total de 22.103 predios, 48% son menores de 8 hectáreas y casi el 88% son menores a 32 hectáreas

Recientemente con la llegada de los hoteles al sector se abrió un nuevo mercado para productos agropecuarios e incluso marinos. Los hoteleros prefieren los productos locales tanto para agregar valor a su servicio como para incentivar la economía local, además de optar a precios convenientes.

Calidad de vida

En general se manifiesta una conformidad con la calidad de vida experimentada. Si bien el trabajo del campo es duro, es satisfactorio vivir con tranquilidad y cierta independencia laboral. La mayor cobertura de servicios básicos como el agua (a través de los CAPR) es un avance en comodidad.

Los campesinos contactados en general señalan que han realizado mejoras prediales en el último tiempo, y varios tienen expectativas de seguir mejorando en aspectos como construcciones o cercados, tanto con ayuda institucional como independientemente.

Salud: No fue un tema recurrente en las conversaciones, aunque la tendencia demográfica al envejecimiento de la población sugiere que hay o habrá una demanda creciente de estos servicios.

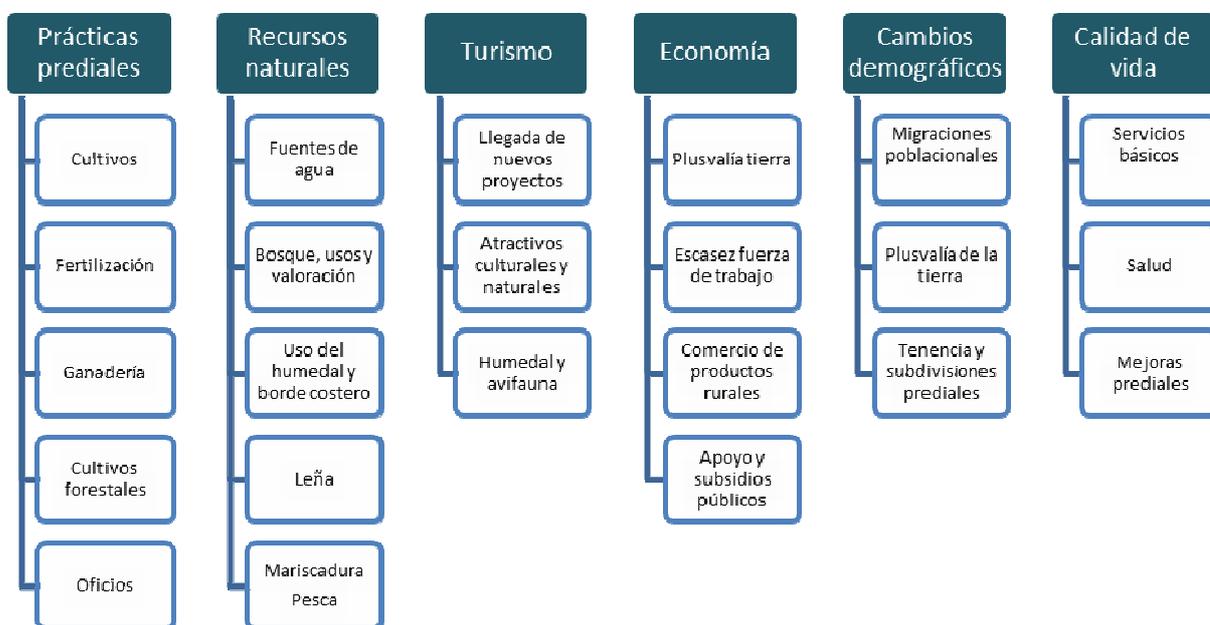


Figura 52. Resumen de los temas recurrentes en las conversaciones (elaboración propia).

5.2 Diagnóstico ecosistema de humedal ¹⁵

Según el método de evaluación aplicado, el grado de vulnerabilidad del humedal está en valores medios a bajos, entre 0,29 y 0,43 (en promedio 0,35). Significa, en general, una calidad ambiental relativamente buena y un grado de deterioro ambiental medianamente bajo, expresados en la biocenosis y el biotopo.

Tabla 17. Valoraciones de los criterios de diagnóstico del humedal

Criterios de Evaluación	Valoraciones		
	E1	E2	E3
I. Flujos de materia orgánica de origen antrópico hacia el humedal desde sistemas terrestres o fluviales	1	1	0
II. Heterogeneidad espacial del humedal a nivel de paisaje	1	3	3
III. Vegetación Ripariana (palustre y marisma)	1	1	1
IV. Zona Buffer	2	2	0
V. Pulso de Inundación	1	1	1
VI. Conectividad Intersistémica	0	0	0
VII. Grado de Naturalidad (paisaje)	1	1	1
Grado de vulnerabilidad del ecosistema	0,33	0,43	0,29

Fuente: Elaboración propia.

El criterio de mayor puntaje (mayor vulnerabilidad) es la heterogeneidad del humedal, y junto con el pulso de inundación, son atributos mayoritariamente naturales que influyen en la dinámica y estabilidad del sistema.

Los flujos de materia orgánica; la integridad, continuidad y tamaño de la zona buffer, y el grado de naturalidad del paisaje son los criterios más afectados por las actividades antrópicas, principalmente silvoagropecuarias. La presencia de plantaciones exóticas y deforestación en las cuencas y la abundancia de especies indeseables en la zona buffer son los factores que provocan la vulnerabilidad.

La vegetación ripariana, si bien naturalmente no cubre una gran superficie y se concentra especialmente en torno a los estuarios, está sometida a perturbaciones como la depredación del ganado y el paso de vehículos por la playa. Esto determina una valoración intermedia.

La conectividad intersistémica es el criterio menos ponderado, ya que en la zona no existe infraestructura de gran magnitud que funcione como barrera en los flujos de materia y especies entre las cuencas y el humedal.

¹⁵ Ver fotos y composición botánica en anexos.

5.3 Reflexiones sobre el paisaje cultural de Pullao

Se presentan algunas reflexiones a partir de la caracterización, que serán la base para la propuesta de lineamientos para la conservación de los recursos naturales del área de estudio:

-El territorio de Pullao comprende un conjunto de microcuencas costeras, que al igual que gran parte de la Isla Grande, presentan una alta heterogeneidad geomorfológica, determinando la existencia de diversos ambientes como lomajes, valles, vegas, ciénagas, bosques, hualves, marismas, quebradas, esteros, etc.

-La capacidad de uso del suelo corresponde principalmente las clases IV, II, V y VI. Esto implica que la tierra tiene vocación principalmente ganadera, con distintos niveles de intensidad de artificialización. Esto representa sólo una base de ordenación, que debe ser complementada con otros criterios como la hidrología y funcionalidad en los sistemas prediales.

-El poblamiento se caracteriza por pequeñas propiedades (minifundio) con diversidad de actividades productivas como agricultura (chacras, huertas, quintas) y ganadería mayor y menor.

-El humedal costero es un ecosistema de alto valor por albergar abundantes poblaciones de aves migratorias, por constituir un paisaje atractivo para el turismo y entregar servicios ecosistémicos que sustentan los sistemas de vida tradicionales. Si bien el método de diagnóstico aplicado no arroja una vulnerabilidad alta, existen presiones actuales y potenciales que se deben considerar para una gestión territorial del ecosistema. Entre ellas, el pastoreo en la marisma, el paso de vehículos por la playa, la deforestación de las cuencas, las prácticas agrícolas sin medidas de conservación, el uso de agroquímicos y la tendencia a la división predial son las más relevantes.

-Los bosques existentes actualmente son pequeños remanentes con alta fragmentación y degradación, siendo poco valorados como recurso renovable por la población local. Su relevancia para la estabilidad ambiental de las cuencas y del humedal es reconocida, lo que plantea la inquietud de implementar medidas para su revalorización y rehabilitación ecológica. Esto cobra especial importancia en lo relativo a la mantención del recurso hídrico.

-De acuerdo a la historia de ocupación del territorio se ha desarrollado una cultura rural que se mantuvo por largo tiempo. Sin embargo, los cambios socioeconómicos ocurridos en la provincia durante las últimas décadas han ido configurando un escenario de incertidumbre en torno a la mantención de estos sistemas de subsistencia en el medio rural.

-La gestión de los recursos naturales a escala de cuenca requiere de una noción del bien colectivo. Un escenario de alta división predial y diversidad de propietarios es complejo, y plantea un énfasis en el desarrollo de una estrategia diversificada de conservación en tierras privadas, considerando el fortalecimiento de la cohesión social. Los CAPR y JJVV son instancias importantes de entrada y trabajo con la comunidad.

-Una parte importante de la producción agropecuaria es para autoconsumo, y en general lo que se comercializa son productos primarios (papas, vacunos, corderos, ajos, etc.) y en formato a granel. A nivel global, los recursos naturales son cada vez más escasos y van teniendo un mayor valor de cambio, por lo que es necesario plasmar ese mayor valor en productos con identidad cultural. Para ello es esencial la gestión para la búsqueda o creación de canales de comercialización de dichos productos.

-En la actualidad, el territorio rural es valorado por la sociedad como algo más que un espacio de producción primaria. Así el turismo destaca como una actividad pujante, dado su alto valor paisajístico y patrimonial (natural y cultural). Los proyectos hoteleros, de intereses especiales y el turismo rural son las principales formas, y todas dependen de la conservación de dichos recursos. Además la creciente afluencia de turistas abre la oportunidad de generar espacios para la exposición y comercialización de productos locales.

-La realidad socio-demográfica cambiante, sugiere que para conservar el humedal y los recursos naturales en el territorio, no basta con tomar acciones orientadas a la rehabilitación ambiental. Éstas trascenderán en el tiempo en la medida en que sean respaldadas por un desarrollo rural que incorpore a los actores sociales y permita mejorar las condiciones y las perspectivas de vida en el territorio. Algunas de estas acciones deben tener un efecto positivo en la materialidad de los campesinos, ya que es uno de los principales motivos de emigración y venta de tierras; de lo contrario, las iniciativas de rehabilitación ambiental son vulnerables por los cambios en tenencia de tierra, loteos, venta de predios y desarrollo industrial e inmobiliario.

-Existe alto interés por parte de sectores la sociedad en mantener y potenciar este tipo de territorios, lo que representa una fortaleza en cuanto se traduzca en canalización de recursos (asesorías profesionales, financiamiento, trabajo, alianzas, convenios, etc.) hacia ello: organizaciones públicas como INDAP, CONAF y el municipio, organizaciones privadas como ONG's nacionales e internacionales y otros actores privados.

5.4 Lineamientos para la ordenación territorial

Se plantean los ejes de desarrollo que, a juicio del autor según los resultados del diagnóstico y avances en gestión¹⁶ hasta el momento, debiesen considerarse para la conservación del humedal de Pullao. Son temas complementarios a la rehabilitación forestal, pues ésta no es viable como iniciativa aislada del desarrollo social, económico y ambiental en el territorio. Dichos temas deben ser vinculados con los actores sociales identificados y competentes en cada caso.

La finalidad de plantear lineamientos variados, es intervenir estratégicamente en distintos espacios de decisiones, desde lo cotidiano del campesinado hasta los tomadores de decisiones políticas. La implementación de un conjunto de iniciativas, genera un panorama poblado de focos de conservación, que son complementarios y se espera tengan un efecto sinérgico en el paisaje, permitiendo la conservación efectiva del humedal y su riqueza biológica.

¹⁶ Realizada por CECPAN en el marco del Programa de Conservación Eco-social de Humedales.

Tabla 18. Ejes a desarrollar directamente en el humedal

Lineamientos de acción directa en el humedal	Detalle	Actores competentes	Plazo concreción / Estado avance
Trabajo con los propietarios del borde costero	Concientización y compromisos de buenas prácticas prediales. Los propietarios debieran obtener algún tipo de beneficio de ello	ONG'S	Mediano. En curso conversaciones y primeros acuerdos, con altas perspectivas futuras
Implementación de estrategia múltiple de conservación en tierras privadas	Zonificaciones para servidumbres ecológicas, comodatos, acuerdos de conservación- producción	Municipio, ONG'S, hoteles, todo tipo de propietarios	Mediano. Algunos acuerdos incipientes en curso
	Adquisición de tierras, valorización de servicios ecosistémicos	CECPAN, fondos privados	En curso experiencia piloto: compra 1 há. de marisma
	Establecimiento de más señaléticas y miradores, para realzar el valor paisajístico y turístico	ONG'S, JJVV, Municipio, rubro turismo	Mediano
Monitoreo ambiental	Mantener en el tiempo monitoreo de avifauna, vegetación y agua, y la difusión tanto de resultados como de actividades	CECPAN	En curso, pendiente incorporar más variables y difusión
Utilización del ecosistema para educación ambiental	talleres educativos, formación de guías locales, visitas guiadas	ONG'S, escuelas Quilquico, San José y Coñico, hoteles, agroturismo, CAPR, JJVV	Corto. Por concretar primera capacitación de guías
Iniciativas de conservación puntuales	Cambio o retiro de cercos de púas aledaños a sitios de descanso y nidificación de avifauna	CECPAN, CONAF, INDAP, Municipio, Empresas, Rubro turismo,	Corto. 600 m en zona crítica concretados, se puede ampliar más
	"Liberación" de sitios de marisma cercados, para el uso por avifauna	CECPAN gestiona con privados	Corto. Existen dos experiencias de movimiento de cercos
	Concesiones marítimas para usos alternativos (turismo, conservación)	CECPAN, Actores turismo, DIRECTEMAR	Corto. En trámite primera experiencia (80 há)
	Regulación del paso de autos por la playa (habilitación de servidumbre).	Municipio, usuarios de ruta, propietarios privados	Largo. Requiere de muchas voluntades

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Ejes a desarrollar en el entorno de las cuencas

Lineamientos de acción en todo el territorio	Detalle	Actores competentes	Plazo concreción / Estado avance
Rehabilitación forestal	bosques degradados, sectores ribereños y zonas de aptitud preferentemente forestal	Propietarios, CONAF, CECPAN, INDAP	En curso, 11 propietarios abarcando 5 hectáreas.
Crear una ruta patrimonial local	Conectar hitos destacables mediante senderos: casas patrimoniales, servicios turísticos, cascada, bosques relictos, gastronomía, etc	Municipio, JJVV, Rubro turismo	Mediano
Expandir estrategias de conservación en tierras privadas	Incorporar sectores críticos de las microcuencas, aumento de alcance	Municipio, ONG'S, hoteles, todo tipo de propietarios	Mediano
Incentivar asociaciones sectoriales e intersectoriales	Incentivo a reincorporación de prácticas agrícolas tradicionales, agroecología y ordenación predial De manera de configurar una red que dinamice y potencie las actividades económicas	ONG's, INDAP Actores del turismo, los productores agrícolas, artesanos, otros	Mediano. Se está comenzando el trabajo con algunos propietarios Largo. Requiere de mucha gestión, voluntades, confianza
Capacitaciones para campesinos	En temas u oficios que permitan agregar valor o generar nuevos productos y servicios del territorio rural	Municipio, ONG's, OTEC's, INDAP, JJVV, CAPR	Largo. Requiere de alta gestión, voluntades, confianza
Articulación de medios de financiamiento y subsidios	Prácticas de conservación y mejoramiento predial, emprendimientos locales, restauración de construcciones patrimoniales y capacitaciones	ONG's (gestión), fondos públicos y privados	Mediano
Realización de actividades para el ocio y recreación de la comunidad	Talleres, arte, deporte, espacios de uso comunitario, etc. Para mejorar la calidad de vida e incentivar la cohesión social	JJVV, ONG's, particulares. Idealmente gestionadas localmente	Largo. Requiere de un trabajo a largo plazo para la puesta en valor del tema
Normativa (ordenanza) de ordenación/ regulación del uso del borde costero y el territorio rural	De mucha relevancia, considerando la desregulación actual, el avance urbano e industrial en la zona.	Municipalidad, GORE, Gobernación marítima	Mediano a largo. Si bien es complejo, hay interés por parte del municipio
Talleres de capacitación/concientización y trabajo con tomadores de decisiones	Para poner la conservación de los recursos naturales y el desarrollo rural como foco de atención en las políticas públicas	Representantes vecinales, autoridades comunales, provinciales y regionales, ONG's	Mediano. Hay avances en la formulación de talleres

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Bases de la rehabilitación forestal

Como se planteó anteriormente, la rehabilitación ambiental consiste en un acercamiento parcial, en estructura, composición o funcionalidad al ecosistema original. En este caso se pretende recuperar principalmente la función protectora del suelo y agua que proporciona el bosque en la cuenca, efectuando un restablecimiento del elemento forestal de la vegetación (forestación). Por ello el ecosistema de referencia será planteado en función de la composición forestal del ecosistema original.

Es importante hacer notar que el ecosistema de referencia tiene utilidad especialmente en los bosques de protección y conservación, ubicados espacialmente como corredores riparianos y en zonas de alta vulnerabilidad ecológicas (pendientes fuertes).

5.5.1 Ecosistema original

El bosque original o vegetación potencial correspondiente a esta zona no es conocido con un detalle muy alto, pues los relictos existentes son escasos, fragmentados y en estado de degradación variable. Además, la mayoría de la investigación sobre la ecología de los bosques chilotes se centra en el parque nacional Chiloé y por el norte en la estación Senda de Darwin. En el caso del bosque hidrófilo, los estudios se concentran en la zona valdiviana.

Toda la cuenca estuvo originalmente por bosques, distinguiéndose básicamente entre el bosque de las laderas, dominado por Coigüe y Ulmo, y el bosque hidrófilo, comunidad dominada por Mirtáceas. El primero está representado en la cordillera de la Costa sólo en su vertiente oriental, bajo los 500 msnm y en partes de la depresión intermedia entre Cautín y Chiloé. Es la formación más extensa del bosque valdiviano o siempreverde. El bosque hidrófilo en una comunidad forestal azonal presente desde la zona central hasta la región de Los Lagos, aunque su composición de especies varía en dicho gradiente latitudinal.

a) Bosque zonal o siempreverde

Al igual que la vegetación de todo Chiloé insular, todos los autores incluyen a estos ecosistemas al interior de la zona higromórfica del país, asignándole distintas denominaciones a los tipos vegetales dominantes.

Tabla 20. Denominaciones por distintos autores del tipo vegetacional en estudio (modificado de Quintanilla, 1995).

Autor	Año	Denominación
Mann	1960	Selvas de <i>Nothofagus dombeyi</i> acompañado de Lauráceas, Mirtáceas y Podocarpus
Di Castri	1964	Formación de la selva valdiviana estructurada en distintas agrupaciones forestales
Schmithusen	1956	Pluviselvas perennifolias de la zona templada
Ramírez	1987; 2005	Bosque de Coigue y Ulmo (<i>Nothofago-Eucryphietum cordifoliae</i>)
Donoso	1993	Tipo forestal siempreverde, subtipos siempreverde con tolerantes y siempreverde con intolerantes emergentes (distintas etapas sucesionales)
Gajardo	1994	Región del Bosque laurifolio, sub-región del bosque laurifolio de Valdivia, formación bosque laurifolio de Chiloé
Quintanilla	1995	Bosque siempreverde ombrófilo templado de latifoliadas con dominancia de <i>Nothofagus</i>
Luebert y Pliscoff	2006	Formación del bosque siempreverde, piso del bosque siempreverde templado interior de <i>Nothofagus nitida</i> y <i>Podocarpus nubigena</i> , asociaciones <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Eucryphia cordifolia-Luma apiculata</i>

Son bosques dominados por grandes árboles perennifolios, de hojas en general grandes, brillantes y de color verde oscuro, sin diferencia considerable entre zonas altas y bajas de la cuenca. La fisionomía del paisaje vegetal es la de un bosque muy denso y oscuro que presenta una alta estratificación vertical (cuatro o cinco doseles). La composición florística de especies leñosas es muy rica, no así la de herbáceas (Gajardo, 1994; Quintanilla y Matute, 2005).

En el estrato superior o emergente, probablemente de las especies invasoras originales, dominan *Nothofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia*, mientras no se registra una presencia importante de *Nothofagus nitida*. Éstos pueden alcanzar un gran desarrollo en suelos de buen drenaje y laderas onduladas, llegando a las 45 m de altura. Eventualmente podría haber *Weinmannia trichosperma* y *Embothrium coccineum*.

Los estratos intermedios son dominados por especies semitolerantes y tolerantes a la sombra, como mirtáceas (*L. apiculata*, *A. luma.*, *A. meli* y en situaciones más húmedas *Myrceugenia planipes*) y proteáceas (*Lomatia hirsuta*, *L. dentata*). También son comunes *Caldcluvia paniculata* (que puede llegar a unos 20 m) y *Gevuina avellana*, y en menor medida *Aextoxicon punctatum*, *Drimys winteri* y *Laureliopsis phillipiana*. En los bordes es común *Ovidia pillopillo*.

El estrato arbustivo más alto está formado por *Aristotelia chilensis* y *Rhaphithamnus spinosus*.

En el estrato arbustivo bajo son importantes *Ugni molinae*, *Chusquea quila*, *Azara lanceolata*, *Gaultheria phillyreifolia*, *G. mucronata*, *Berberis buxifolia*. En claros, *Ch. quila* puede formar matorrales monoespecíficos muy densos, de hasta 10 m de altura.

En sitios de mayor luminosidad como claros de bosque y riberas de ríos abundan arbustos como *Fuchsia magellanica*, distintas especies de *Gaultheria*, *Ugni molinae* y menos abundantes *Ribes valdivianum* y *Crinodendron hookerianum*.

En el bosque valdiviano hay abundantes lianas y enredaderas, llamadas habitualmente “voqui”. Entre ellas es posible encontrar *Lardizabala biternata*, *Campsidium valdivianum*, *Hydrangea serratifolia*, *Elytropus chilensis*, *Lapageria rosea*, *Raukua laetevirens* y *R. valdiviensis*, *Cissus striata*, *Boquila trifoliata*, *Griselinia ruscifolia* y *G. racemosa*. Otras trepadoras son las Gesneriáceas *Asteranthera ovata*, *Sarmienta repens* y la más común, *Mitraria coccinea*. Entre las epífitas están *Luzuriaga radicans* y *Fascicularia bicolor*, además de helechos del género *Hymenophyllum*, llamados “helechos película”.

El estrato herbáceo no es muy diverso ni abundante, donde los helechos son importantes. Destacan especies como *Viola rubella*, *Uncinia phleoides*, *U. erinacea*, *Codonorchis lessonii* y *Nertera granadensis*, el musgo *Dedroligotrichon dendroides*, los helechos del género *Blechnum* y *Lophosoria quadripinnata* (Cárdenas y Villagrán, 2005; Quintanilla y Matute, 2005; Quintanilla, 1995; Ramirez y San Martín, 2005).

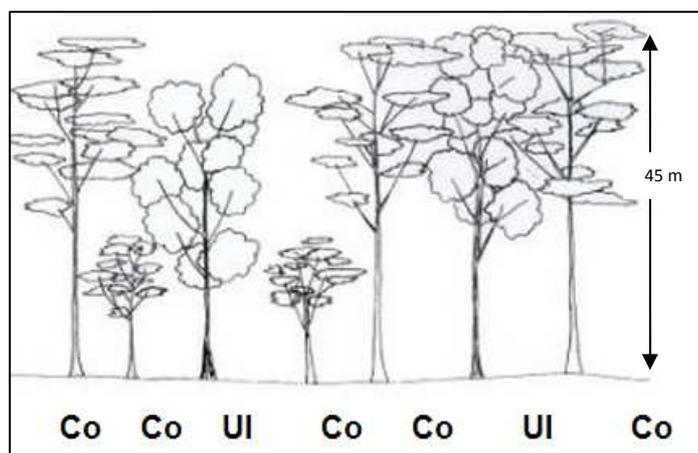


Figura 53. Representación esquemática de un perfil vertical del estrato superior del bosque Coigüe-Ulmo (CEA Chile).

En las zonas litorales de playas, se desarrolla una franja vegetacional muy angosta diferenciada del resto del bosque, donde las especies principales son las arbustivas *Hebe salicifolia* y *Pernettya mucronata* que simultáneamente usufructúan del suelo húmico del bosque y de la condición lumínica del litoral (Luebert y Pliscoff, 2006). Otras frecuentes son *Gunnera tinctoria*,

Aextoxicon punctatum (en acantilados), *Greigia sphacelata* y *Buddleja glubosa*, en compañía de *A. chilensis* y *F. magellánica*.

b) Bosque intrazonal o hualve

Esta denominación agrupa a los bosques de condiciones hidrófilas, denominados “hualves”¹⁷. Es un tipo de bosque pantanoso, o humedal de agua dulce dominado por árboles. Es perenne y monoestratificado a una altura potencial de unos 18 m. Está determinado por la saturación total o parcial del sustrato durante unos seis a ocho meses al año, debido a su ubicación en fosas tectónicas, depresiones, fondos de quebradas (San Martín *et. al.* 1988, Ramírez *et. al.* 1995) o en la ribera de cuerpos dulceacuícolas, donde la napa freática es de 20-30 cm y se encuentra muy cerca de la superficie (Quintanilla, 1995). El suelo donde se desarrollan es similar al del resto de la cuenca, salvo que con el anegamiento adquiere características turbosas al acumular materia orgánica.

En Pullao se encuentra esta formación vegetal principalmente en tres locaciones de la cuenca: en posiciones depresionales del paisaje donde afloran vertientes o se acumula agua de escorrentía, formando parches pequeños, muy locales; en torno a las zonas terminales de los esteros, donde se forman los parches de tamaño más importante, colindando hacia la costa con las marismas; en los fondos de quebradas con cursos de agua permanentes, formando corredores riparianos que reciben la influencia hídrica.

La asociación a ambientes acuáticos los convierte en vegetación azonal o intrazonal, pues el anegamiento edáfico está determinando que esta formación sea distinta a las formaciones circundantes.

Los hualves están compuestos principalmente por árboles siempreverdes, que alcanzan una cobertura muy densa, limitando la llegada de luz al suelo. La escasa luminosidad (1,7 % de la radiación en el exterior) y el anegamiento del suelo, el cual reduce o elimina el oxígeno del suelo disponible para las raíces, determina que sean bosques pobres en especies.

Esta formación está descrita formalmente hasta más al norte de la Isla como asociación Temo-Pitra, sin embargo en Chiloé se desarrolla una comunidad muy similar dominada por las mirtáceas *Myrceugenia planipes* (en reemplazo de Temo o *Blepharocalyx cruckshanksii*) y *M. exsucca* (Hauenstein *et al.*, 2002; San Martín *et. al.*, 2002). Como especie acompañante se puede señalar *Drimys winteri*, *Sophora cassioides*, *Luma apiculata* (Luebert y Pliscoff, 2006;

¹⁷ Del Mapudungún “hualhue”, que significa ciénaga o pantano; también llamados Pitrales por la dominancia de Pitra (*M. planipes* y *M. exsucca*).

Ramírez y San Martín, 2005), *Ovidia pillopillo* (Cárdenas y Villagrán, 2005) y menos frecuente *Myrceugenia ovata* y *M. parvifolia*. El piso está limpio, apareciendo esporádicamente *Rhamnus diffusus* y *Myrteola nummularia*. Las mirtáceas presentes son capaces de regenerar a partir de tocones después de ser cortadas y forman raíces adventicias suculentas, que nacen desde ramas sumergidas en el periodo de anegamiento.

Entre las trepadoras destaca la quila (*Chusquea spp.*) y varios tipos de voqui. Sobre los troncos se encuentran musgos y hepáticas, no así líquenes por la escasa luminosidad que penetra. También se encuentran parásitos como *Tristerix corymbosus* y *Lepidoceras chilensis*, y la epífita *Fascicularia bicolor*.

Desde los bordes se internan herbáceas hidrófilas de las familias Ciperácea y Juncácea, mientras en la flora de pteridófitos de estos bosques son importantes las familias *Blechnaceae* e *Hymenophyllaceae*, con cinco especies cada una. También están presentes *Polypodium feuillei* y *Asplenium dareoides*.

5.5.2 Ecosistemas de referencia

a) Bosque siempreverde

Se encuentran dos situaciones que requieren referencias distintas:

- En sitios abiertos: Dado que corresponden a coberturas de praderas o usos agroganaderos, lo recomendable es establecer directamente las especies arbóreas pioneras de la sucesión forestal: *Nothofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia* en mayor proporción, y *Nothofagus nitida*, *Weinmannia trichosperma* y *Embothrium coccineum* como acompañantes. Con el tiempo todas ellas quedarían como dominantes en un dosel superior. Como complemento, para aumentar la riqueza, se incluirían *Luma apiculata*, *A. luma*, *G. avellana*, *L. hirsuta*, *R. spinosus*, generando un segundo dosel co-dominante.
- En bosque degradado: Ya que existe un dosel arbóreo que regula las condiciones micro ambientales, se propone como referencia un bosque de composición más avanzada en la sucesión, compuesto de *Myrtáceas* (arrayán, luma, meli, murta), *Laureliopsis philipiana*, *Lomatia dentata*, *Aextoxicon punctatum*, *Caldcluvia paniculata* e incluso *Myrceugenia planipes* y *Drimys winteri* en los sectores más húmedos.

b) Bosque intrazonal (hualve)

El ecosistema de referencia incluye todas las especies arbóreas y arborescentes que soportan o necesitan del anegamiento estacional. En mayor proporción *Myrceugenia exsucca* y *M. planipes*, incluyendo además *Drimys winteri*, *Sophora cassioides*, *Luma apiculata*, *Ovidia pillopollo*, *Myrceugenia ovata* y *M. parvifolia*.

5.5.3 Procesos sucesionales y degradación.

Es evidente que los bosques chilotes presentan señales importantes de alteraciones actuales o recientes en mayor o menor grado. Las alteraciones se deben, fundamentalmente, a la acción del ganado, a la explotación de los productos del bosque y la habilitación de tierras para uso agropecuario.

Estas acciones generan una retrogradación de los ecosistemas originales hacia estadios sucesionales más tempranos, e incluso hacia otras trayectorias antropogénicas, por ejemplo, mediante la introducción de especies invasoras.

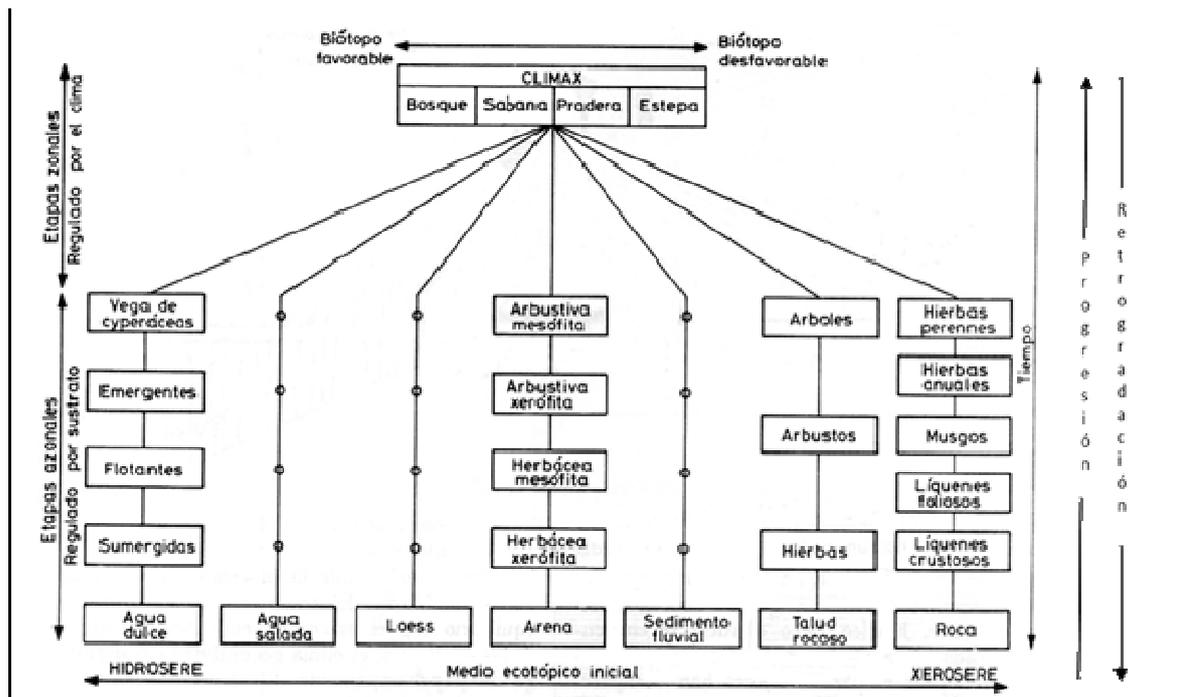


Figura 54. Representación esquemática de sucesiones ecológicas desde distintos ecotopos. La degradación puede llevar a los ecosistemas a estadios sucesionales más tempranos (Gastó, 1980).

a) Dinámica natural del bosque siempreverde (coigüe-ulmo)

En la sucesión primaria de este bosque colonizan inicialmente las arbóreas intolerantes a la sombra (*Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus nitida*, *Eucryphia cordifolia* y *Weinmannia*

trichosperma), que cuando se van desarrollando una cobertura importante, generan un sustrato orgánico que permite el establecimiento progresivo de especies semitolerantes y luego tolerantes a la sombra. Con ello se va formando un bosque más laurifolio, más húmedo y complejo en estructura, con mayor diversidad de especies en varios estratos. Los colonizadores iniciales van disminuyendo en proporción y alcanzando grandes tamaños hasta quedar en el estrato emergente, unos metros por sobre el dosel dominante; son paulatinamente desplazados y su nicho va quedando reducido a bordes de parches y gaps de luz formados por perturbaciones de distinta escala espacial. En este punto se alcanza la mayor biodiversidad vegetal, y se plantea como una situación sucesional intermedia de los bosques de *Nothofagus*.

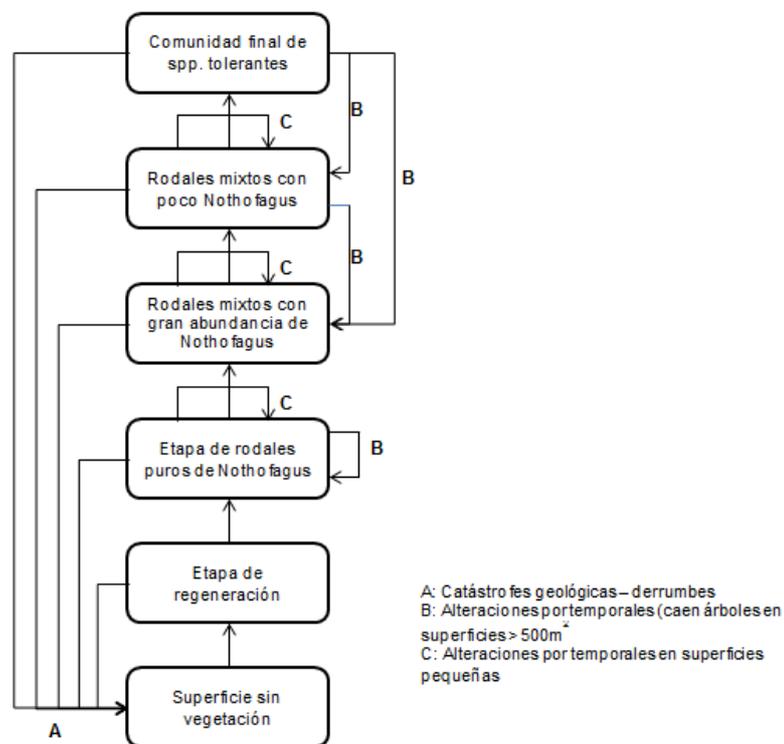


Figura 55. Esquema de dinámica natural de bosques de *Nothofagus* (Uebelhör, 1984, en Rojas *et al.*, s.f.).

La evolución del ecosistema conduce a un bosque siempreverde de especies tolerantes que pueden regenerar bajo el dosel, a medida que los individuos intolerantes senescen y no encuentran nichos para establecerse, al menos en los parches continuos de vegetación. En esta etapa se encuentran presentes distintas especies de mirtáceas, *Drimys winteri*, *Caldcluvia paniculata*, *Genuina avellana*, *Laureliopsis philippiana*, entre otras. La ocurrencia de perturbaciones permite el establecimiento de algunos individuos intolerantes, representando

una pequeña proporción del total de las especies arbóreas. Este se plantea como una situación climática (Donoso, 1981).

b) Perturbaciones y dinámicas antropogénicas del bosque Coigüe-Ulmo

Históricamente, a partir de la colonización española en el siglo XVI hasta la actualidad, este sector de la Isla fue reiteradamente abierto con fuego y hacha para generar espacios agrícolas y ganaderos. La explotación del bosque para madera también produjo fuertes impactos en las comunidades vegetales (Quintanilla, 1995), de tal manera que actualmente no se encuentran fragmentos de bosque primario en la zona.

La técnica más común para abrir espacios al cultivo en Chiloé es la quema o “limpia de suelo”, que se realiza en varias etapas: inicialmente se hace el “roce a fuego” o “desmonte”, que consiste en cortar los árboles más pequeños, quila y matorral en seguida del fuego, que serán quemados semanas después luego de secarse. Enseguida el “despale”, que consiste en cortar los árboles grandes, dejando un tocón de 1 a 1,5 m. El “desganche” es la corta de ramas del árbol caído y posteriormente el “destronque” o “deschampe” que es la extracción de tocones y raíces del árbol cortado. El tronco es retirado con bueyes y secado para ser usado como leña. Pasados 6 meses aparece la pradera natural de pastos y gramíneas, o la tierra está lista para ser arada. A partir del roce, una pequeña porción de tierra quedaba aprovechable para la agricultura, por lo cual una extensión importante del bosque quemado era sometida a regeneración natural sin manejo (Rodríguez, 1989, en Quintanilla, 1995). Son comunes los suelos repoblados de renoval (“semilimpios”) por la dificultad de las labores.

En el caso del recurso maderero, *Nothofagus dobeysi* fue muy cotizado para construcciones que deben resistir condiciones de intemperie, mientras *Eucryphia cordifolia* es considerado entre las mejores leñas. Por ello el bosque fue sometido a floreos continuos de dichas especies, de las cuales aún se pueden encontrar algunos individuos de gran tamaño como vestigio.



Figura 57. Individuo de *N. dombeyi* remanente en renoval de bosque C-U.

Luego de la fragmentación y apertura del bosque y del floreo, el bosque degradado ha sido ampliamente utilizado como refugio para el ganado, lo que impide su desarrollo sucesional, pues la regeneración y brotes nuevos son depredados.

Cabe mencionar que en la mayoría de las situaciones, las comunidades de reemplazo desarrolladas post perturbaciones antrópicas, las plantas advenas tendrán una participación importante en la composición florística (Gajardo, 1994).

Si el terreno "limpio" no es pastoreado ni hay gran intervención del suelo, se regenera un matorral secundario de *Aristotelia chilensis* ("macal") acompañado de *Fuchsia magellánica*, *Raphithamnus spinosus*, *Rubus constrictus* y *Boquila trifoliata*, que puede evolucionar hacia bosque nuevamente de no haber nuevos roces (Luebert y Pliscoff, 2006; Ramírez y San Martín, 2005), o bien de haber mayor alteración (por ejemplo, por incendios intensos) puede invadir *Chusquea spp.* y formar un matorral muy denso, impenetrable (Donoso, 1981; Quintanilla, 1995; Hormazabal, 2006). Este quilantal permite la evolución hacia macal luego de que *Ch. quila* florece y muere, a los 18 años aproximadamente.

Si la pradera generada post "limpia" es pastoreada o cosechada permanentemente, se genera una comunidad pratense diversificada dominada por especies introducidas de Europa. Entre ellas la chépica, pasto miel, *Plantago lanceolata*, *Poa spp.*, alfalfa chilota, trébol blanco y rosado, etc. más algunas nativas como *Acaena ovalifolia* y *Ranunculus spp.* Esta comunidad ha sido denominada genéricamente como pradera de Chépica-Cadillo (Ramírez *et al.*, 1998).

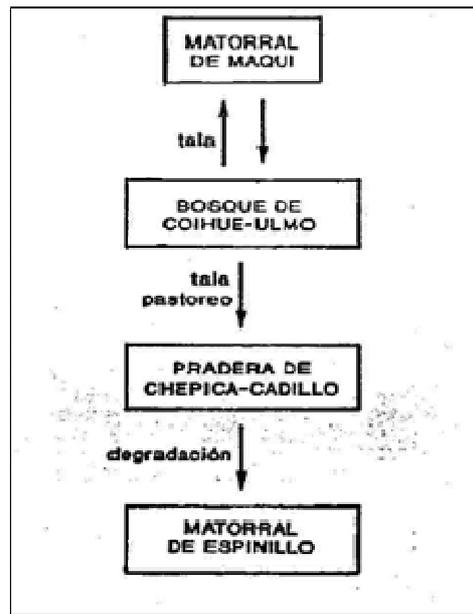


Figura 58. Dinámica de degradación del bosque coigüe-ulmo en la zona valdiviana (Ramírez, 1984).

Estas praderas pueden ser fácilmente degradadas por el pastoreo e invadidas por espinillo (*Ulex europaeus*), formando una comunidad terciaria muy agresiva y densa (28.000 individuos/ha, según CEACHile) que no permite la sucesión hacia un “macal”. Presenta una baja diversidad específica y estratificación, sin embargo en zonas de fuerte pendiente, al menos detiene procesos erosivos y por su característica de leguminosa fija nitrógeno al suelo, con lo que mejoran algunas de sus propiedades. De no controlarse la maleza, estos terrenos quedan inhabilitados para cualquier uso.

Es importante notar que, dado que el fuego no es un fenómeno natural recurrente en la zona, son escasos los mecanismos adaptativos de las plantas a estas perturbaciones. Por ejemplo *N. dombeyi* no presenta regeneración de yemas adventicias post fuego o tala (Donoso, 1981). Algunas especies que tienen capacidad de regeneración luego de quemas son maqui y avellano.

c) Dinámica natural del hualve

El hualve corresponde a la fase sucesional clímax de una hidrosere específica. Genéricamente, la sucesión ecológica primaria está determinada por la presencia de agua estancada; comienza con una fase de organismos acuáticos o plantas sumergidas (ej., *Elodea*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Triglochin*, *Utricularia*), pasando por flotantes o natantes (ej., *Potamogeton*, *Miryophyllum*, *Polygonum*, *Ranunculus*, *Nasturtium*, *Lemna*), emergidos o helófitos (ej., *Scirpus*, *Cyperus*, *Polygonum*, *Thypha*, *Saggitaria*), una vega dominada por ciperáceas (ej.,

Carex, Juncus, Eleocharis, Mentha, Teucrium, Ranunculus, Valeriana, Gunnera, Plantago, Caltha, Paspalum, Echinochloa), hasta ser colonizado por especies leñosas arbustivas y arbóreas que soportan el anegamiento estacional (ej., *Pernettya, Ovidia, Raphithamnus, Desfontainea, Drymis, Nothofagus antartica*). Este bosque persiste mientras se mantengan las condiciones de anegamiento estacional (Gastó, 1980).

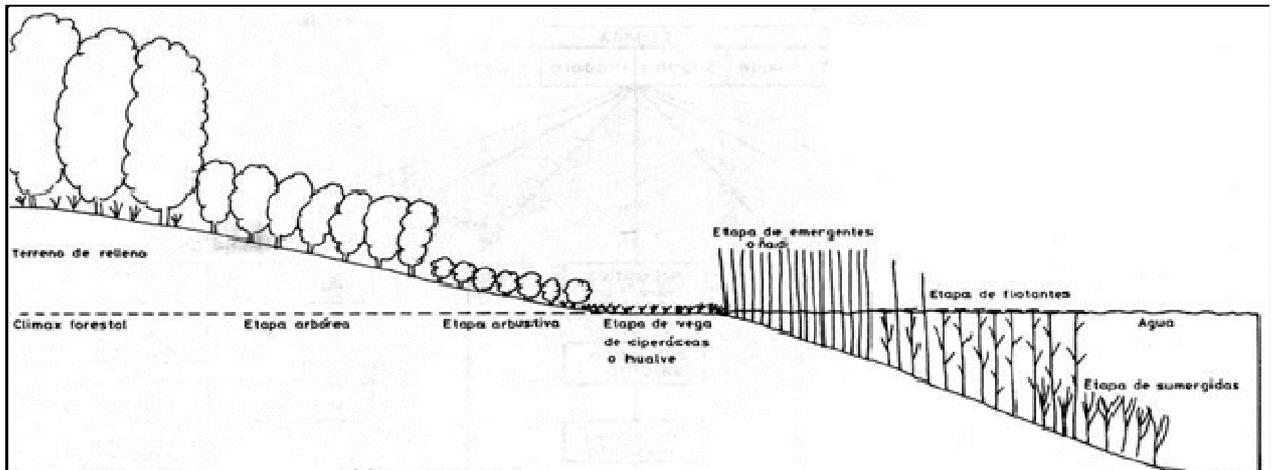


Figura 56. Etapas características de la hidrosere (Gastó, *op. cit.*).

d) Perturbaciones y dinámica antropogénica del hualve

A pesar de la importancia que se le asigna a los hualves, la mayor parte de ellos está sometido a numerosos tipos de impactos, siendo considerados como uno de los ecosistemas más susceptibles ante perturbaciones a escala de cuenca (Peña-Cortés *et al.* 2006, en Correa-Araneda *et al.*, 2011). Estas comunidades están fuertemente afectadas, ya que han sido talados intensivamente y los suelos en que prosperan están siendo drenados para obtener espacios aptos para la agricultura, existiendo incluso programas regionales con subsidio estatal para cumplir dicho objetivo (González *et al.*, 2003). La forma de abrir estos bosques es similar que la del bosque coigüe-ulmo, salvo en sitios donde no se puede acceder fácilmente. Así los remanentes que quedan están ubicados en sitios de accesibilidad y/o productividad limitada, debido a que ocupan suelos de mal drenaje, con poco valor agrícola (Ramírez *et al.*, 1983, Villa-Martínez y Villagrán, 1997 y San Martín *et al.*, 2002, en González *et al.*, 2003).

En la actualidad, las principales presiones son las “limpias” y la presencia de ganado, que se refugia y bebe agua directamente de vertientes y esteros, generando ramoneo, pisoteo y compactación del suelo, túneles al interior del bosque (originalmente muy cerrado) y bostea tanto en el bosque como en el agua misma. Además son utilizados como fuentes de extracción de leña para uso doméstico, lo que genera la apertura del dosel, permitiendo una mayor

penetración de la luz solar, afectando las características físicas y químicas del agua. Los claros generados facilitan la invasión espontánea de especies exóticas, generando una disminución en la diversidad de hábitats y modificando la estructura y composición arbórea.

Otro tipo de perturbaciones que afectan de manera indirecta a estos ambientes es el cambio de uso de los suelos adyacentes para la agricultura, silvicultura o ganadería, cuyos procesos generan contaminación difusa por el uso de pesticidas, fertilizantes y la generación de compuestos nitrogenados de la ganadería. Estos elementos llegan a los cuerpos de agua de manera intermitente, mediante los procesos de arrastre superficial o lixiviación, en función de la estacionalidad de las actividades de aplicación o fenómenos de precipitaciones (González *et al.*, 2003).

La alteración antropogénica puede llevarla a la fase palustre del hidrosere, originando directamente una pradera antropogénica de helófitas como *Juncus procerus*, *Cyperus eragrostis*, *Blechnum chilensis*, o indirectamente, a través de una comunidad pantanosa intermedia, el pantano de *Juncus microcephalus*. Cuando hay pastoreo, en dichas praderas generalmente colonizan hierbas exóticas como *Agrostis capillaris*, *Lotus uliginosus* y *Holcus lanatus*. La diversidad y estructura en esta comunidad es baja, lo que denota una condición pobre (CEA Chile).

Si no se interviene el suelo con cultivos o ganadería, después de cortar el bosque se forma un matorral de *Chusquea quila* que, a largo plazo, podría permitir la recuperación del bosque original (Ramírez *et al.*, 1995, en González *et al.*, 2003; San Martín *et al.*, 2002). Este quilantal es muy pobre en especies, con presencia de *Corynabutilon vitifolium*, *Fuchsia magellánica* y ocasionalmente *Gunnera tinctoria* y los helechos *Lophosoria quadripinnata* y *Blechnum chilense*. Cuando muere la quila por florecimiento, pueden invadir matorrales leñosos (Ramírez y San Martín, 2005) como *Luma chequen*, *Escallonia revoluta* y *Myrceugenia parvifolia*, dando paso más tarde a las especies de hualve. También podría instalarse *Salix viminalis* (introducida), desplazando a algunas especies nativas (González *et al.*, 2003).

Cuando ha existido explotación, fragmentación del rodal o apertura del dosel, se abren nichos para el desarrollo de un sotobosque. En dichos casos se encuentran de manera frecuente *Maytenus boaria* (en forma arborescente), *Luma apiculata*, *Escallonia revoluta*, *Fuchsia magellánica*, *Gunnera tinctoria*, además de la liana *Cissus striata*, y posiblemente pueden colonizar algunas especies helófitas y advenas.

En dichos lugares la comunidad puede tender hacia la asociación dominada por *Myrceugenia exsucca* - *Luma apiculata*, comunidad arbórea baja, con matorrales densos. Sus especies representativas acompañantes son: *Aextoxicon punctatum*, *Amomyrtus luma*, *Blechnum chilense*, *Drimys winteri*, *Fuchsia magellanica*, *Myrceugenia planipes*, *Nertera granadensis*. Entre las especies comunes están *Amomyrtus meli*, *Eucryphia cordifolia*, *Lomatia ferruginea*, *Rhaphithamnus spinosus* y ocasionalmente *Aristotelia chilensis* y *Lomatia hirsuta*.

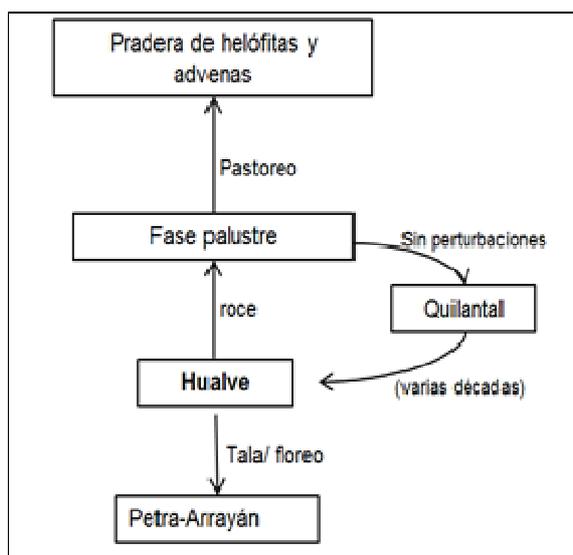


Figura 57. Esquema de la sucesión antrópica del hualve (elaboración propia).

5.5.4 Resultados y análisis flora y vegetación

A continuación se expone un resumen de los resultados de la caracterización de comunidades vegetales leñosas: Bosque siempreverde (asociación coigüe-ulmo), hidrófilo (Hualve o intrazonal o azonal) y matorral. Cabe adelantar que el matorral corresponde a una fase sucesional secundaria (antropogénica) del bosque siempreverde.

a) Riqueza

Riqueza total

En las tres comunidades leñosas muestreadas, se encontraron un total de 90 especies, correspondientes a 77 géneros, 53 familias y 4 clases. La clase Magnoliopsida agrupa más del 70% de la riqueza de las demás taxas, seguida de Liliopsida con alrededor del 20% de géneros y especies, mientras la clase Equisetopsida presenta el 8% y Polypodiopsida sólo una especie (tabla 21).

Las familias más representadas son *Myrtaceae* (8 spp), *Fabaceae* (6 spp), *Poaceae* (5 spp), *Asteraceae*, *Cyperaceae* y *Proteaceae* (4 spp) (detalle en anexos).

Tabla 21. Riqueza total en comunidades leñosas

Clase	Familias		Géneros		Especies	
	N	%	N	%	N	%
Equisetopsida	1	1,89	1	1,05	1	1,11
Liliopsida	6	11,3	13	13,68	14	15,56
Magnoliopsida	42	79,3	59	81,05	68	75,56
Polypodiopsida	4	7,55	4	4,21	7	7,78
TOTAL	53	100	77	100	90	100

Riqueza por comunidad

La comunidad con mayor riqueza específica es el bosque de Coigüe-Ulmo con más de un 75% de representación en todas las taxas encontradas, seguido del hualve que contiene más del 60% de las taxas. La comunidad menos diversa es el matorral, con sólo 9 especies registradas.

Tabla 22. Riqueza por comunidad leñosa

	Familias		Géneros		Especies	
	N	%	N	%	N	%
TOTAL	53		77		90	
Hualve	33	62,3	49	63,6	57	63,3
C-U	42	79,2	59	76,6	68	75,6
Matorral	9	17	9	11,7	9	10

El bosque de *Nothofagus* posee 65 especies y 56 géneros, resaltando los géneros *Blechnum* (3 spp), *Amomyrtus*, *Baccharis*, *Berberis*, *Galium*, *Gaultheria*, *Lomatia* y *Rubus* (2 spp). De las 41 familias encontradas, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Myrtaceae* (4 spp), *Blechnaceae*, *Poaceae*, *Proteaceae*, *Rosaceae* y *Rubiaceae* (3 spp) son las más representadas.

El hualve presenta una riqueza de 57 especies y 49 géneros, destacando *Blechnum* (4 spp) y *Berberis*, *Gaultheria*, *Juncus*, *Lotus* y *Myrceugenia* con 2 especies cada uno. Las familias son 33 y las de mayor riqueza específica son *Myrtaceae* (7 spp), *Blechnaceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae* y *Poaceae* (4 spp).

En el matorral se encuentran individuos arborescentes de maqui, arrayán y avellano, típicos de una sucesión post tala o roce.

Formas de vida total y por comunidad

De las 90 especies encontradas, un 47% corresponde a hierbas, seguido por un 22% de arbustos, 21% de árboles y un 10% se categorizó como trepadoras (agrupando epífitas y lianas).

La comunidad de hualve presenta un 23% (13 spp) de árboles, 21% de arbustos y un 44% de hierbas. La alta riqueza de herbáceas presumiblemente corresponde al efecto degradativo, presentando rasgos de la fase palustre de la sucesión.

El bosque de *Nothofagus* posee 17 especies arbóreas (25%), 15 arbustivas (22%), 3 epífitas, 30 herbáceas (42%) y 3 lianas. Los dos árboles que no se encontraron allí, son *Myrceugenia exsucca* y *Eucalyptus globulus*.

En el matorral se registraron 3 especies arbóreas, que son Maqui, Radal y Arrayán, correspondiendo todo el resto a arbustos. Las herbáceas no se registraron por la inaccesibilidad de los parches.

La riqueza de arbustos en las comunidades boscosas presenta el mismo patrón que la de árboles, mientras que las trepadoras se encuentran en igual número en ambos bosques. En los hualves se encuentran las hemiparásitas *Tristerix corymbosus* y *Lepidoceras Kingii*, mientras en el bosque zonal se encontró la epífita *Fascicularia bicolor*.

Tabla 23. Formas de vida por comunidad leñosa

Forma de vida		Árbol	Arbusto	Trepadora	Hierba	TOTAL
TOTAL	N	19	20	9	42	90
	%	21,1	22,2	10	46,7	100
Hualve	N	13	12	7	25	57
	%	22,8	21,1	12,3	43,9	100
C-U	N	17	15	7	29	68
	%	25	22,1	10,3	42,6	100
Matorral	N	3	6	0	0	9
	%	33,3	66,7	0	0	100

Origen biogeográfico por comunidad y forma de vida.

Un 65% de toda la flora en las tres comunidades es de origen nativo, un 11% endémico, un 20% introducido y un 3% cosmopolita. Las clases Equisetopsida y Polypodiopsida se componen en su totalidad de plantas autóctonas (nativas y endémicas); Magnoliopsida tiene un 60% nativo y un 22% introducido y un 13% endémico; Liliopsida posee un 64% nativo, un 21% cosmopolita y un 14% de especies introducidas.

Las dos especies arbustivas introducidas presentes en las tres comunidades corresponden a *Ulex europaeus* y *Rubus constrictus*, invasoras características de ambientes perturbados. Asimismo, la única arbórea introducida es *Eucalyptus globulus*, con participación en sólo una parcela de hualve.

Las comunidades con mayor riqueza de origen nativo son el matorral (casi 80%) y el hualve (70%); la de mayor proporción endémica es el bosque de coigüe-ulmo con un 11,6%.

Particularmente en hualve, el 70% de las especies son nativas, 14% introducidas, 10% endémico (casi todos árboles), 5% hierbas cosmopolitas y una indeterminada.

En el bosque siempreverde hay 14 alóctonas, 44 autóctonas y 7 no determinadas (sólo fueron identificadas a nivel de género).

En ambos bosques casi la totalidad de las especies introducidas corresponden a hierbas, características de la degradación producida por el ganado, además de los dos arbustos ya mencionados.

De acuerdo a la riqueza relativa de especies introducidas, y según la escala propuesta por (González, 2000, ver en anexo 7) el bosque hidrófilo se considera poco intervenido, mientras el bosque C-U y el matorral se consideran medianamente intervenidos.

Tabla 24. Origen fitogeográfico de la flora según forma de vida y comunidad

Comunidad	forma de vida	nativo		endémico		cosmopolita		introducido		TOTAL	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hualve	Árbol	8	61,5	4	30,8	0	0	1	7,7	13	22,8
	Arbusto	10	83,3	0	0	0	0	2	16,7	12	21,1
	Trepadora	7	100	0	0	0	0	0	0	7	12,3
	Hierba	15	60	2	8	3	12	5	20	25	43,9
	TOTAL	40	70,2	6	10,5	3	5,3	8	14	57	100
C-U	Árbol	11	64,7	6	35,3	0	0	0	0	17	25
	Arbusto	11	73,3	2	13,3	0	0	2	13,3	15	22,1
	Trepadora	7	100	0	0	0	0	0	0	7	10,3
	Hierba*	12	41,4	0	0	1	3,4	13	44,8	29	42,6
	TOTAL	41	60,3	8	11,8	1	1,5	15	22,1	68	100
Matorral	Árbol	3	100	0	0	0	0	0	0	3	33,3
	Arbusto	4	66,7	0	0	0	0	2	33,3	6	66,7
	TOTAL	7	77,8	0	0	0	0	2	22,2	9	100

b) Abundancia en comunidades leñosas

En el bosque coigue-ulmo las especies más abundantes son *L. apiculata*, *C. paniculata*, *N. dombeyi*, *G. avellana* y *A. chilensis*. Sin embargo, si se observan las estructuras del bosque, es posible ver que tanto coigüe como ulmo son elementos relictuales que están presentes en pocas parcelas, con escasos individuos de clases diamétricas mayores, lo que les otorga una alta participación en las coberturas relativas. Asimismo, la abundancia de maqui y arrayán reflejan una conformación de renoval.

El bosque intrazonal presenta una alta riqueza y abundancia de especies arbóreas, con clara dominancia de *Myrceugenia planipes* y *M. exsucca*, tal como plantea la bibliografía. Sin embargo algunas arbóreas típicas del bosque zonal logran colonizar luego de aperturas del dosel y cambios en las condiciones abióticas del Hualve, aproximándose a la comunidad petra-arrayán (ver dinámica sucesional). Esto se ve reflejado en la cobertura importante de especies como *L. apiculata*, *A. chilensis*, *C. paniculata*, *E. cordifolia* y *Ch. quila*.

La participación de los arbustos introducidos *U. europaeus* y *R. constrictus* no es tan frecuente ni abundante en las comunidades boscosas, mientras en el matorral sí cubre un área importante, llegando el espinillo a establecer parches monoespecíficos de alta densidad.

Tabla 25. Resumen de coberturas más importantes en cada comunidad (promedios).

Comunidades leñosas			Bosque intrazonal	Bosque C-U	matorral
N	Género	Especie	Cobertura promedio (%)		
1	<i>Aextoxicon</i>	<i>punctatum</i>	2,7	2,3	0
2	<i>Amomyrtus</i>	<i>meli</i>	5,2	4,6	0
3	<i>Aristotelia</i>	<i>chilensis</i>	5,5	9,1	37,5
4	<i>Buddleja</i>	<i>glubosa</i>	0	0	15
5	<i>Caldcluvia</i>	<i>paniculata</i>	10,3	12,3	0
6	<i>Chusquea</i>	<i>quila</i>	9,2	4,3	15
7	<i>Eucryphia</i>	<i>cordifolia</i>	6,3	8,9	0
8	<i>Fuchsia</i>	<i>magellanica</i>	3	0,4	15
9	<i>Gaultheria</i>	<i>mucronata</i>	2,9	6,1	0
10	<i>Gevuina</i>	<i>avellana</i>	2,7	9,1	2,5
11	<i>Gunnera</i>	<i>tinctoria</i>	5,8	0	0
12	<i>Lomatia</i>	<i>hirsuta</i>	0,2	7,3	0
13	<i>Luma</i>	<i>apiculata</i>	20,4	30	2,5
14	<i>Myrceugenia</i>	<i>exsucca</i>	21,4	0	0
15	<i>Myrceugenia</i>	<i>planipes</i>	21,7	5	0
16	<i>Nothofagus</i>	<i>dombeyi</i>	0	11,1	0
17	<i>Pilea</i>	<i>elliptica</i>	6,7	0	0
18	<i>Rubus</i>	<i>constrictus</i>	2,8	3	15
19	<i>Ulex</i>	<i>europaeus</i>	2,7	2,1	15

c) Estructura diamétrica de comunidades boscosas

Bosque Coigüe-Ulmo

Se encontró en promedio una densidad de 1668 árboles por hectárea, dada por la estructura de monte bajo predominante en todos los rodales (considerando cada vástago como individuo); si se considera un promedio de 4 vástagos por árbol¹⁸, nos arroja una densidad de 417 individuos/hectárea.

Se observa que más del 70% de los árboles de todas las especies se concentra en la primera clase diamétrica. En ella además se encuentra la máxima diversidad arbórea, albergando 14 de las 15 especies presentes, faltando sólo *Maytenus boaria*. Las especies con mayor frecuencia son arrayán, radial y tiaca, seguidos de avellano y maqui.

La clase diamétrica de 10 a 20 cm. concentra casi un 20% de los individuos, predominando nuevamente arrayán y radial, y luego tiaca, avellano y ulmo

¹⁸ Según observaciones de terreno

La tercera clase de DAP sólo concentra un 3% de los individuos, donde aparece *N. dombeyi* en frecuencia equitativa con *L. apiculata*, *E. cordifolia* y *G. avellana*. El siguiente rango presenta igual frecuencia total, dominado por *N. dombeyi* en compañía de *E. cordifolia* y *M. boaria*.

En las dos clases siguientes se presenta menos del 1% de los individuos y con la mínima diversidad, con *E. cordifolia* en la 5 y *N. dombeyi* en la 6. Igualmente, la clase mayor sólo presenta escasa frecuencia de coigüe.

Como tendencia general se observa que la diversidad de especies va disminuyendo hacia las clases de tamaño mayores, quedando en éstas exclusivamente individuos vestigiales del bosque original, precisamente Coigüe y Ulmo, tal como se describe en el ecosistema original.

Por estructura diamétrica, se acerca a un renoval con semilleros de reserva, aunque la regeneración registrada no coincide con los semilleros de mayor diámetro, que son intolerantes a la sombra y por lo tanto no encuentran su nicho en este bosque con un dosel medianamente cerrado.

Tabla 26. Resumen de estructura diamétrica total del bosque C-U.

N	Clase DAP	Nº individuos (promedio)	%
1	[0-10[	49,3	73,78
2	[10-20[	12,3	18,35
3	[20-30[	2	3
4	[30-40[	2	3
5	[40-50[	0,5	0,75
6	[60-70[	0,5	0,75
7	[70-80]	0,3	0,37
	total	66,8	100

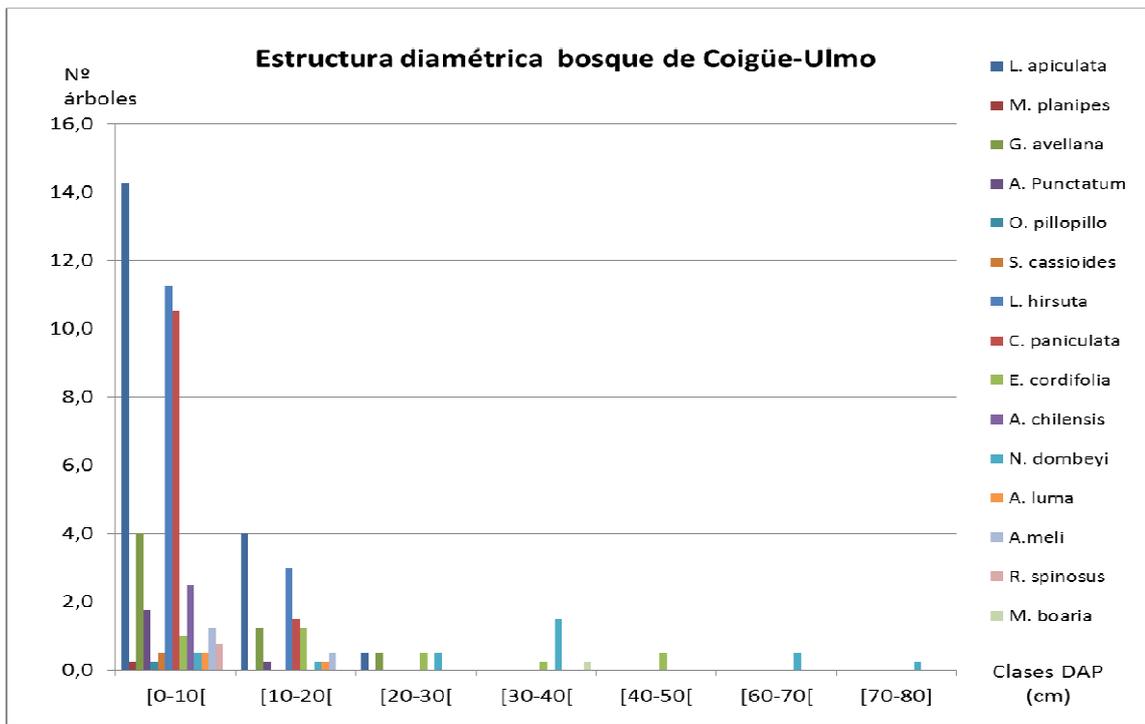


Figura 61. Gráfico de estructura diamétrica por especies en el bosque coigüe-ulmo.

Bosque intrazonal

En esta comunidad se encontraron dos situaciones de sucesión distintas del bosque, por lo que se estimó conveniente presentarlas por separado.

El primer caso es lo más común en la zona y corresponde a un bosque con abundantes árboles concentrados en las clases menores de DAP y con una diversidad arbórea intermedia, mayor a la de un hualve no intervenido, y con individuos grandes escasos en número y diversidad.

Se pueden encontrar dos especies típicas de esta comunidad: *Myrceugenia planipes* (en casi todas las clases) y *M. exsucca* con menor importancia relativa. *A. punctatum* y *L. apiculata* también son especie acompañantes típicas, en este caso presentes en la segunda clase de DAP. Las demás especies son de frecuencia baja, alcanzando la máxima diversidad en la clase 2. Posiblemente éstas colonizaron “recientemente” desde las laderas luego de perturbaciones en el bosque.

La especie más frecuente y repetida en casi todos los tamaños corresponde a *M. planipes*, exclusiva además en la clase mayor. También destaca la abundancia de *L. apiculata* en la segunda clase.

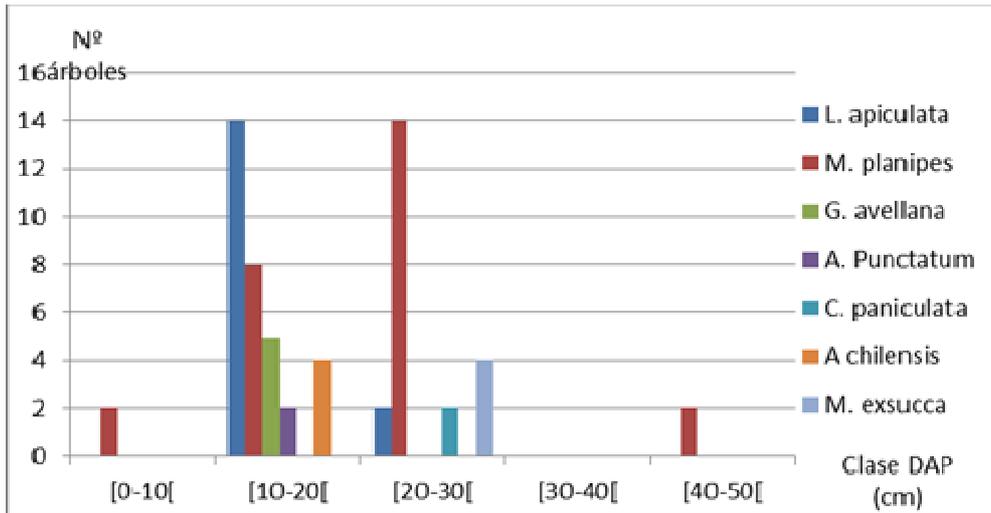


Figura 58. Gráfico de estructura diamétrica del hualve, situación 1.

El segundo caso corresponde a una situación más particular donde se “rozó” completamente el bosque, cambiando las condiciones ambientales, estableciéndose abundantemente helófitas y helechos. Entre las especies arbóreas se registraron solo *M. planipes* y *L. apiculata*, esta última con estructura de monte bajo y ambas sólo en la clase diamétrica menor. Posiblemente este renoval seguirá una sucesión en dirección del primer caso, en la medida en que los árboles ganen dominancia en la comunidad. Si bien dentro de esta comunidad no se registran semilleros, la colonización de nuevas especies puede venir tanto de monte bajo desde tocones existentes como de monte alto desde otras partes de la cuenca.

Resalta como similitud entre ambas situaciones la abundancia de pitra y arrayán, y la predominancia de individuos jóvenes, determinando estructuras de renovals.

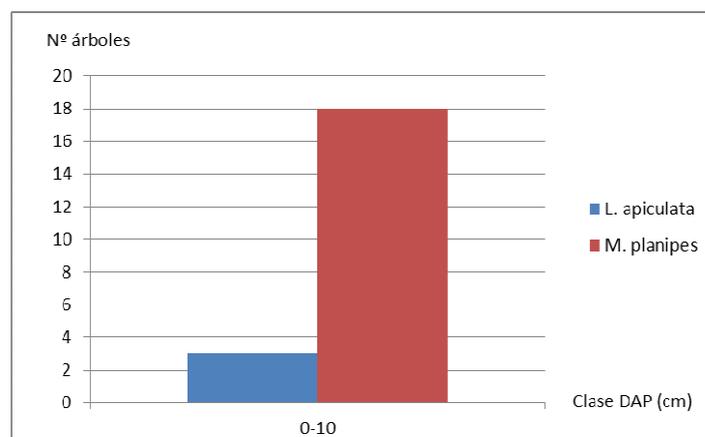


Figura 59. Gráfico de estructura diamétrica del hualve, situación 2.

d) Regeneración

Bosque de Coigüe-Ulmo

En las plántulas, las arbóreas *Aristotelia chilensis* y *Myrceugenia planipes*, y luego *Luma apiculata* presentan los mayores valores, entre 1 y 2 plántulas por parcela en promedio. 4 especies arbóreas más presentan bajos conteos de plántulas.

Los brinzales son escasos, con registros en una sola parcela, salvo *Luma apiculata* que triplica al resto de las especies.

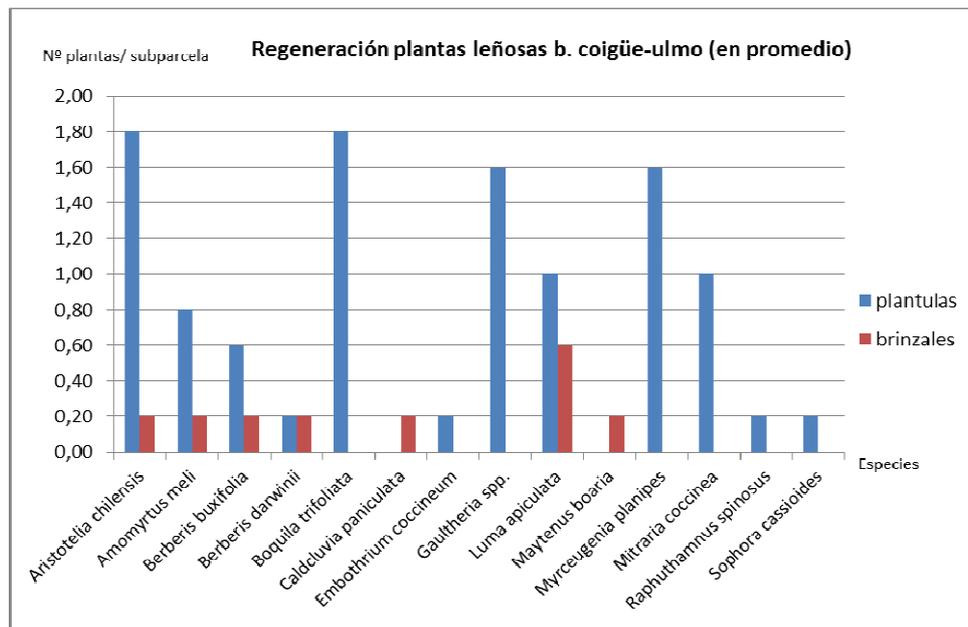


Figura 60. Gráfico regeneración en bosque C-U.

Dentro del bosque no se observa regeneración de las especies pioneras de la sucesión primaria como coigüe o ulmo, aunque sí fue posible observar abundante regeneración de monte alto de coigüe en situaciones de praderas con exclusión de ganado, lo que plantea un alto potencial para restauración pasiva en pampas.



Figura 61. Regeneración espontánea de *N. dombeyi* luego de exclusión del ganado.

Bosque intrazonal

Se observa que la regeneración de especies leñosas es prácticamente sólo de plántulas, destacando las arbóreas *Myrceugenia planipes* en todas las parcelas, luego *Caldcluvia paniculata*, *Amomyrtus meli* y *Luma apiculata* con una participación menor. Arbustos como *Berberis spp.*, *Chusquea quila* y trepadoras como *Boquila trifoliata* y *Cissus striata* participan con valores poco importantes. En los brinzales sólo se encontró *Caldcluvia paniculata*.

En general resalta la escasa regeneración arbórea, y dentro de ella una importante participación de especies del bosque zonal y arbustos, que colonizan al abrirse el dosel superior.

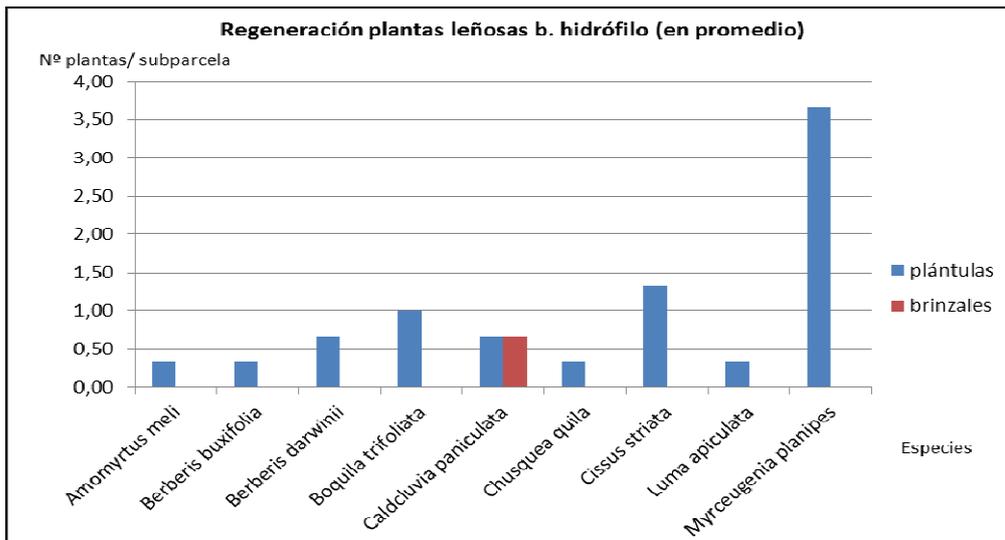


Figura 62. Regeneración de plantas leñosas en Hualve.

e) Variables ambientales

Bosque coigüe-ulmo

Se tiene una cobertura arbórea total de 69%, con alturas dominantes del orden de los 11 m., muy por debajo de la altura potencial descrita. Las especies dominantes corresponden a coigüe, ulmo y arrayán.

La profundidad de hojarasca es de 1,5 cm y su cobertura un 56%, y el suelo desnudo representa un 16%.

Como signos de perturbaciones se encontraron tocones y fecas de ganado en la mitad de las parcelas muestreadas. Lo último se asocia a la inexistencia de cercado y posiblemente repercute en la regeneración del bosque.

Bosque intrazonal

Presenta una cobertura arbórea total de 74%, alcanzando alturas de 9 con las especies M. planipes y R. spinosus en el estrato dominante.

La cobertura de hojarasca en el bosque corresponde al 63% y su profundidad a 2 cm; con un 9% de suelo desnudo.

No se registraron fecas, aunque sí huellas de ganado, troncos quemados antiguos y tocones.



Figura 67. Hualve degradado por roce y floreo: se observan sectores en la fase palustre, arbustiva y renoval e invasión de Eucalyptus.

5.5.5 Factores limitantes en restauración

El bosque siempreverde presenta una capacidad de resiliencia alta. La recolonización espontánea por parte de algunas especies forestales y la respuesta a tratamientos de rehabilitación activa son positivas, mientras las plantaciones se ejecuten durante la época más húmeda (mayo a agosto). Por el clima y la presencia de árboles semilleros en las microcuencas, además de las condiciones edáficas, no puede decirse que el ambiente es restrictivo para la realización de rehabilitación, sea ésta pasiva o activa.

Los factores de degradación y limitantes para la rehabilitación identificados son los siguientes:

- Presencia del ganado (especialmente bovino) en quebradas y zonas hidromórficas, generando impactos fuertes en la regeneración por herbivoría. El ganado además produce degradación (erosión, compactación) del suelo en dichas zonas, lo que dificultaría la revegetación. Se hace estrictamente necesaria la exclusión de este agente en todos los sectores que quieran ser recuperados.
- La reciente introducción de liebres en la isla podría constituir una amenaza sobre todo en la regeneración del bosque. Este efecto podría ser más serio en un horizonte futuro de corto plazo, cuando las poblaciones de lagomorfos aumenten de tamaño.

- La invasión de espinillo y murra provoca fuerte competencia con la regeneración de plantas nativas. Se deben aplicar métodos de control de dichas especies.
- El matorral posee una fisonomía muy densa, impenetrable, lo que dificulta posibles tratamientos.
- En zonas de praderas, las herbáceas podrían generar competencia con plántulas forestales, por lo que es necesario su control al menos durante las primeras dos temporadas de crecimiento.
- Estrés hídrico fuera de la estación húmeda, lo que obliga a realizar la plantación en invierno.



Figura 68. Ramoneo del renoval por vacunos, una de las principales presiones sobre el bosque.

5.5.6 Especificaciones técnicas para rehabilitación

Tomando en cuenta los usos actuales del suelo y las condiciones ambientales encontradas, se plantea la rehabilitación a partir de distintas coberturas vegetales actuales; además se hace la distinción entre sitios méxicos (donde se plantarán especies del bosque zonal) y sitios hidrófilos (donde se plantarán especies de bosque azonal). Las “comunidades” iniciales serán: pradera, matorral, bosque degradado, pradera hidrófila, bosque hidrófilo degradado.

A continuación se detallan las principales labores requeridas para llevar a cabo la rehabilitación forestal en cada sitio:

Tabla 27. Acciones de manejo para principales ambientes y coberturas actuales.

		Acción de manejo			
Ambiente	Comunidad actual	Cercado exclusión	Control spp invasoras	Tala herbáceas	Plantación (total o enriquecimiento; según ecosistema de referencia)
Mésico (laderas, cumbres, piedmont)	pradera	cercado alambre púas, liso o malla ursus	Espinillo y Murra	Al inicio y luego periódicamente	<i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Eucryphia cordifolia</i> en mayor proporción, <i>Nothofagus nitida</i> , <i>Weinmannia trichosperma</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>Luma apiculata</i> , <i>A. luma</i> , <i>G. avellana</i> , <i>L. hirsuta</i> , <i>R. spinosus</i> , <i>M. boaria</i>
	matorral	cercado alambre púas, liso o malla ursus	Espinillo y Murra	Si se establecen post limpia de matorral	<i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Eucryphia cordifolia</i> en mayor proporción, <i>Nothofagus nitida</i> , <i>Weinmannia trichosperma</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>Luma apiculata</i> , <i>A. luma</i> , <i>G. avellana</i> , <i>L. hirsuta</i> , <i>R. spinosus</i> , <i>M. boaria</i>
	bosque degradado	cercado alambre púas, liso o malla ursus			<i>A. meli</i> , <i>A. Luma</i> , <i>Laureliopsis philipiana</i> , <i>Lomatia dentata</i> , <i>Aextoxicon punctatum</i> , <i>Gevuina avellana</i> , <i>Caldcluvia paniculata</i> , <i>M. planipes</i> , <i>Drimys winteri</i>
Hidrófilo (quebradas, depresiones, ciénagas)	pradera	cercado alambre púas, liso o malla ursus	Espinillo y Murra	Al inicio y luego periódicamente	<i>Sophora cassioides</i> , <i>L. apiculata</i> , <i>A. meli</i> , <i>A. Luma</i> , <i>U. molinae</i> , <i>Ovidia pillopollo</i> , <i>Drimys winteri</i>
	bosque degradado	cercado alambre púas, liso o malla ursus	volteo Eucalyptus		<i>Myrceugenia exsucca</i> y <i>M. planipes</i> , <i>Drimys winteri</i> , <i>Sophora cassioides</i> , <i>Luma apiculata</i> , <i>Myrceugenia ovata</i> y <i>M. parvifolia</i>

Cercado: Se hace estrictamente necesario para el resguardo de las plantas y plántulas de la acción del ganado. Según el diseño planteado por INDAP para la región, el cerco clásico contempla cinco hebras de alambre de púas y postes cada 3 metros, aunque también podría ser alambre liso, malla Ursus o incluso cerco eléctrico.

Específicamente, para el ganado mayor bastaría con cercos de púa de 3 a 4 hebras, mientras para el menor (ovino, caprino, porcino) se recomienda el uso de malla tipo ursus 1 m de altura con 2 hebras de alambre púa en la parte superior, o sólo alambre púa, de 5 a 7 hebras.

Control invasoras: como ya se ha señalado, las principales plantas invasoras son *U. europaeus*, *R. costrictus* y *E. globulus*, en orden decreciente de importancia.

U. europaeus: Inicialmente se debe realizar un control mecánico, cuya intensidad dependerá del grado de invasión (cobertura y densidad de plantas) y la edad de éstas.

Si la densidad no es muy alta y las plantas son de tamaño pequeño, podría realizarse con pastoreo de ovejas y complementando con eliminación manual, o sea arrancando las plantas

más pequeñas y plantas jóvenes (sobre los 1,5 m de altura) en lo posible removiendo las raíces para evitar su posterior regeneración. El corte estará enfocado hacia partes cercanas del suelo para reducir la alteración de este, así la estimulación de la germinación de las semillas es menor.

Si la invasión es de mayor intensidad, se recomienda control manual, o si se disponen recursos, control mecanizado. El objetivo es remover toda la biomasa aérea y en lo posible también raíces.

Posteriormente, dado que la propagación por semillas es el principal mecanismo de mantenimiento del matorral, se propone el pastoreo de gallinas para mermar el gran banco de semillas¹⁹ mediante su depredación. Se cita como un método efectivo y de nulo costo económico.

La quema no es del todo recomendable, pues la experiencia dice que podría incluso estimular la germinación de las semillas (Muñoz, 2009a), aunque sí podría ser provechoso para eliminar raíces, previo a una plantación nativa.

R. constrictus: se recomienda el control mecánico, que puede ser manual o mecanizado. El roce manual se ejecuta usando la fuerza de la persona con herramientas como rozón, hacha, desbrozadora, azadón y motosierra. Este método es utilizado fundamentalmente por pequeños propietarios, en general, de menores recursos económicos y tecnológicos. También lo usan productores medianos cuando se imposibilita, técnica o económicamente, la utilización de maquinaria u otros métodos.

El roce mecanizado incluye la limpia de las zarzadoras u otra vegetación mediante el uso de maquinaria como arados, bulldozer, retroexcavadora y tractor agrícola asociado con implementos como la rastra. Se justifica cuando hay mayor superficie involucrada o la invasión es demasiado fuerte.

Eucalyptus: Sólo contempla el volteo con motosierra de los individuos y el control de los rebrotes en las temporadas siguientes, mientras el bosque nativo está en establecimiento.

Tala herbáceas: Las herbáceas se deben cortar para evitar la competencia con las plantas nuevas, en los sitios de plantación. Previo a la plantación se puede hacer mediante pastoreo directo, y los controles posteriores se deben hacer manualmente o con ayuda de maquinaria liviana. Es recomendable limpiar un radio de aproximadamente 1 metro alrededor de la planta (García et al. 2000), y dejar una pequeña cobertura de mulch de paja o las mismas hierbas cortadas en las bases de los árboles para minimizar el estrés hídrico en verano, durante los dos primeros años.

Plantación: En los casos de praderas y limpia de especies invasoras, se procederá a plantar todo el sitio a una densidad de 1600 plantas por hectárea, según lo recomendado por CONAF regional. Esto se logra con un marco de plantación 3x2 m, intercalando las especies mencionadas para cada caso.

¹⁹ entre 10000 y 360000 semillas/m² (Muñoz, 2009b)

En topografías relativamente planas se puede realizar una plantación rectangular, mientras en pendientes sobre 15% se recomienda seguir las curvas de nivel con líneas de plantación.

Debe ser inmediatamente después del control de especies invasoras y de herbáceas y en la estación húmeda, para afrontar la primera estación de crecimiento con las menores restricciones ambientales posibles.

En el caso del matorral, para la rehabilitación se propone la exclusión total del ganado y el control de invasoras y posterior reemplazo de éstas por plantas nativas. Si es matorral nativo, por la dificultad del trabajo se plantea excluir y dejar el espacio en restauración pasiva.

5.5.7 Diseño espacial de la rehabilitación forestal

Resueltas las indicaciones técnicas de la rehabilitación forestal, se procede a entregar las propuestas implementación del plan. Para ello se postula que a partir del estado actual, antes descrito, hay un espacio de solución (α) que enmarca las posibilidades de desarrollo; responde a un gradiente de esfuerzos invertidos para la conservación de los recursos naturales en el territorio.

En un extremo, el escenario deseado representa una solución óptima donde se maximiza el estado ecológico y los beneficios sociales entregados por el bosque nativo. Esto implica, como se verá más adelante, un diseño de ordenación forestal con alto acoplamiento a los actores sociales (tipos de propietarios) y al territorio de las cuencas, y por lo tanto un cambio positivo en la valoración del recurso forestal. Para llevar a cabo esta solución se requiere de mayor esfuerzo (en educación, concientización, gestión, voluntades, asesorías, trabajo y recursos económicos).

El estado tendencial representa un escenario en el cual hay ausencia de acciones para la conservación de los recursos naturales, se mantienen las presiones y se concretan las amenazas actuales. Las consecuencias son el aumento de la degradación y la deforestación, con limitada obtención de beneficios ambientales y sociales. Este escenario implica un esfuerzo mínimo, donde la conservación del humedal es un tema incierto y desregulado.

El concertado es un escenario intermedio, donde se transa la integridad ecológica y la obtención de beneficios del bosque por la cantidad de esfuerzo requerido. Corresponde a una solución “realista” en el corto plazo, considerando el contexto del problema. Dicha solución, basada en fundamentos técnicos, pone énfasis en establecer y conectar corredores riparianos y minimizar la erosión. Es eficaz en mantener el servicio de conservación del recurso hídrico y por lo tanto aportando a la conservación del humedal, aunque no expresa todo el beneficio potencial de los ecosistemas forestales.

A continuación se procede a entregar los resultados del diseño del bosque en las cuencas según el estado deseado y concertado.

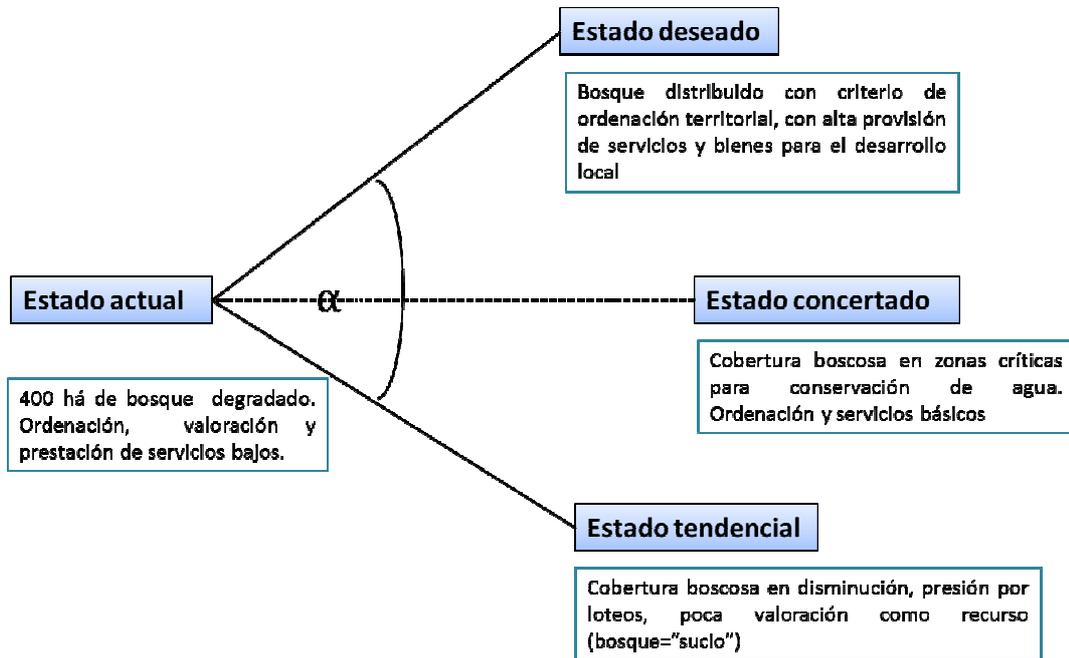


Figura 63. Esquema de las posibles soluciones aplicables al problema de la rehabilitación forestal de las microcuencas de Pullao (elaboración propia).

a) Estado deseado

Dado que la matriz de fondo en el paisaje corresponde a una cobertura pratense, el restablecimiento del bosque se estructura mediante la incorporación de parches y corredores, que cumplen diversas funciones y por lo tanto tienen diferentes características y ubicaciones específicas en la cuenca y en los predios. Asimismo, teniendo en cuenta que las actividades de rehabilitación deben ser acordes con los objetivos particulares de los propietarios, y la diversidad de propietarios involucrados, se plantea que hay formas de incorporar elementos forestales con pertinencia a cada caso.

Tabla 28. Estado deseado: formas forestales y criterios de ubicación espacial de parches y corredores en una matriz no boscosa (modificado de Pérez, 2002).

Matriz no boscosa					
Categoría	Parche	Corredor (línea o faja)	Criterio ubicación espacial	Descripción/ejemplo	Tipo de Propietario
Producción	Prácticas silvoagrícolas, silvopastorales, agrosilvopastorales	Prácticas silvoagrícolas, silvopastorales, agrosilvopastorales	Clasificación de suelos según aptitud de uso (preferentemente VII, VI, V y IV)	Uso racional, rico en especies de mayor valor utilitario; bosques mixtos (nativo-exótico), dehesas, cortinas	Agricultura familiar campesina
Prácticas de conservación	Reservorio de nutrientes	de Reservorio de nutrientes	de Zona de intersección bosque-cultivo agrícola; junto a corredor ripariano	Especies nativas de borde; soporta un uso racional	Realiza cultivos agrícolas extensivos o en laderas y posee o colinda con esteros
	Hábitat de especies	Hábitat de especies	Sitios con poco flujo de personas y poca tecnoestructura (caminos, carreteras, poblados, etc.); Clase de uso VIII y en torno a zonas estuarinas	Bosque nativo relicto, sin acceso de ganado y de alta naturalidad	Colinda con humedal y estuarios; desarrollan turismo rural o de intereses especiales
	Control de la erosión hídrica		En toda la ladera, especialmente en pendientes sobre 45%, clases uso VII y VI	Bosque nativo protegido, alta densidad de plantas y estratos	Todos, en proporción a superficie predial
		Control de la erosión hídrica	Sobre curvas de nivel	línea o faja de bosque nativo con alta densidad de plantas y estratos	Todos, en proporción a superficie predial
		Riparios	Ambos lados de cauces	Fajas de especies nativas hidrófilas y tolerantes a la sombra; similar a hualve	Todos, considerando el bien colectivo
Recreación/ Paisaje	Espacio recreacional preferentemente para estar	Espacio recreacional preferentemente para deambular	Preferentemente en zonas de alta calidad visual, cerca y a lo largo de caminos	Con dominancia de especies de valor ornamental; parque, sendero, quinta	Especialmente predios turísticos
Conexión o desconexión	Amortiguamiento	Amortiguamiento	Rodeando parche de conservación de biocenosis	hualve o matorral en torno a humedal; especies de baja altura (que no funcionen como percha)	Colinda con humedal y estuarios
		Conexión hábitat	entre parches y corredores boscosos (ribereños y de hábitat)	faja de BN, para mediar flujos dentro de cuenca	Todos quienes posean o colinden con bosque ribereño o de hábitat
	Interrupción a flujos de olores, sonidos visual u otros	Interrupción a flujos de olores, sonidos, visual u otros	Donde sea pertinente	arbustos o árboles intolerantes a la sombra; ornamentales, espinosos, de follaje denso, varios estratos	Predios colindantes a carretera o industrias, predios de industrias

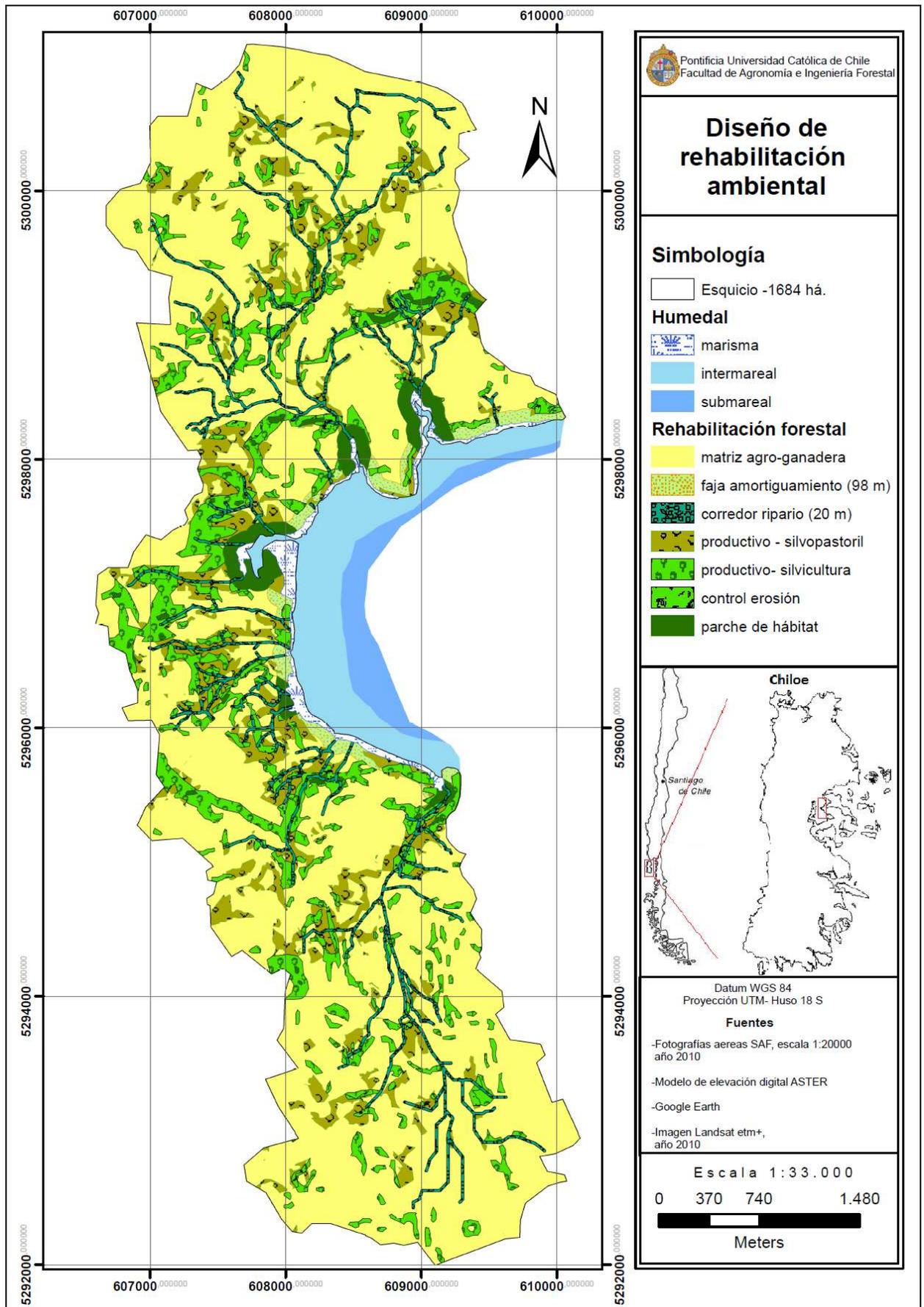


Figura 70. Carta de diseño espacial del bosque bajo escenario deseado (elaboración propia).

b) Estado concertado

En esta zonificación, la prioridad máxima corresponde a sectores dentro de las zonas *buffer* riparianas con un uso intensivo (ganadero o cultivo forestal), y en ellas se recomienda exclusión total del ganado y reforestación o reemplazo en el caso de cultivo forestal, de manera de dar continuidad a los corredores definidos por las zonas *buffer*.

La prioridad alta corresponde a sectores fuera de las zonas *buffer*, con índices de protección críticos (0,2 y 0,3), por ser terrenos muy propensos a la erosión. En dichas zonas, por ser predominantemente agro- ganaderas, se recomienda implementar sistemas de producción mixtos, silvopastoriles o agroforestales, que otorgan una mayor protección del suelo.

La prioridad media la tienen los sectores dentro de las zonas *buffer* que tienen usos de intensidad media y baja, con cierta cobertura arbórea. En dichos sectores, se recomienda exclusión total del ganado y enriquecimiento forestal para mejorar la estructura del bosque y con ello los servicios de protección y provisión que éste presta en torno a los cursos de agua.

Una prioridad baja corresponde a sectores fuera de los corredores hidrológicos y con un índice de protección entre 0,4 y 0,6. La mayoría son praderas y matorrales de pendiente media. En los casos de matorral de espinillo se recomienda una sustitución total, por considerarse especie invasora y prestar muy pocos servicios ambientales y sociales.

Finalmente, la prioridad mínima la tienen los lugares fuera de los corredores que se consideran menos propensos a la erosión por tener desarrollo de estratos leñosos y pendientes más bajas. En dichos sectores es importante la exclusión de ganado para mejorar el estado ecológico tanto de bosques como matorrales, que se encuentran fuertemente perturbados.

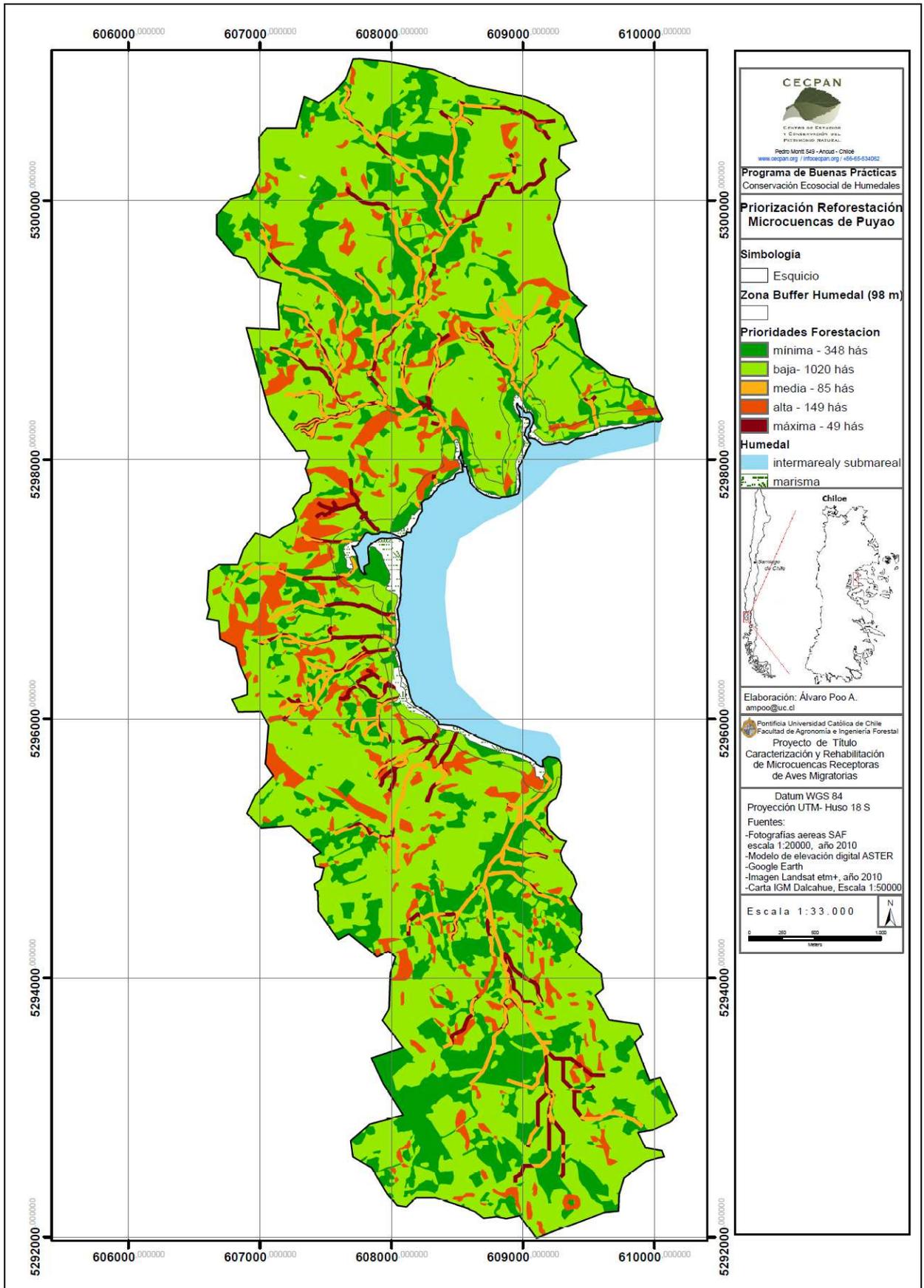


Figura 64. Carta de diseño espacial del bosque en escenario concertado (elaboración propia).

5.5.8 Monitoreo de rehabilitación

El monitoreo es necesario en cuanto permite evaluar el avance y éxito de las acciones implementadas, así como tomar medidas correctivas en el caso de detectar falencias. En el contexto del caso de estudio se hace necesario que el monitoreo sea relativamente simple de ejecutar y no muy costoso económicamente, por lo que se elige el siguiente programa:

Tabla 29. Programa de monitoreo de la rehabilitación forestal.

Elemento	Indicadores	Método	Temporalidad
Bosque	Plantación	Porcentaje sobrevivencia	Conteo directo de parcelas
	Proceso de rehabilitación y sucesión	Riqueza, abundancia, estructura y regeneración flora	Medición en parcelas permanentes
Agua	Calidad de agua esteros	Parámetros físico-químicos: sólidos disueltos, Tº, pH, salinidad, conductividad, bioindicadores, nutrientes	Muestreo directo con multiparamétrico, según protocolo
Social	Percepción actores sociales	Valoración, obtención de servicios/recursos forestales, cambios en humedal y ambiente	Encuesta propietarios y actores involucrados directamente
Humedal	Avifauna	Riqueza, distribución, abundancia,	Censos aves
	Flora	Riqueza, distribución, abundancia,	Medición en transectos
	Variables ambientales	animales terrestres, conectividad vegetación, atributos paisaje, etc.	Observación directa

6. Discusiones

Mediante datos como la participación de especies exóticas, estructuras diamétricas de renovales y composición tendiente a etapas de sucesión antrópicas, se determina que el bosque en general presenta un estado de degradación importante. Asimismo, la historia de uso de la tierra y prácticas de apertura y habilitación de tierras permiten explicar y comprender el estado actual de los ecosistemas.

A partir de dicha información es posible inferir con certeza que servicios como la conservación del agua y protección de suelos, la producción de paisaje interesante para el turismo o la provisión de productos forestales maderables y no maderables se encuentran mermados, lo que a su vez retroalimenta la baja valorización del recurso por parte de los propietarios de la tierra.

Esto justifica la necesidad de implementar medidas para mejorar la condición del bosque en las microcuencas Pullao, de manera de recuperar los servicios ecosistémicos para la protección del humedal aguas abajo y a la vez brindar beneficios a los actores sociales.

En un contexto complejo, con estructura de propiedad de minifundio, fuerte antropización del medio natural y escasa “cultura de manejo forestal”, la restauración ecológica es una disciplina distante del mundo rural y por lo tanto de la *praxis*. Las formas forestales pueden ser variadas, y esto debiera considerarse para la formulación de planes de recuperación del bosque nativo. El bosque debe reincorporarse en el paisaje con bases ecológicas y con acoplamiento tanto al territorio como a los actores sociales, lo que requiere de una comprensión más allá de *lo medioambiental*.

La aproximación al problema desde el paisaje cultural resulta completa en cuanto permite formar una panorámica integrativa, requisito básico para gestionar e implementar proyectos en ambientes habitados, donde coexiste una multiplicidad de intereses (a diferencia de un área protegida tradicional, por ejemplo). Implica la consideración de restricciones impuestas por el medio físico (territorio) y el medio social (actores sociales).

Asimismo, la aproximación de cuenca entrega sustento material a lo anteriormente expuesto, pues plantea una escala espacial lógica y básica para comprender el problema y poder relacionar los distintos ecosistemas. Gracias a ello es posible plantear la conservación del humedal costero, mediante la rehabilitación forestal en el territorio circundante.

Por otro lado, dado que el bosque nativo genera externalidades positivas a la sociedad en su conjunto, se cuenta con políticas de fomento a la recuperación y conservación del bosque nativo, así como de suelos degradados en sectores rurales. Esto debe ser considerado, aprovechado y canalizado en la gestión, pues hay recursos económicos importantes destinados, por ejemplo: bonificaciones para planes de manejo de pequeños propietarios forestales y programa de arborización de CONAF; bonificaciones de cercos y prácticas de conservación de suelos de INDAP.

En cuanto al humedal, la valorización y diagnóstico aplicados no arrojan un nivel alto de degradación y vulnerabilidad. Ello no quiere decir que sea menos relevante el planteamiento de alternativas para la conservación, sino por el contrario, que es un ecosistema de alto valor y amenazas, y por lo tanto prioritario. Se pueden apreciar ejemplos cercanos donde la falta de previsión, tanto por parte de la sociedad civil como de los gobiernos locales, generó cambios irreversibles en el paisaje, condicionando sus opciones de desarrollo sustentable a futuro. Estos casos deben tomarse como ejemplo para lugares como Pullao.

7. Referencias

- Aránguiz, I. (2002). *La cuenca como unidad natural de la ordenación territorial*. En: Gastó J., Rodrigo, P. y Aránguiz, I. (Eds.). *Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Arellano, E., Gastó, J., Gálvez, C., Subercaseaux, D., Toledo, P., y Miranda, M. (2013). *Bases de un plan de ordenación territorial integrador de la minería del hierro con el desarrollo comunal. Estudio de caso comuna de La Higuera*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile (no publicado).
- Arenas, F., Andrade, B. y Qüense, J. (2001). La valorización de un espacio periférico : El caso de la costa oriental de la Isla Grande de Chiloé 1, 90, 79–90.
- Armesto, J., Villagrán, C., y Donoso, C. (1994). Desde la era glacial a la industrial: La historia del bosque templado chileno, 3, 66–72.
- Blanco, D. (s.f.). *Los humedales como hábitat de aves acuáticas*. Extraído en enero de 2013 de <http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/13.pdf>.
- Capra, F. (1996). *La Trama de la Vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Cárdenas, R., y Villagrán, C. (2005). *Chiloé : botánica de la cotidianidad*. Santiago: Gráfica LASCAR.
- CECPAN. (2010). *Propuesta Preliminar de Planes de Conservación para el Humedal de Putemún y las Turberas de Romazal Y Tarahuín: recopilación y análisis de información biológica - social y económica existente* (no publicado).
- CET. (2011). Actualización línea base Chiloé: Proyecto Conservación y Gestión Adaptativa de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). Extraído en octubre de 2012 de <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2011/10/sipam-chiloe.pdf>.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (1997). Manejo integral de microcuencas. Tapia, M. (ed). Curso - Taller. Lima, Perú.
- CIREN. (2003). Descripciones de suelos materiales y símbolos. *Estudio agrologico X región*. Extraído en septiembre de 2012 de <http://www.ciren.cl/cgi-bin/cedoc/wxis?IsisScript=plus.xis&mfn=011924&base=biblo>.
- CIREN. (2010). *Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Región de Los Lagos*. Extraído en septiembre de 2012 de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/bdirenci/index/assoc/HASH01fa.dir/P C15110.pdf>.
- CONAMA. (2006). *Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica*. Extraído en octubre de 2012, de <http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-article-41303.html>

- Córdova, M. (2010). *Priorización de áreas para recuperar la función hidrológica de la subcuenca Támbula- Picachos, Guanajuato*. Tesis para obtener el grado de Maestra en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Correa-Araneda, F., Urrutia, J., y Figueroa, R. (2011). *Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile*. *Revista chilena de historia natural*, 84, 325–340.
- Cruz, E. (2008). *Operadores de restauración de paisajes degradados. Procesos naturales de organización del paisaje y técnicas de artificialización predial. Estudio de caso de restauración de la precordillera andina de la Araucanía*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Forestal. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- D'Angelo, C. (2002). *Marco conceptual para la ordenación de predios rurales*. En: Gastó J., Rodrigo, P y Aránguiz, I. (Ed.). *Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Delgado, C., Sepúlveda, M., y Álvarez, R. (2010). *Plan de Conservación para las Aves Playeras Migratorias en Chiloé. Resumen Ejecutivo* (pp. 1–42). Valdivia.
- Denham, M. (2012). *Propuesta de estrategias para el estudio y la incorporación del conocimiento ecológico local en el desarrollo de comunidades rurales*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Díaz, N. (2011). *Nivel de alteración de la cuenca del Río Moncul, como base para la planificación territorial en cuencas costeras, región de la Araucanía, Chile*. Tesis para obtener el título de Licenciado en Recursos Naturales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.
- Donoso, C. (1981). *Tipos forestales de los bosques nativos de Chile*. Santiago: CONAF, FAO.
- Doody, P. (2008). *Saltmarsh Conservation, Management and Restoration (Coastal Systems and Continental Margins)*. Brampton: Springer.
- Durojeanni, A. (1994). *Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Recursos Naturales y Energía. Santiago, Chile.
- EME (Grupo de Expertos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). (2005). *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano : Humedales y Agua*. Extraído en septiembre de 2012 de http://www.unwater.org/downloads/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010* (pp. 113–122). Extraído en enero de 2013 de <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- Fares, A. y El-Kadi, A. (2008). *Coastal Watershed Management*. Hawaii: Universidad de Hawaii-Manoa.

- Fariña, J. (2012). *Restauración (?) en Humedales*. Presentación en curso Restauración Ecológica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Fariña, J. y Camaño, A. (2012). *Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable*. Santiago: Ediciones UC.
- Fennessy, M., Jacobs, A., Kentula, M., y Control, E. (2004). *Review of rapid assessment methods for assesing wetland condition*. Extraído en octubre de 2012 de http://www.epa.gov/nheerl/download_files/publications/rapidmethodreview.pdf
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Santiago: Editorial Universitaria, 166 pp.
- Gastó, J. (2008). Producción animal y paisaje cultural. Santiago: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile (no publicado).
- Gastó, J. (1980). *Ecología: el hombre y la transformación de la naturaleza*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Gastó, J., Cosio, F., y Panario, D. (1993). *Clasificación de Ecorregiones y determinación de Sitio y Condición*. Quito: Red de Pastizales Andinos. REPAAN, CIID, Canadá.
- Gastó, J., Galvez, C., y Morales, P. (2010). *Construcción y articulación del paisaje rural*. AUS, 7, 6–11.
- Gastó, J., Retamal, A. y Guzmán, D. (2000). *Proyecto Pumalín*. Programa de Ecología y Medio Ambiente. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Gastó, J. y Gallardo, S. (1985). *Ecosistema Terrestre*. En Soler, F. (Ed). Medio Ambiente en Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Gayoso, J., Schlegel, B., y Acuña, M. (2000). *Guía de Conservación de Agua*. Extraído en octubre de 2012 de http://www.uach.cl/proforma/guias/g_agua.pdf
- Gligo, N. (2008). *Estado del medio ambiente Geo Chile*. Santiago: Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas públicas- universidad de Chile.
- González, M., Hauenstein, E. y Peña-cortés, F. (2003). *Comentarios sobre bosques pantanosos, humedales importantes del centro-sur de Chile*. Gestión ambiental, 9, 3-13.
- González, A. 2000. *Evaluación del recurso vegetal en la cuenca del río Budi, situación actual y propuestas de manejo*. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Recursos Naturales. Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco. 87 p.
- Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F., y Muñoz-Pedrerros, A. (2002). *Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX región, Chile)*. Gayana Botánica, 59(2).

- Hauenstein, E., y Falcón, L. (2001). *Clave para la determinación de plantas acuáticas y palustres Valdivia*. *Gestión ambiental*, 7, 39–48.
- Hormazabal, J. (2006). *Degradación espacial y temporal del bosque nativo, en el noreste de la isla grande de Chiloé, X región*. Tesis para obtener el grado de Geógrafo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Huenun, G. (2009). *Estudio de efectos antrópicos que actúen sobre comunidades de aves acuáticas en el sistema estuarino de Putemún, en la Isla de Chiloé*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo (no publicada), Escuela de Agronomía, Universidad de Arte y Ciencias Sociales sede Patagonia.
- INE. (2007). *División Político Administrativa y Censal. Región de Los Lagos*. Extraído en agosto de 2012, de <http://www.ineloslagos.cl/archivos%5Cfiles%5Cpdf%5CDivisionPoliticoAdministrativa%5Closlagos.pdf>.
- Iroumé, A. (1997). *Estudio de los procesos hidrológicos en una cuenca experimental forestal andina de la IX región, Chile*. *Revista Bosque*, 18(1), 73–81.
- Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M y Arismendi, I. (2009). *Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile*. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 415–424
- LePage, B. (2011). *Wetlands: Integrating Multidisciplinary Concepts*. Filadelfia: Springer.
- Little, C., y Lara, A. (2010). *Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile*. *Revista Bosque*, 31(3), 175–178.
- Little, C., Soto, D., Lara, A., y Cuevas, J. (2008). *Nitrogen exports at multiple-scales in a southern Chilean watershed (Patagonian Lakes district)*. *Biogeochemistry*, 87(3), 297–309.
- Luebert, F., y Plischoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile* (Primera ed.). Santiago: Editorial Universitaria.
- Luzio, W., Casanova, M., y Seguel, O. (2010). *Suelos de Chile*. (W Luzio, Ed.). Santiago: Universidad de Chile.
- Malvárez, A. (1999). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. Extraído en agosto de 2012 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150270s.pdf>
- Marín, V., Delgado, L. y Vila, I. (2006). *Sistemas acuáticos, ecosistemas y cuencas hidrográficas*. En Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R., y Ramírez, C. (Eds.). *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Martínez, J., y Esteve, M. (2007). *Gestión integrada de cuencas costeras: dinámica de los nutrientes en la cuenca del Mar Menor* (sudeste de España). *Revista de Dinámica de Sistemas*, 3(Marzo), 2–23.

- Matus, R., Díaz Segovia, F. y Schmitt, F. (2010). *Censos Neotropicales de Aves Acuáticas en Chile - resultados 2009*. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, Santiago.
- McCaskill, J. (2002). *Watershed management and riparian analyses using remotely sensed data*. Tesis de Magister, Escuela de Ingeniería, Universidad de North Carolina State.
- McPhee, B. (2012). *Cuán nuevas son las ruralidades chilotas: explorando modos de vida rural*. Comunicación presentada en el seminario Conservación, Educación y Producción agroecológica, un equilibrio para el desarrollo territorial sustentable de Chiloé. Ancud, Chile.
- Mitsch W. y Gosselink J. (2007). *Wetlands*. New Jersey: JohnWiley & Sons, pp. 177–183.
- Montaña, A. (2010). *Estudio geográfico de los humedales marino-costeros de Putemún y Huidad, costa oriental de Chiloé*. Tesis para obtener el título de Geógrafo, Facultad de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes). (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones Ministerio de Obras Públicas y Transporte (Ed). Madrid, España.
- Morales, P. (2010). *Caracterización y diseño del territorio. Estudio de caso: Fundo San Antonio, Cherquenco, Chile*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Muñoz, E. (2009a). *Control biológico de zonas invadidas por Ulex europaeus (magnoliophyta: fabaceae) mediante sustitución por vegetación nativa en Isla del Rey, región de Los Ríos, Chile*. Gestión ambiental, 30, 11–30.
- Muñoz, E. (2009b). *El espinillo (Ulex europaeus) un invasor biológico en el sur de Chile: estado de su conocimiento y alternativas de control*. Gestión ambiental, 17, 23–44.
- Neira, E., y Bertin, R. (s.f.). *Hábitos del uso de leña en Castro, Isla de Chiloé*. Revista Bosque nativo, 1–36.
- Orsi, F., Geneletti, D. y Newton, A. (2011). *Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach*. Ecological Indicators, 11(2), 337–347.
- Peña-Cortés, F., Gutiérrez, P., Rebolledo, G., Escalona, M., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R., Tapia, J. (2006). *Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, IX Región de La Araucanía, Chile*. Revista de geografía Norte Grande, (36), 75-91.
- Perez, A. (2002). *El bosque en la ordenación del territorio*. En: Gastó J., Rodrigo, P. y Aránguiz, I. (Ed.). Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.

- Pozo, R. (2011). *Nuevos tipos de crecimiento urbano en ciudades pequeñas glocalizadas*. Tesis de Magister en Desarrollo Urbano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Queron, C. (2002). *Relaciones entre actores sociales y territorio rural*. En: Gastó, J., Rodrigo, P. y Aránguiz, I. (Eds.). *Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Quintanilla, V., y Matute, J. (2005). *Retroceso y degradación del bosque nativo en una isla de la región de Chiloé: el caso de la isla Lemuy*. *Revista de Geografía norte Grande*, 33, 113-130.
- Quintanilla, V. (1995). *Los bosques templados costeros de Chile: opúsculo explicativo del mapa de la vegetación*. Toulouse: Laboratorio de Ecología Terrestre, Centro Nacional de Investigación Científica, Universidad de Toulouse.
- Quintanilla, V. (2004). *Degradación del bosque pluvial en una cuenca hidrográfica del norte de la Isla Grande de Chiloé*. *Revista Norte Grande*, 84, 73–84.
- Ramírez, C., y San Martín, C. (2005). *Asociaciones vegetales de la Cordillera de la Costa de la Región de Los Lagos*. En Smith-Ramírez, C., Campillo, B., Celis-Diez, J. y M. Gardner (Eds.), *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Ramírez, E., Modrego, F., Yañez, R. y Claire Macé, J. (2010). *Dinámicas territoriales de Chiloé. Del crecimiento económico al desarrollo sostenible*. Documento de Trabajo N° 86. Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Rimisp, Santiago, Chile.
- Rojas, Y., Müller-Using, S., Martin, M. y Müller-Using, B. (s.f.). *Rentabilidad económica de bosques naturales de segundo crecimiento de Nothofagus sp. en Chile bajo tres opciones de manejo* (no publicado).
- Román, B., Nahuelhual, L., y Morey, F. (2009). *Programa de educación ambiental para comités de agua potable rural en el sur de Chile*. *Investigación arbitrada*, 45, 523-529.
- Roselló, S. (2010). *Implementación de una metodología para la determinación del potencial de artificialización en ecosistemas de montaña. Estudio de Caso: Sector Paso el León, Comuna de Cochamó, Región de los Lagos, Chile*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Forestal, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- SAG. (2006). *Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales*. Extraído en diciembre de 2012 de <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-41304.html>
- SAG. (2011). *Pauta para el estudio de suelos*. Extraído en marzo de 2013 de <http://historico.sag.gob.cl/common/asp/pagAttachadorVisualizador.asp?argCryptedData=GP1TkTXdhRJAS2Wp3v88hM25oaAv20HikqbEUrbDus%3D&argModo=&argOrigen=BD&argFlagYaGrabados=&argArchivId=38592>

- San Martín, C., Ramírez, C. y Rubilar, H. (2002). *Ecosociología de los pantanos de cortadera en Valdivia, Chile*. Revista Ciencia e Investigación Agraria, 29, 171–179.
- San Martín, C., Ramírez, C., y Subiabre, M. (2006). *Estudio florístico y vegetacional de una gradiente latitudinal en marismas del centro-sur de Chile*. Ciencia e Investigación Agraria, 33(1), 37–45.
- Senner, N. (2010). *Conservation Plan for the Hudsonian Godwit. Version 1.1*. (pp. 68). Massachusetts: Manomet Center for Conservation Science.
- Simula, M. (2009). *Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes*. Extraído en mayo de 2013 de www.fao.org/forestry
- Smith, D., Ammann, A., Bartoldus, C. y Brinson, M. (1995). *An Approach for Assessing Wetland Functions Using Hydrogeomorphic Classification, Reference Wetlands, and Functional Indices*. Extraído en diciembre de 2012 de <http://el.erd.usace.army.mil/wetlands/pdfs/wrpde9.pdf>.
- Stolpe, N. (s.f.). *Clasificación Interpretativa de Suelos*. Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
- Tabilo-Valdivieso, E. (2003). *El Beneficio de los Humedales en la Región Neotropical*. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales. La Serena, Chile (73pp.).
- Tapia, C. (2012). *Sistema de Caracterización de Estilos de Agricultura: Estudio de caso comuna de Hualqui, región del Biobío*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Ther-Ríos, F., Vergara, N., Floriani, N., Gajardo, C., & Díaz, A. (n.d.). *La sociodiversidad de Chiloé en entredicho. De la etnografía de la cotidianidad actual a los imaginarios de sustentabilidad en asentamientos de pescadores artesanales*. Ancud: Universidad de Los Lagos.
- Tiner, R. (1999). *Wetland Indicators: A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping*. Florida: Lewis Publishers.
- Toledo, V., y Barrera-Bassols, N. (2009). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Primera ed., pp. 1–232). Barcelona: Icaria.
- Torrejón, F., Cisternas, M. y Araneda, A. (2004). *Efectos ambientales de la colonización española desde el río Maullín al archipiélago de Chiloé, sur de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural 77: 661-677.
- UICN. (2011). *Principios y Práctica de la Restauración del Paisaje Forestal*. Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Newton, A. y Tejedor, N. (Eds.). Extraído en noviembre de 2012 de <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2011-017-es.pdf>
- Vera, L. (2008). *Expansión de la Frontera horizontal en el paisaje cultural de la Cordillera de Los Andes de La Araucanía: Impacto, restauración y gobernabilidad*. Tesis Doctoral, Programa en Ciencias de Recursos Naturales. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 373 pp.

8. Anexos

Se presenta información complementaria, principalmente metodológica, que no fue incluida en el desarrollo del trabajo.

8.1 Entrevista a Familias de Propietarios en Pullao.

Datos de la persona entrevistada (dueño o dueña de casa)

Nombre								
Edad				Oficio/Profesión				
Hectáreas del predio				Coordenadas	Ubicación			
Personas que viven en la propiedad	(Número de madre, padre, hijos, primos, sobrinos, nietos, abuelos, etc... desde la perspectiva de la persona de mayor edad)							
A primera vista, y sin mayor precisión, ¿cuál es el estado de conservación del predio? Negativo (-) ← Estado de Conservación del Predio → Positivo (+)								
Muy alterado	1	2	3	4	5	6	Bien Conservado	

Preguntas

1. ¿Podría decirnos dónde vivían sus padres, sus abuelos y sus bisabuelos?

2. ¿Desde hace cuantos años vive usted en este predio?

3. ¿Cómo llegó su familia a ser propietaria de estos terrenos?

- | | | |
|-------------|------------------------|--|
| a. Herencia | d. Arrenda | g. Son propietarios pero no tienen al día todos los documentos legales |
| b. Compró | e. No sabe | |
| c. Recibió | f. No son propietarios | |

4. ¿Cuáles son las principales actividades (productivas, económicas, laborales) que se desarrollan en el predio?

- a. Tenencia de animales
- b. Agricultura
- c. Monocultivos forestales
- d. Turismo (Camping, cabañas, similares)
- e. Arriendo
- f. Sin uso

5. Pesando en el ámbito laboral, con las actividades que se desarrollan en este terreno...
- La familia recibe los ingresos suficientes para subsistir.
 - Además de trabajar en el predio se trabaja en otras cosas, porque no alcanza.
 - Casi no se trabaja el predio, es un uso ocasional porque hay un trabajo estable.
 - Casi no se trabaja el predio, y falta trabajo.
 - No se trabaja el predio y no hay un trabajo estable.
6. Respecto a las actividades económicas, el trabajo, la vivienda, y su situación personal en el predio
¿Cómo ha cambiado el patrimonio de la familia en los últimos años?

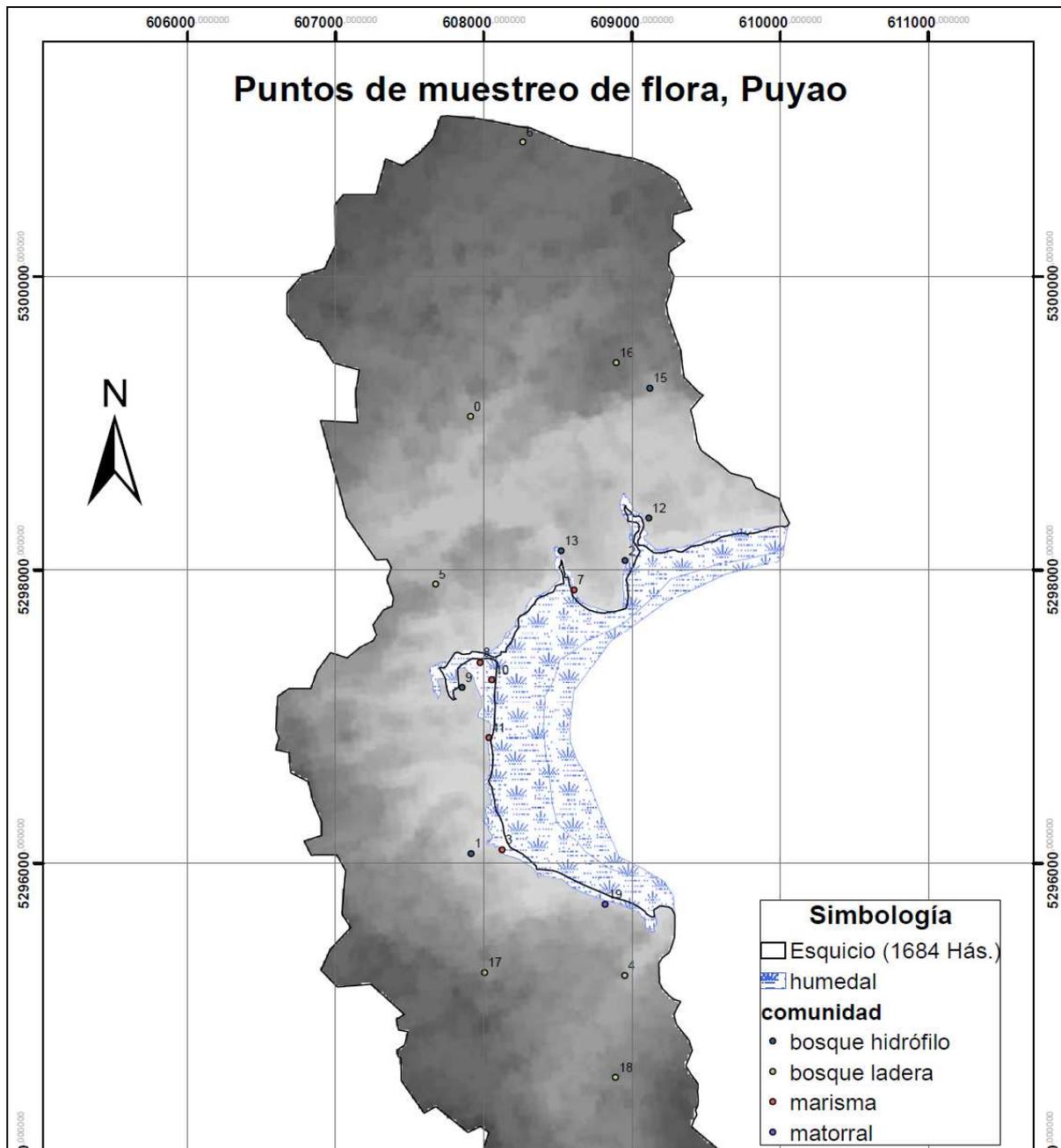
Años/Situación	Disminuido mucho	Disminuido poco	Estamos igual	Crecido poco	Crecido mucho
5 años					
10 años					
20 años					
30 años					

8.2 Ficha de valoración jerárquica y criterios de evaluación de humedales

I.- Existencia de flujos de materia orgánica de origen antrópico hacia el humedal desde sistemas terrestres o fluviales		
CATEGORÍA	VARIABLE	VALORACIÓN
A	No existe evidencia	0
B	Presencia de plantaciones de especies exóticas/ presencia de pozos de extracción de agua en área adyacente	1
C	Aporte de Riles en el cauce de tributarios del humedal o directamente sobre éste.	3
II.- Heterogeneidad espacial del humedal a nivel de paisaje:		
A	Espejo de agua irregular, con numerosos meandros formando islas y brazos	0
B	Espejo de agua con regularidad intermedia, con algunos brazos o islas	1
C	Presencia de espejo de agua de forma regular	3
III.- Vegetación Ripariana (palustre, marisma):		
A	Vegetación ripariana de altura superior a los 20 cm. desde el suelo y con una cobertura superior al 50%	0
B	Vegetación ripariana presenta alturas sobre los 20 cm. desde el suelo y con una cobertura inferior al 50%	1
C	Ausencia de vegetación ripariana.	3
IV.- Zona Buffer:		
A	zona buffer del humedal es en promedio mayor a 90 m, conformada predominantemente por especies de plantas	0
B	zona buffer del humedal es en promedio mayor a 9 m y menor a 90 m, conformada predominantemente por especies de plantas deseables	1
C	zona buffer del humedal en promedio de 12 m o menor, conteniendo especies de plantas deseables	2
D	Ausencia de Zona Buffer	3
V.- Pulso de Inundación:		
A	Evidencia de crecidas o inundaciones del espejo de agua (algas suspendidas sobre la vegetación macrófita, ripariana o en la zona buffer; formación de terrazas en las riberas del cuerpo de agua).	0
B	Evidencia de flujos marinos hacia o desde el cuerpo de agua (conexión directa, presencia de relieves irregulares en la zona de contacto o transición).	1
C	Sin evidencia.	3
VI. Conectividad Intersistémica		
A	Flujos de materia y especies no están interrumpidos	0
B	Presencia de barreras temporales que fragmentan el paisaje, interrumpiendo el flujo de especies	2
C	Presencia de barreras permanentes que fragmentan el paisaje, interrumpiendo el flujo de especies	3
VII.- Grado de Naturalidad (paisaje):		
A	Sin perturbación	0
B	Evidencia de deforestación en la cuenca.	1
C	Evidencia de movimientos de áridos en el cauce del río.	2
D	Evidencia de movimientos de tierra en el humedal.	3
E	Presencia de caminos u otro elemento que interrumpen los flujos hídricos hacia o desde el humedal	3

Fuente: SAG, 2011.

8.3 Carta de distribución de muestreo de flora comunidades vegetales.



Fuente: elaboración propia.

8.4 Composición botánica de la marisma de Pullao y fotografías.

N	Especie	Familia	Forma vida	Origen biogeográfico	Parcelas				
					3	4	8	10	11
1	<i>Arenaria spp</i>	Caryophyllaceae	herbácea	nativa					1
2	<i>Bromus catharticus</i>	Poaceae	herbácea	nativa	1				
3	<i>Cotula coronipifolia</i>	Asteraceae	herbácea	exótica					1
4	<i>gramínea 1</i>	Poaceae	herbácea	exótica	1				
5	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae	herbácea	exótica	1				
6	<i>Isolepis cernua</i>	Cyperaceae	herbácea	cosmopolita	1				1
7	<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	herbácea	cosmopolita		1	1		
8	<i>Juncus sp.</i>	Juncaceae	herbácea	cosmopolita	1				
9	<i>Parapholis strigosa</i>	Poaceae	herbácea	exótica		1	1	1	
10	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygnaceae	herbácea	exótica	1	1			1
11	<i>Polypogon australis</i>	Poaceae	herbácea	nativa					
12	<i>Samolus repens</i>	Samolaceae	herbácea	nativa			1		
13	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Chenopodiaceae	herbácea	cosmopolita	1	1	1	1	
14	<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	Cyperaceae	herbácea	cosmopolita	1				1
15	<i>Selliera radicans</i>	Goodeniaceae	herbácea	cosmopolita		1	1		
16	<i>Spartina densiflora</i>	Poaceae	herbácea	nativa	1	1	1	1	
TOTAL					9	6	6	3	5

Fuente: elaboración propia.



Figura 65. *Samolus repens* y *Sarcocornia fruticosa*



Figura 66. *Polygonum aviculare*, *Selliera radicans* y gramínea



Figura 67. *Schoenoplectus mucronatus*



Figura 68. *Juncus balticus* y *Polygonum aviculare*

8.5 Detalle composición botánica de comunidades leñosas

N	Especie	Género	Bosque intrazonal (hualve)							Bosque laderas (coigue-ulmo)							matorral	
			1	2	9	12	13	15	prom	16	17	18	4	6	7	14	prom	19
1	<i>ovalifolia</i>	<i>Acaena</i>	0	2,5	0	0	0	0	0,4	1	1	1	0	1	2,5	1	1,1	0,0
2	<i>spp</i>	<i>Adiantum</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	2,5	0	0	0	0	0	0,4	0,0
3	<i>punctatum</i>	<i>Aextoxicon</i>	0	0	0	15	0	1	2,7	0	0	0	15	0	1	0	2,3	0,0
4	<i>capillaris</i>	<i>Agrostis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,0
5	<i>luma</i>	<i>Amomyrtus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	0,0
6	<i>meli</i>	<i>Amomyrtus</i>	0	0	15	15	0	1	5,2	0	0	15	15	0	2,5	0	4,6	0,0
7	<i>spp</i>	<i>Antirrhinum</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	1	0	0	0,3	0,0
8	<i>chilensis</i>	<i>Aristolelia</i>	1	15	1	0	15	1	5,5	15	15	15	0	15	2,5	1	9,1	37,5
9	<i>lanceolata</i>	<i>Azara</i>	0	0	0	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
10	<i>racemosa</i>	<i>Baccharis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,0
11	<i>salicifolia</i>	<i>Baccharis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0,0
12	<i>darwinii</i>	<i>Berberis</i>	1	2,5	0	0	0	0	0,6	0	1	2,5	0	0	2,5	0	0,9	0,0
13	<i>mycophylla</i>	<i>Berberis</i>	0	2,5	2,5	2,5	0	0	1,3	1	2,5	0	0	1	0	0	0,6	0,0
14	<i>chilensis</i>	<i>Blechnum</i>	2,5	0	2,5	0	0	0	0,8	0	2,5	0	0	0	0	2,5	0,7	0,0
15	<i>hastatum</i>	<i>Blechnum</i>	0	0	1	1	0	1	0,5	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	1,1	0,0
16	<i>pennamarina</i>	<i>Blechnum</i>	1	0	1	0	0	0	0,3	0	2,5	0	1	1	1	1	0,9	0,0
17	<i>magellanicum</i>	<i>Blechnum</i>	0	0	0	15	15	1	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
18	<i>trifoliata</i>	<i>Boquila</i>	2,5	1	1	1	0	1	1,1	1	1	2,5	0	2,5	2,5	0	1,4	0,0
19	<i>catharticus</i>	<i>Bromus</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
20	<i>glubosa</i>	<i>Buddleja</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	15,0
21	<i>paniculata</i>	<i>Caldcluvia</i>	15	15	1	15	15	1	10,3	0	15	2,5	38	15	1	15	12,3	0,0
22	<i>spp</i>	<i>Carex</i>	1	2,5	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	2,5	0	0	0,4	0,0
23	<i>spp</i>	<i>Chenopodium</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0,0
24	<i>quila</i>	<i>Chusquea</i>	2,5	0	0	38	15	0	9,2	0	15	0	15	0	0	0	4,3	15,0
25	<i>striata</i>	<i>Cissus</i>	0	0	0	1	1	2,5	0,8	1	0	2,5	0	2,5	1	0	1,0	0,0
26	<i>lessonii</i>	<i>Codonorchis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,4	0,0
27	<i>hookerianum</i>	<i>Crinodendron</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0,0
28	<i>eragrostis</i>	<i>Cyperus</i>	2,5	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
29	<i>winteri</i>	<i>Drymis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,0
30	<i>purpurea</i>	<i>Digitalis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,0
31	<i>menziesii</i>	<i>Diplolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0,0
32	<i>coccineum</i>	<i>Embothrium</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,0
33	<i>bogotense</i>	<i>Equisetum</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
34	<i>cicutareum</i>	<i>Erodium</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0,0
35	<i>rubra</i>	<i>Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	1,0
36	<i>globulus</i>	<i>Eucalyptus</i>	0	0	0	0	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
37	<i>cordifolia</i>	<i>Eucryphia</i>	0	0	38	0	0	0	6,3	1	15	15	15	15	1	0	8,9	0,0
38	<i>bicolor</i>	<i>Fascicularia</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,0
39	<i>magellanica</i>	<i>Fuchsia</i>	1	0	0	1	15	1	3,0	2,5	0	0	0	0	0	0	0,4	15,0
40	<i>hypocarpium</i>	<i>Galium</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
41	<i>spp</i>	<i>Galium</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	0	1	0	0,3	0,0
42	<i>mucronata</i>	<i>Gaultheria</i>	2,5	15	0	0	0	0	2,9	0	0	0	2,5	2,5	0	38	6,1	0,0

43	<i>phillyreifolia</i>	<i>Gaultheria</i>	0	0	15	0	0	0	2,5	0	2,5	0	0	0	0	0	0,4	0,0
44	<i>avellana</i>	<i>Gevuina</i>	0	0	0	0	1	15	2,7	15	2,5	15	15	0	1	15	9,1	2,5
45	<i>squamulosa</i>	<i>Gleichenia</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
46	<i>tinctoria</i>	<i>Gunnera</i>	15	15	2,5	0	2,5	0	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
47	<i>ranunculoides</i>	<i>Hidrocoltyle</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	2,5	0	0	0,4	0,0
48	<i>radicata</i>	<i>Hipochaeris</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	0	1	1	0	0	0	0	0,3	0,0
49	<i>lanatus</i>	<i>Holcus</i>	0	2,5	0	0	0	0	0,4	0	0	1	0	0	2,5	1	0,6	0,0
50	<i>cernua</i>	<i>Isolepis</i>	15	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
51	<i>balticus</i>	<i>Juncus</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
52	<i>spp</i>	<i>Juncus</i>	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
53	<i>phillippiana</i>	<i>Laureliopsis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,0
54	<i>kingii</i>	<i>Lepidoceras</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
55	<i>hirsuta</i>	<i>Lomatia</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	0	2,5	15	2,5	15	15	1	7,3	0,0
56	<i>dentata</i>	<i>Lomatia</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	1	0	0	0	0	0	0,1	0,0
57	<i>corniculatus</i>	<i>Lotus</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
58	<i>uliginosus</i>	<i>Lotus</i>	1	2,5	0	0	0	0	0,6	0	2,5	1	0	1	15	1	2,9	0,0
59	<i>apiculata</i>	<i>Luma</i>	2,5	15	15	15	38	38	20,4	88	38	15	2,5	15	38	15	30,0	2,5
60	<i>radicans</i>	<i>Luzuriaga</i>	0	0	0	2,5	0	2,5	0,8	0	2,5	1	2,5	0	2,5	0	1,2	0,0
61	<i>boaria</i>	<i>Maytenus</i>	1	2,5	0	0	0	0	0,6	15	0	0	0	0	2,5	0	2,5	0,0
62	<i>coccinea</i>	<i>Mitraria</i>	1	0	0	0	1	1	0,5	0	1	2,5	2,5	1	0	0	1,0	0,0
63	<i>oblonga</i>	<i>Myoschilos</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	1	0	2,5	0	2,5	0	0,9	0,0
64	<i>exsucca</i>	<i>Myrceugenia</i>	0	0	2,5	63	63	1	21,4	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
65	<i>planipes</i>	<i>Myrceugenia</i>	38	0	15	15	0	63	21,7	0	15	15	2,5	2,5	0	0	5,0	0,0
66	<i>numularia</i>	<i>Myrteola</i>	0	0	2,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
67	<i>granadensis</i>	<i>Nertera</i>	2,5	0	0	0	0	0	0,4	2,5	15	2,5	0	1	0	15	5,1	0,0
68	<i>dombeyi</i>	<i>Nothofagus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	63	0	0	15	0	11,1	0,0
69	<i>chilensis</i>	<i>Osmorrhiza</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	0,0
70	<i>pilopillo</i>	<i>Ovidia</i>	1	15	15	0	0	0	5,2	2,5	0	1	0	0	2,5	0	0,9	0,0
71	<i>spp</i>	<i>Oxalis</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	1	0	0	1	0	0	0,3	0,0
72	<i>Pilea elliptica</i>	<i>Pilea</i>	0	0	0	38	0	2,5	6,7	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
73	<i>lanceolata</i>	<i>Plantago</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	1	1	0	1	2,5	1	0,9	0,0
74	<i>utriculatum</i>	<i>Anthoxanthum</i>	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
75	<i>feuillei</i>	<i>Polypodium</i>	0	0	0	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
76	<i>vulgaris</i>	<i>Prunella</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
77	<i>repens</i>	<i>Ranunculus</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
78	<i>spinousus</i>	<i>Raphithamnus</i>	1	2,5	15	2,5	0	1	3,7	15	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0	3,6	0,0
79	<i>valdiviensis</i>	<i>Raukaua</i>	0	0	0	1	0	2,5	0,6	0	0	0	2,5	0	0	0	0,4	0,0
80	<i>constrictus</i>	<i>Rubus</i>	1	15	1	0	0	0	2,8	2,5	0	2,5	0	15	0	1	3,0	15,0
81	<i>geoides</i>	<i>Rubus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	0	0	2,5	0,5	0,0
82	<i>acetocella</i>	<i>Rumex</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	0	0	0	0,1	0,0
83	<i>spp</i>	<i>Sonchus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,4	0,0
84	<i>cassioides</i>	<i>Sophora</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	2,5	0	0	0	0,4	0,0
85	<i>media</i>	<i>Stellaria</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	0,0
86	<i>pratense</i>	<i>Trifolium</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	2,5	0	0,4	0,0
87	<i>corymbosus</i>	<i>Tristerix</i>	0	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
88	<i>molinae</i>	<i>Ugni</i>	0	15	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0

89	<i>europaeus</i>	<i>Ulex</i>	1	15	0	0	0	0	2,7	15	0	0	0	0	0	0	2,1	15,0
90	<i>erinacea</i>	<i>Ucinia</i>	0	0	1	0	0	0	0,2	2,5	0	0	0	0	2,5	0	0,7	0,0

Fuente: elaboración propia.

8.6 Escala de evaluación del grado de intervención antrópica

Rango de % de especies introducidas	Grado de intervención antrópica
0-13	Sin intervención
14-20	Poco intervenido
21-30	Medianamente intervenido
31-100	Altamente intervenido

Fuente: González, 2000.

8.7 Rangos de cobertura vegetal de Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

Rangos cobertura		
Código	Significado	Marca de clase
r	1 solo individuo, cobertura despreciable	1
+	Más individuos, cobertura muy baja	1
1	Cobertura menor a 5%	2,5
2	5-25%	15
3	25-50%	37,5
4	50-75%	62,5
5	75-100%	87,5