



Facultad de Ciencias  
Instituto de Ciencias Ambientales  
Ingeniería Ambiental

# **“CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL DE MANTAGUA, REGIÓN DE VALPARAÍSO, COMO BASE PARA SU PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN”**

**Trabajo de Titulación para Optar al Título de Ingeniero Ambiental**

**Autores: Daniela Paz Barraza Carrasco**

**Pamela Cristina Ponce Solís**

**Profesor Guía: Mg. Javier Arancibia Fortes**

**Valparaíso, Chile 2014**

## AGRADECIMIENTOS

*A nuestro profesor guía Javier Arancibia, por su ayuda, disposición y tiempo entregado para que éste trabajo tomara su curso. Al profesor Jairo Valencia por su buena disposición y apoyo. Al profesor Gaspar Fouré, y a todos los profesores que entregaron su granito de arena en este trabajo de titulación, a través de sus conocimientos y experiencias.*

*A Osvaldo y Mónica, dueños de la Posada del Parque, quienes siempre tuvieron una muy buena disposición con nosotras, para llevar a cabo de mejor manera las visitas en terreno, gracias por la linda labor que desempeñan en pro de la conservación del humedal.*

*A todas las personas que nos ayudaron de distintas formas durante el desarrollo de este trabajo y que siempre confiaron en nosotras, gracias.*

*A mis padres por su constante apoyo y dedicación, por creer siempre en mí, por su infinito cariño amor y paciencia; a mi mamá por ser la mujer que es, mi mayor ejemplo a seguir, gracias por cada regaloneo, cada detalle que tienes; a mi papá, por ser el mejor, la persona más positiva que conozco, mi super papito, porque con tu humor y forma de ser, aunque a veces nadie te soporta, siempre me sacas una sonrisa, incluso en los momentos más difíciles; los amo.*

*A María Angélica y Rosamel, que nunca los olvido y sé que siempre están conmigo, gracias por darme a la mejor mamá.*

*A Nicolas, nos queremos a nuestra forma y con nuestras peleas, porque a pesar de todo somos hermanos.*

*A Pablo por creer siempre en mis capacidades, y a mi tía Silvia por apoyar a mi familia en todo momento.*

*A mis tías Silvana, Bárbara y Denise, por su apoyo incondicional y por quererme tal como soy, a mi tío Pedro por ser su sobrina regalona.*

*A mis amigos, en especial a Tania y Violeta, por estar conmigo en todo momento.*

*Y a Pamela, porque más que una compañera, eres una gran amiga y una gran mujer, sé que podrás conseguir todo lo que te propongas; gracias por soportarme todos los días, por tu responsabilidad, por tener el mejor carácter y disposición para la realización de este trabajo. Te quiero.*

*Daniela.*

*Agradezco a mi familia en general, en especial a mis papas, ya que gracias a ellos soy lo que soy, siempre han confiado en mí y me han dado la fuerza para seguir adelante en todo momento.*

*A mis hermanas, por el apoyo y ánimo que me brindaron en los momentos difíciles.*

*A mis abuelitos, Olga, Camilo e Ismelda, porque siempre me han llenado de amor y apoyado en toda esta etapa.*

*A mis amigos en general, por darme fuerzas y estar ahí cuando los necesitaba.*

*De manera especial agradezco a Daniela Barraza, por ser el mayor apoyo durante este tiempo, logrando durante todos estos años una muy linda amistad. Gracias a ti, este proceso fue más fácil. ¿Qué mejor que hacer la tesis con una amiga? Te deseo lo mejor en todo porque te lo mereces.*

*Pamela.*

## RESUMEN

Uno de los ecosistemas naturales más amenazados a nivel mundial son los humedales tanto por causas antrópicas como naturales. Éstos proveen un hábitat único para un gran número de especies animales y vegetales, su importancia radica en que poseen una alta productividad, además de ser fuentes y sumideros de materiales químicos y biológicos. También se ha descubierto que son estabilizadores climáticos a escala global y sirven de protección contra inundaciones, entre otros beneficios.

El humedal de Mantagua se encuentra ubicado en la comuna de Quintero, región de Valparaíso, y destaca por ser un corredor biológico del estero de Quintero. Este ecosistema se ha visto fuertemente perturbado a través de los años por las distintas actividades que allí se practican, lo que ha provocado un gran daño a su flora y fauna; sumado a esto se ha visto también alterada su calidad paisajística.

La escasa información respecto a su flora y fauna da cuenta de un lugar interesante para la biodiversidad, por este motivo, el humedal de Mantagua ha sido declarado Sitio de Prioridad 2. Es por esto que este trabajo busca aumentar el conocimiento científico respecto a las características bióticas (vegetación, flora y fauna) y abióticas (agua, paisaje) del humedal, proponiendo una zonificación, que ayude a su protección y conservación.

## **ABSTRACT**

One of the most threatened ecosystems worldwide are the wetlands both for anthropic and natural causes. They provide a unique environment for a big number of plant and animal species and their importance lies in their high productivity, besides being sources and sinks of chemical and biological materials. It has also been discovered that they are weather stabilizers at global scale and they provide protection against floods, among other benefits.

The Mantagua wetland is located at Quintero in the region of Valparaíso, it is noted for being a biological corridor of the estuary of Quintero. This ecosystem has been strongly disturbed throughout the years by the different activities that are performed there, which have provoked great damage on its flora and fauna; added to this its landscape quality has also been altered.

The scarce information on its flora and fauna accounts for an interesting place for biodiversity, for this reason the Mantagua wetland has been declared Priority Site grade 2. Therefore this work seeks to increase the scientific knowledge about the biotic (vegetation, flora and fauna), and abiotic (water, landscape) characteristics of this wetland, including a zoning proposal, to help with its protection and conservation.

## INDICE

1	Introducción .....	1
1.1	Concepto Humedal.....	2
1.2	Clasificación de Humedales.....	3
1.2.1	Sistema de Clasificación Ramsar .....	3
1.2.2	Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile .....	5
1.3	Funciones de los humedales .....	6
1.4	Importancia de los humedales.....	10
1.5	Degradación de los Humedales.....	11
1.6	Conservación de los Humedales .....	12
1.6.1	Convención Ramsar.....	13
1.7	Sitios para la Conservación .....	14
1.7.1	Áreas Silvestres Protegidas (ASP).....	15
1.8	El paisaje.....	16
1.9	Zonificación .....	16
1.10	Caracterización ecológica.....	19
1.11	Antecedentes del Medio Biótico .....	19
1.11.1	Vegetación y Flora.....	19
1.11.2	Fauna .....	21
1.12	Antecedentes del Medio Abiótico.....	23
2	Planteamiento del problema .....	26

3	Objetivos .....	28
3.1	General.....	28
3.2	Específicos .....	28
4	Metodología.....	29
4.1	Área de estudio .....	29
4.2	Diagrama metodológico .....	31
4.3	Caracterización del Medio.....	32
4.3.1	Medio biótico .....	32
4.3.2	Medio Abiótico.....	38
4.3.3	Evaluación de la Calidad del Paisaje.....	41
4.3.4	Zonificación del área de estudio .....	48
5	Resultados y Discusiones.....	52
5.1	Estaciones de Muestreo .....	52
5.2	Medio Biótico .....	57
5.2.1	Unidades Ambientales .....	57
5.2.2	Flora.....	72
5.2.3	Fauna .....	80
5.3	Medio Abiótico.....	98
5.3.1	Parámetros físicos y químicos .....	98
5.3.2	Variables Hidráulicas .....	108
5.4	Evaluación del Paisaje .....	109
5.4.1	Análisis de visibilidad.....	109



5.4.2	Caracterización de las Unidades de Paisaje .....	115
5.5	Propuesta de zonificación .....	124
6	Conclusión .....	130
7	Bibliografía .....	133
8	Anexos .....	143

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Esquema general de la clasificación sobre los Humedales de la Convención Ramsar.....	4
Tabla 2: Clasificación de Humedales en Chile .....	6
Tabla 3: Servicios Ecosistémicos .....	10
Tabla 4: Rangos para estimar la estratificación .....	33
Tabla 5: Rango de valores de la cobertura vegetal .....	34
Tabla 6: Estratificación por tipos biológicos y codificación de especies dominantes.....	34
Tabla 7: Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática .....	40
Tabla 8: Rangos de fósforo y nitrógeno total según estado de trofia.....	41
Tabla 9: Matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje .....	44
Tabla 10: Clases de calidad visual .....	45
Tabla 11: Matriz para la evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje .....	46
Tabla 12: Clases de fragilidad visual.....	48
Tabla 13: Unicidad.....	50
Tabla 14: Fragilidad .....	51
Tabla 15: Niveles de fragilidad y unicidad para cada zona. ....	51
Tabla 16: Estaciones de muestreo del área de estudio. ....	52
Tabla 17: Unidades Ambientales.....	57
Tabla 18: Detalle de la Vegetación.....	68

Tabla 19: Nomenclatura para especies dominantes.....	69
Tabla 20: Resumen de la información por Unidad Ambiental .....	70
Tabla 21: Catálogo Florístico del Área de Estudio.....	72
Tabla 22: Información taxonómica de las especies vegetales .....	76
Tabla 23: Estado de Conservación de las especies.....	79
Tabla 24: Catastro de peces presentes en el área de estudio. ....	80
Tabla 25: Catastro de reptiles presentes en el área de estudio.....	82
Tabla 26: Catastro de aves presentes en el área de estudio. ....	83
Tabla 27: Catastro de mamíferos presentes en el área de estudio .....	88
Tabla 28: Calidad del agua en función de la conductividad eléctrica .....	101
Tabla 29: Variables hidráulicas de cada estación.....	108
Tabla 30: Localización de los puntos de observación. ....	110
Tabla 31: Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°1.....	117
Tabla 32: Evaluación de la fragilidad Visual Unidad de Paisaje N°1 .....	118
Tabla 33: Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°2.....	119
Tabla 34: Evaluación de la fragilidad visual Unidad de Paisaje N°2.....	119
Tabla 35: Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°3.....	120
Tabla 36: Evaluación de la fragilidad visual Unidad de Paisaje N°3.....	121
Tabla 37: Síntesis de la Calidad y Fragilidad Visual de las Unidades de Paisaje.....	121

Tabla 38: Capacidad de uso de un paisaje según sus características..... 122

Tabla 39: Factores para la propuesta de zonificación..... 125

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Humedal del Mantagua.....	29
Figura 2: Diagrama Metodológico.....	31
Figura 3: Multiparámetro Hanna, Modelo HI 98129 .....	38
Figura 4: Dissolved Oxygen Meter AZ 8403 .....	39
Figura 5: Batímetro .....	39
Figura 6: Fotómetro Multiparamétrico Hanna, modelo HI 83209-02.....	40
Figura 7: Estación 1 (E1).....	53
Figura 8: Estación 2 (E2).....	53
Figura 9: Estación 3 (E3).....	54
Figura 10: Estación 4 (E4).....	54
Figura 11: Estación 5 (E5).....	55
Figura 12: Estación 6 (E6).....	55
Figura 13: Estación 7 (E7).....	56
Figura 14: Estación 8 (E8).....	56
Figura 15: Representación en el mapa de los polígonos de cada unidad ambiental del área de estudio. .....	58
Figura 16: Fotografía plantaciones de <i>Pinus radiata</i> . .....	59
Figura 17: Fotografía Plantación de <i>Eucalyptus globulus</i> . .....	59

Figura 18: Fotografías de <i>Rubus ulmifolius</i> . .....	60
Figura 19: Fotografías del Matorral <i>Rubus ulmifolius con Albizia lophanta</i> . .....	60
Figura 20: Fotografía arbolado <i>Myoporum laetum</i> .....	61
Figura 21: Fotografía <i>Carpobrotus aequilaterus</i> en (U.A 10). .....	61
Figura 22: Fotografía de <i>Schinus polygarmmus en la U.A 11</i> .....	62
Figura 23: Fotografía de <i>Scirpus nodosus</i> .....	63
Figura 24: Fotografía de Pajonal <i>Typha angustifolia con Scirpus californicus</i> .....	64
Figura 25: Fotografía de las zonas inundables de <i>Typha angustifolia</i> .....	64
Figura 26: Fotografía de Pradera inundable de <i>Cotula coronopifolia con Agrostis capillaris</i> .....	65
Figura 27: Fotografía de Macrófitas acuáticas ( <i>Lemma minor</i> ). .....	66
Figura 28: Fotografía del camino en la (U.A 2).....	66
Figura 29: Fotografía Matorral dunario de <i>Baccharis cóncava con Carpobrotus aequilaterus</i> . .....	67
Figura 30: Fotografía de <i>Sarcocornia fructicosa en la pradera</i> . .....	67
Figura 31: Fotografía de <i>Coniza bonariensis en la pradera</i> . .....	68
Figura 32: Distribución de origen de las especies en el área de estudio. ....	76
Figura 33: Distribución de las especies según su forma de vida en el área de estudio. ....	78
Figura 34: Distribución porcentual de la riqueza de las distintas clases de vertebrados presentes en el área de estudio.....	90
Figura 35: Distribución porcentual del origen de las especies presentes en el área de estudio .....	92

Figura 36: Distribución de las especies según su estado de conservación. ....	94
Figura 37: Distribución de las especies según los criterios de protección en el área de estudio. ....	95
Figura 38: Distribución de la asignación de criterios para una especie. ....	95
Figura 39: Ejemplar de <i>Gambusia Holbrooki</i> . ....	96
Figura 40: Ejemplares de ganado <i>Bos Taurus</i> . ....	96
Figura 41: Ejemplares de <i>Vanellus chilensis</i> . ....	97
Figura 42: Cuevas subterráneas del <i>Spalacopus cyanus</i> . ....	97
Figura 43: Valores de temperatura en las estaciones de muestreo. ....	99
Figura 44: Valores del pH en las estaciones de muestreo. ....	100
Figura 45: Valores de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo. ....	101
Figura 46: Valores de los sólidos disueltos totales en las estaciones de muestreo. ....	102
Figura 47: Valores de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo. ....	104
Figura 48: Valores de nitrógeno en las estaciones de muestreo. ....	105
Figura 49: Valores de fósforo en las estaciones de muestreo. ....	106
Figura 50: Ubicación de los puntos de observación (PO). ....	110
Figura 51: Vista desde Punto de Observación N° 1 en dirección al norte. ....	111
Figura 52: Vista desde Punto de Observación N° 1 en dirección al este. ....	111
Figura 53: Vista desde Punto de Observación N° 2 en dirección al norte. ....	112
Figura 54: Vista desde Punto de Observación N° 2 en dirección al oeste. ....	112

Figura 55: Vista desde Punto de Observación N° 3 en dirección al suroeste. ....	113
Figura 56: Vista desde Punto de Observación N° 3 en dirección al norte. ....	113
Figura 57: Vista desde Punto de Observación N° 4 en dirección al norte. ....	114
Figura 58: Vista desde Punto de Observación N° 4 en dirección al oeste. ....	114
Figura 59: Unidades de Paisaje establecidas en el área de estudio. ....	117
Figura 60: Propuesta de zonificación del área de estudio. ....	125
Figura 61: Excremento de caballo hallado cerca de la estación E4. ....	126
Figura 62: Actividad de Kayak realizándose en el cuerpo de agua del humedal. ....	129



## 1 Introducción

La diversidad biológica como fuente de riqueza y bienestar resulta indispensable para el ser humano, ya que entrega importantes servicios directos (alimentos, materias primas) como indirectos que surgen de las interacciones y retroalimentaciones entre los organismos que comparten un ecosistema (control de la erosión, purificación, almacenamiento de agua, polinización, entre otras) (Fernández, 2011).

Sin embargo, uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta son los humedales, tanto por la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras de basura, como por el cambio climático que afecta a su tamaño, estructura, hidrología y comunidades biológicas. Además, son ecosistemas muy difíciles de abordar debido a su diversidad y complejidad, al desarrollarse en gradientes hidrológicos desde hábitats terrestres hasta los estrictamente acuáticos (Figueroa *et al.*, 2009).

Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Berlanga-Robles *et al.*, 2008).

Son considerados ecosistemas estratégicos, ya que cumplen funciones que sostienen y enriquecen la vida del hombre y posibilitan el desarrollo de los sistemas productivos humanos, a una escala y costo tales que la sociedad no está en capacidad de sustituir con sistemas artificiales (Guzmán, 2011).

En la actualidad existe mayor conciencia sobre la necesidad de conservar los humedales y mantener las funciones y servicios ecológicos que proporcionan. Varios países han implementado planes de manejo y leyes para protegerlos, congregándose alrededor de un tratado internacional que promueve la conservación y uso racional de los humedales, conocido como Convención sobre los Humedales de Ramsar o Convención Ramsar, al haberse firmado por 18 países acreditados y cinco observadores en la ciudad iraní de ese nombre en 1971 (Berlanga-Robles *et al.*, 2008).

### **1.1 Concepto Humedal**

Los humedales son zonas que van desde ambientes permanentemente inundados a ambientes normalmente secos. Presentan gran diversidad de acuerdo a su origen, localización geográfica, origen acuático y químico, vegetación dominante y características del suelo o sedimentos. Pueden existir variaciones considerables dentro de un mismo humedal y entre diferentes humedales próximos unos a otros, formando, además de ecosistemas distintos, paisajes totalmente diferentes (Astorga y Manríquez, 2009).

En estas zonas el agua es el principal factor que controla el medio, la vida vegetal y animal relacionada con él (Fernández, 2011).

A diferencia de los ecosistemas terrestres los humedales suelen presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio. Esto tiene efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en los humedales, ya que deben desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios que pueden llegar a ser muy extremos, por ejemplo, ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación extremos (Fernández, 2011).

Existen más de 50 definiciones para los humedales, pero una de las definiciones más utilizadas es la establecida por la Convención Ramsar, la cual fue formulada con el objetivo central de conservar y usar de manera racional los recursos hídricos y la fauna que sustenta (Correa-Araneda, 2011); y los define como:

*“Las 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”*(The Ramsar Convention on Wetlands, 1997).

## **1.2 Clasificación de Humedales**

Los sistemas de clasificación tienen como propósito agrupar e identificar distintos tipos de humedales para facilitar su inventario, manejo y conservación. A través del tiempo han existido diferentes aproximaciones para clasificar humedales, basados en las características físicas y/o biológicas de los sistemas (Guzmán, 2011).

### **1.2.1 Sistema de Clasificación Ramsar**

Este sistema de clasificación fue desarrollado por la Convención de Humedales Ramsar, donde se tiene como objetivo formar un marco muy amplio que facilite la rápida identificación de los principales hábitat de humedales del mundo. Se dividen en 3 grandes grupos: marinos y costeros, continentales, y artificiales. A continuación se detallan los grupos:

**Tabla 1:** Esquema general de la clasificación sobre los Humedales de la Convención Ramsar. Adaptado de Berlanga-Robles *et al*, 2008.

Humedales marinos costeros	Marinos	Submareal	A. Aguas marinas someras permanentes	
			B. Lechos marinos submareales	
			C. Arrecifes de coral	
		Intermareal	D. Costas marinas rocosas	
			E. Playas de arena o guijarros	
	Estuarino	Submareal	F. Estuarios	
			J. Lagunas costeras salobres	
			K. Lagunas costeras de agua dulce	
		Intermareal	G. Bajos intermareales	
			H. Pantanos y esteros	
I. Humedales intermareales arbolados				
Humedales continentales	Fluvial	Permanente	L. Deltas interiores	
			M. Ríos/arroyos permanentes	
			Y. Manantiales de agua dulce	
		Estacionales/intermitentes	N. Ríos/arroyos estacionales/intermitentes	
	Lacustre	Permanente	O. Lagos permanentes de agua dulce (>8 ha)	
			Tp. Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce (<8 ha)	
			Q. Lagos permanentes salinos (>8 ha)	
			Sp. Pantanos/esteros/charcas permanentes salobres (<8 ha)	
			Estacionales/intermitentes	P. Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce (>8 ha)
		Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce		
		R. Lagos y zonas inundadas estacionales/ intermitentes salobres		
		Ss. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ intermitentes salobres		
		Palustres		Permanente

Humedales continentales	Palustres	Permanente	Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce
			U. Turberas no arboladas
			Va. Humedales alpinos de montaña
			Vt. Humedales de la tundra
			Xf. Humedales boscosos de agua dulce
			Xp. Turberas arboladas
	Estacionales/intermitentes	Ss. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ intermitentes salobres	
		Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce	
		Y. Manantiales de agua dulce	
		Xf. Humedales boscosos de agua dulce	
		Geotérmicos	Zg. Humedales geotérmicos
	Humedales artificiales	1. Estanques de acuicultura	
		2. Estanques artificiales	
		3. Tierras de regadío	
		4. Tierras agrícolas	
		5. Zonas de explotación de sal	
		6. Áreas de almacenamiento de aguas	
		7. Excavaciones, canteras, piletas de residuos mineros	
		8. Áreas de tratamiento de agua	
		9. Canales de transportación y de drenaje, zanjas	
	Humedales cársticos	Zk (a) Costeros	
		Zk (b) Continentales	
		Zk (c) Artificiales	

### 1.2.2 Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile

La Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, CAACH, es una Organización No Gubernamental sin fines de lucro constituida en el año 1994, con el fin de promover la conservación y manejo sostenible de los ambientes acuáticos. La labor desarrollada por la CAACH tiene como misión fundamental fomentar el uso racional de estos valiosos

ecosistemas, particularmente en aquellas comunidades que dependen directamente de ellos para subsistir (Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile, 2005).

Las líneas de acción estratégica abordadas son: desarrollo de investigación aplicada, articulación de actores clave, comunicación y concienciación del público, intercambio de experiencias y relaciones de cooperación, particularmente en América Latina (Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile, 2005).

Según la Corporación, es posible distinguir 6 tipos de humedales para nuestro país, los cuales son:

**Tabla 2:** Clasificación de Humedales en Chile. Adaptado de Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, 2005.

Tipos de Humedales	
Marinos	Son los humedales costeros, incluyendo las costas rocosas y las playas.
Estuarinos	Incluyen los deltas o desembocaduras, las albuferas (lagunas costeras), y las marismas de marea.
Lacustres	Comprenden los lagos y lagunas, y las orillas sujetas a inundaciones estacionales o temporales.
Ribereños	Ríos y esteros, permanentes o temporales, incluyendo áreas de inundación temporal.
Palustres	Comprenden pantanos, ciénagas (vegas y bofedales) y turberas.
Artificiales	Incluyen represas, embalses, estanques, pozos, salineras, arrozales, canales y acequias.

### 1.3 Funciones de los humedales

Según el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), los humedales son ecosistemas acuáticos integrados a las cuencas hidrográficas, como subsistemas límnicos de éstas. Ecosistemas que mantienen economías locales, a través de los bienes y servicios que prestan. Es reconocido el rol destacado que tienen estos en el desarrollo de las actividades humanas, entregando alimentos, refugio para la población humana, especies animales y vegetales y obtención de agua fresca, entre otras (MMA, 2011).

Según Fernández (2011), las interacciones entre estos componentes permiten que el humedal desempeñe funciones, entre las que destacan:

- **Fuentes de agua:** Son reservorios de agua dulce los que abastecen a la población para consumo o para la utilización en diferentes actividades, como agricultura, electricidad y minería.
- **Fuente de alimento y materias primas:** En los humedales encontramos fuentes de alimentos para el ser humano, tales como peces, crustáceos y aves. También el ganado obtiene una fuente de alimento en los humedales. La totora y la caña son utilizadas como materias primas para construcción y artesanía.
- **Productividad primaria:** Los humedales producen materia orgánica a través de plantas y otros organismos autótrofos, llevando a cabo procesos de fotosíntesis.
- **Sumideros de Carbono:** Los humedales, especialmente las turberas, son lugares donde se almacena el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), al ser asimilado por las plantas en el proceso de fotosíntesis. La fotosíntesis transforma el carbono inorgánico ( $\text{CO}_2$  atmosférico) a carbono orgánico, quedando almacenado como biomasa vegetal en los humedales.
- **Recarga de acuíferos:** Un acuífero es una acumulación de agua subterránea depositada en una capa de terreno impermeable. Almacenan el 97% de agua dulce no congelada del planeta. Los humedales lénticos facilitan la filtración de aguas hacia las napas freáticas purificando el agua al atravesar las sucesivas capas de tierra y arena hasta llegar a la reserva subterránea, donde es normalmente limpia y potable.
- **Retención y sedimentación de nutrientes:** El nitrógeno y el fósforo inorgánico son los nutrientes más importantes removidos, acumulados y transformados por procesos químicos en el humedal. El nitrato puede ser removido en procesos de desnitrificación por bacterias que se encuentran en los suelos pobres en oxígeno, las cuáles convierten el nitrato y nitrito en moléculas de nitrógeno que son difundidas hacia la atmósfera. Los fosfatos pueden ser encontrados como iones inorgánicos en los suelos minerales de algunos humedales. A través de experiencias registradas en

EE.UU, Suecia y China, se observó que los humedales pueden contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad del agua a través de la retención de sedimentos en áreas agrícolas. Las aguas lentas de los humedales, disminuyen la velocidad de flujo y se produce el depósito de los sedimentos en suspensión (llevando adheridos nutrientes), proceso ayudado por la vegetación y baja profundidad del agua; al ser sistemas sedimentarios, en los que se acumulan, carbono, nitrógeno, fósforo y otros materiales que son intercambiables con la atmósfera y el entorno, se les ha denominado “los riñones de la tierra”.

- **Hábitat de vida silvestre:** Los humedales constituyen el hábitat de una gran diversidad de animales. Sirven de refugio temporal a las aves migratorias en etapas de su ciclo de vida como reproducción, descanso o alimentación. En estos casos los humedales adquieren relevancia internacional al permitir la continuidad del fenómeno migratorio a escala hemisférica.
- **Protección contra inundaciones:** Actuando como grandes esponjas, los humedales pueden almacenar los excedentes de agua en épocas de fuertes lluvias o de crecidas de los ríos, amortiguando las inundaciones.
- **Reducción y remoción de tóxicos y depuración de agua:** Muchas especies vegetales presentes en los humedales son capaces de eliminar sustancias tóxicas procedentes de plaguicidas, descargas industriales y actividades mineras. Estos ecosistemas cuentan con mecanismos que posibilitan la inmovilización de metales presentes en aguas residuales de la industria minera, por la vegetación.
- **Estabilización de las condiciones climáticas locales o microclima:** Una parte importante del agua en los humedales se evapora directamente o a través de la evapotranspiración de las plantas, lo que mantiene la humedad y el régimen de lluvias locales. Si el humedal es destruido, la cantidad de lluvias puede decrecer, produciendo severos efectos en las actividades agrícolas de las comunidades locales. Por ejemplo, las mañanas con neblinas que son originadas por ciertos humedales contribuyen a reducir la pérdida de agua del suelo y amortiguar las heladas. Además



el espejo de agua cumple la función de amortiguar las variaciones de temperatura durante el día.

- **Valor Cultural, Educacional, Científico:** Los humedales han estado ligados a la supervivencia de las culturas originarias de nuestro país desde hace siglos. Al estudiar la forma en que estos pueblos se relacionan con los humedales, se pueden obtener enseñanzas de cómo utilizarlos de manera sustentable. Además, estos sistemas presentan un escenario ideal para la educación ambiental, en donde el aprendizaje se lleva a cabo en un “clima eminentemente recreativo”.
- **Recreación y Turismo:** El humedal constituye un patrimonio cultural, que posee valor de recreación y turismo, permitiendo desarrollar en él, navegación de veleros deportivos, fotografía, observación de fauna, entre otras, siendo un excelente sitio para desarrollar actividades de educación ambiental. Se debe señalar que la permanencia de dichas funciones, productos y atributos sólo es factible al mantenerse los procesos ecológicos que los humedales encierran, todo lo anterior considerando una adecuada planificación enfocada en la conservación y el uso sostenible de estos ecosistemas.

El principal bien que proveen los humedales es el agua y algunas de las más relevantes funciones ecosistémicas y servicios ambientales están también asociados a los recursos hídricos. Precisamente, uno de los más importantes servicios es el abastecimiento constante de agua dulce para riego de suelos agrícolas, generación hidroeléctrica y consumo humano. En efecto, varias ciudades dependen de los humedales debido a estos fundamentales servicios (MMA, 2011).

Es importante señalar que los bienes y servicios ambientales que proporcionan los humedales no son ilimitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no sólo de fuentes esenciales de agua sino de otros múltiples beneficios que ofrecen dichos ambientes. Por ello, si queremos continuar aprovechándolos, debemos conservarlos y su uso

no debería rebasar los límites del umbral crítico, más allá del cual su deterioro se hace irreversible (MMA, 2011).

**Tabla 3:** Servicios Ecosistémicos. Ministerio de Medio Ambiente, 2011.

Suministro de Servicios	Regulación de Servicios	Servicios Culturales
Productos obtenidos desde los ecosistemas	Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	Beneficios no Materiales obtenidos de los ecosistemas
-Alimento -Agua potable -Combustible -Fibra vegetal -Bioquímicos -Recursos genéticos	-Regulación del clima -Control de enfermedades -Regulación del agua -Polinización	-Espirituales y religiosos -Recreación y turismo -Estético -Inspiracional -Educativo -Sentido de identidad -Patrimonio cultural
Servicios de soporte		
Servicios necesarios para la producción de todos los servicios del ecosistema		
Formación de Suelos	Ciclado de Nutrientes	Producción Primaria

#### 1.4 Importancia de los humedales

Los humedales forman parte de nuestra riqueza natural, son los ecosistemas más productivos del mundo y proveen variados beneficios (Fernández, 2011).

La alta productividad de los humedales da sustento a gran cantidad de especies silvestres adaptadas a las zonas húmedas. Más del 40 % de las especies del mundo y el 12% de todas las especies animales se hallan en los humedales de agua dulce (Rojas *et al.*, 2003).

Dada su gran productividad y heterogeneidad de ambientes, los humedales sustentan una alta diversidad biológica de acuerdo a su origen, localización, régimen acuático, características del suelo y vegetación. Estos sitios son de especial importancia para las aves, ya que les proporcionan sitios donde pueden pasar todo o parte del año para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como la nidificación y crianza, muda del plumaje y descanso (Simeone *et al.*, 2008).

Los humanos se benefician directamente de los humedales a través de la extracción y aprovechamiento de productos como los moluscos, los crustáceos, los peces, y otros animales comestibles. Dos tercios de las especies marinas que consumen los humanos, dependen de los humedales en alguna etapa de su ciclo biológico (Rojas *et al.*, 2003).

Aparte de los aspectos materiales, muchos humedales también se revisten de importancia religiosa, histórica y arqueológica. Estudios globales en 603 sitios Ramsar mostraron que un 30% presentaban alguna importancia arqueológica, histórica, mitológica o cultural. En algunas culturas los humedales suelen tener un profundo significado religioso para la población local. Además de las variables religiosas y espirituales están los aspectos de belleza natural que hace de muchos humedales lugares ideales de destino turístico. El turismo es atraído a diversos humedales, de los cuales los más notables están protegidos como parques nacionales, bienes del Patrimonio Mundial, sitios Ramsar o reservas de la biósfera (Rojas *et al.*, 2003).

### **1.5 Degradación de los Humedales**

En el Manual de Restauración de Humedales Mediterráneos del 2007, Montes *et al.*, mencionan que la agricultura, el desarrollo urbanístico e industrial, el turismo, la pesca, la acuicultura y la caza, son las principales causas de la pérdida y degradación en los humedales; pero estas causas no actúan de manera independiente. La relación existente entre los factores que afectan a los humedales, debe tenerse muy en cuenta a la hora de identificar las causas generadoras de la degradación.

La intensificación de la agricultura ha sido la causa primaria de pérdida de los humedales. El drenaje o la desviación de aguas de zonas húmedas con fines agrícolas, produce efectos sobre la calidad del agua, el drenaje de la tierra, la erosión de los suelos, y conlleva junto al empleo de fertilizantes, a la destrucción, degradación y fragmentación del hábitat. La agricultura intensiva conduce también a la eutrofización de los hábitats de agua dulce (Montes *et al.*, 2007).

La urbanización y el crecimiento de la población son otra causa importante de deterioro de los humedales, lo que se ha traducido en una pérdida directa de este, así como la degradación de estos. La degradación se produce debido a cambios en la calidad y cantidad de agua, y por aumentos en las entradas de contaminantes. Los principales contaminantes asociados con la urbanización son sedimentos, nutrientes, demanda de oxígeno, material particulado producido por las carreteras, metales pesados e hidrocarburos, además del material particulado en suspensión que producen las actividades asociadas a la construcción. Estos contaminantes pueden entrar en los humedales producto de fuentes puntuales o difusas (Xianzhao y Shanzhong, 2011).

El turismo ha influido drásticamente en la degradación y pérdida de los humedales. Los principales impactos provocados por esta actividad implican, desarrollo de infraestructuras, extracción de caudales, descarga de vertidos incontrolados, molestias para la fauna e introducción de especies invasoras. Sin embargo, el turismo bien gestionado, puede ser compatible con la conservación del buen estado de los humedales, además de proporcionar beneficios para las comunidades locales (Montes *et al.*, 2007).

La caza no puede considerarse una causa directa que afecte a la pérdida de humedales. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en muchos humedales, la práctica de esta actividad es tan intensa que influye en su degradación mediante molestias, contaminación por la munición de plomo y otros efectos directos sobre las poblaciones de aves acuáticas (Montes *et al.*, 2007).

## **1.6 Conservación de los Humedales**

Uno de los principales problemas que enfrenta la conservación de los humedales es la carencia de información básica y aplicada, fundamental para orientar el manejo sostenible de los humedales (CONAMA, 2005b).

Existe escasa información sobre la estructura abiótica y biótica de los humedales y de su funcionamiento integral, siendo necesario ampliar, entre otros, el conocimiento faunístico,

florístico, hidrológico, edáfico y climatológico de los humedales de Chile. Asimismo, se necesita contar con criterios y parámetros que permitan categorizar a los humedales de acuerdo a su prioridad de conservación y de esta manera, poder utilizar adecuadamente los escasos recursos con los que normalmente se cuenta. Dentro de este contexto, la valorización socioeconómica de los humedales puede ser una buena herramienta de apoyo al momento de priorizar la conservación de los humedales y para determinar medidas de gestión que permitan su conservación y utilización sostenible (CONAMA, 2005b).

### **1.6.1 Convención Ramsar**

La Convención de Ramsar es un tratado intergubernamental relativo a la conservación y el uso racional de los humedales, aprobado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar. Su misión es “la conservación y el uso racional de todos los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Blanco *et al.*, 2004).

La Convención Ramsar tiene sus orígenes en la década del 60, debido al aumento del reconocimiento de la urgente necesidad de salvaguardar hábitats y especies en humedales, particularmente aves acuáticas que dependen de ellos. Se ha avanzado muchísimo en el reconocimiento de los valores y funciones vitales de los humedales pero todavía queda mucho por hacer para garantizar la conservación y uso racional de estos importantes ecosistemas a nivel mundial.

Según Astrálaga (2006) los tres pilares de la Convención son:

- Uso racional de los humedales
- Designación de Humedales de Importancia Internacional
- Cooperación internacional

La Convención fue aprobada en Chile como Ley de la República en septiembre de 1980 y promulgada como tal a través del DS N° 771 de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores (CONAMA, 2005b).

Al adherir a la Convención, el país compromete su participación y asume responsabilidades en torno a la protección de los humedales, compromiso al cual se han unido numerosos especialistas, representantes de instituciones, tanto del Estado como privadas (CONAMA, 2005b).

A nivel mundial existen 1953 sitios Ramsar, equivalentes a 190.455.433 millones de hectáreas, aproximadamente el 33,4 % de la superficie total de humedales existentes. Al menos el 53 % de estos sitios posee una porción de humedal boscoso dentro de sus límites. En Chile existe un total de 12 de estos sitios (358.989 hectáreas), los cuales se distribuyen a través de todo el territorio (Correa-Araneda *et al.*, 2011).

### **1.7 Sitios para la Conservación**

Son áreas o zonas definidas en la región que albergan una gran diversidad biológica, es decir, una alta concentración de organismos de distintas especies con características que las hacen particulares y que conviven en un ecosistema. Los ecosistemas están definidos por la composición de estructuras abióticas (tierra, agua, aire) y bióticas (organismos vivos) que se relacionan armónicamente formando complejos sistemas naturales que sustentan el desarrollo en un territorio (CONAMA, 2008).

En el Manual Práctico Administración Responsable de Sitios con Biodiversidad del 2008, CONAMA da a conocer que en la Región de Valparaíso existen 56 sitios para la conservación que se dividen en:

- ecosistemas terrestres continentales;
- ecosistemas de aguas continentales (humedales y ríos);
- ecosistemas marino costeros (marinos y protección de fauna costera);

- ecosistemas de islas oceánicas y su mar circundante.

De estos sitios, 10 son prioritarios para su conservación porque constituyen ecosistemas muy frágiles, cuentan con una reserva genética y biológica de mucho valor y poseen significativos índices de endemismo y especies en categoría de conservación que son necesarias de proteger para nuestro propio desarrollo y calidad de vida presente y futura. Para el caso del humedal de Mantagua, corresponde a un Sitio de Prioridad 2 de ecosistemas humedales.

### **1.7.1 Áreas Silvestres Protegidas (ASP)**

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define un área protegida como una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, y así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados, y manejada a través de instrumentos jurídicos u otros medios eficaces (CIPMA, 2003).

En Chile, las áreas silvestres que cuentan con una protección legal cuyo objetivo primordial es la conservación del Patrimonio Natural están representadas principalmente por los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), dependientes de la Corporación Nacional Forestal - CONAF; por los Santuarios de la Naturaleza establecidos por el Consejo de Monumentos Nacionales y por los Parques y Reservas Marinas dependientes del Servicio Nacional de Pesca – SERNAPESCA (CODEFF, 1999).

Según CIPMA (2003), las características generales de las áreas silvestres protegidas son que:

- Contienen muestras representativas de la diversidad biológica.
- Satisfacen necesidades económicas, sociales, ecológicas y espirituales de la humanidad.
- Permiten la demostración del uso sustentable de los recursos naturales.

- Contienen especies de flora y fauna silvestres que presentan problemas de conservación.
- Poseen rasgos naturales (bióticos y abióticos) sobresalientes, únicos o escasos.
- Contienen valores de interés cultural.

## **1.8 El paisaje**

El paisaje es un elemento muy particular del medio biofísico, porque va a ser la expresión integrada de todos los demás. Según como sean sus características, especialmente geológicas, topográficas, vegetales y de los usos tradicionales del terreno por el ser humano, aparecerán distintos paisajes. Aunque estos son los componentes que más fácilmente se pueden destacar, dependen de manera muy profunda también de otros, como las condiciones edáficas, el clima y la fauna del lugar. Todos estos son necesarios para crear los paisajes que el ser humano percibe (Garmendia *et al.*, 2005)

Se define la unidad de paisaje como un sector básico del territorio que presentan una cierta homogeneidad en sus características perceptuales, así como un cierto grado de autonomía visual (cuenca visual) (Pozo, 2011).

El paisaje representa un recurso natural y cultural que debe ser considerado en la ordenación y gestión del territorio. Además, dentro del proceso de planificación es contemplado también como un componente del medio, susceptible de ser alterado por la actividad extractiva (Pozo, 2011).

## **1.9 Zonificación**

Generalmente la zonificación se utiliza para (Henríquez, 2013):

- Proteger de forma más estricta hábitats, ecosistemas, especies o procesos de interés especial.
- Segregar en el espacio actividades humanas conflictivas entre sí.



- Regular las actividades humanas en aquellas zonas en que sean compatibles con los objetivos de conservación.
- Asegurar el éxito de actuaciones de restauración.

Existen 6 tipos de zonas diferentes (CIPMA, 2003):

### **1) Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural**

**Zona intangible:** Corresponde a los sectores menos alterados que incluyen ambientes frágiles, únicos o representativos de la biodiversidad regional, en buen estado de conservación.

**Zona primitiva:** Se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana.

**Zona de recuperación:** Se considera transitoria en el tiempo y se utiliza en aquellos sectores donde la vegetación natural, la fauna nativa o los suelos han sido alterados, o bien, donde existen concentraciones importantes de especies de flora o fauna exóticas que requieren ser reemplazadas por elementos naturales.

### **2) Zonas para la recreación, ecoturismo y educación ambiental**

**Zona de uso extensivo:** Se utiliza para sectores con baja alteración de los recursos naturales, representativos del área protegida, que ameritan una protección compatible con un uso público moderado y extensivo, evitando concentraciones del uso en superficies pequeñas.

**Zona de uso intensivo:** Está destinada a concentrar el uso público del Área Protegida. Usualmente son terrenos que ya presentan un cierto grado de alteración, pero que no obstante resultan atractivos para los visitantes por su calidad escénica.

### **3) Zona para la preservación de valores histórico-culturales**

**Zona histórico-cultural:** Se utiliza donde existan rasgos o evidencias históricas, arqueológicas, paleontológicas u otras manifestaciones culturales que necesitan ser preservadas, restauradas, e interpretadas para los visitantes.

**4) Zona para el manejo sustentable de recursos** (para el caso de categorías de manejo que permiten uso directo de recursos del Área Protegida).

**Zona de manejo directo de recursos:** Corresponde a aquellos sectores del Área Protegida que contienen recursos naturales en una condición tal que son susceptibles de uso sustentable, compatible con el resto de los objetivos de manejo y actividades del área (es el caso, por ejemplo, de algunas Áreas Protegidas privadas y de las Reservas Nacionales).

### **5) Zona para la administración**

**Zona de uso especial:** Se utiliza para concentrar en ella todas las instalaciones y servicios necesarios para el adecuado manejo del Área Protegida.

### **6) Zona para terrenos periféricos y conectividad**

**Zona de amortiguación:** Se utiliza para expandir los beneficios de la conservación de los recursos y valores del predio más allá de los límites del Área Protegida.

**Zona de corredor biológico:** Siempre que sea posible se deberá intentar la conectividad entre Áreas Protegidas, sean privadas o públicas, pertenecientes o no al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

## **1.10 Caracterización ecológica**

Las características ecológicas son la suma de los componentes biológicos, físicos y químicos del ecosistema del humedal y de sus interacciones, lo que en conjunto mantiene al humedal y sus productos, funciones y atributos. El cambio en las características ecológicas es el deterioro o desequilibrio de cualquiera de los componentes físicos, químicos o biológicos, del ecosistema del humedal o de las interacciones entre ellos (Ahumada *et al.*, 2011).

## **1.11 Antecedentes del Medio Biótico**

### **1.11.1 Vegetación y Flora**

Según Gajardo (1994), la zona central de Chile, por ende el Humedal de Mantagua se encuentra inmerso en la región del matorral y bosque esclerófilo. Los paisajes vegetacionales de esta región son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, produciendo un alto grado de alteración de las comunidades vegetacionales, son excepcionales las muestras de vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática. En tercer lugar, la presencia en el sector costero de comunidades vegetacionales de carácter relictual, lo que provoca la participación de un conjunto de elementos florísticos de difícil interpretación.

En una región con una tan alta diversidad vegetal, las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios. El predominio de una u otra forma de vida ha permitido la distinción de tres sub-regiones:

- A. Sub-Región del Matorral Estepario: Corresponde al sector que presenta las mayores limitaciones hídricas (precipitación baja e irregular) y una intensa presión de

explotación (pastoreo y extracción de combustibles leñosos). Es posible reconocer la presencia de las siguientes formaciones vegetacionales:

- Matorral Estepario Costero
- Matorral Estepario Interior
- Matorral Estepario Boscoso
- Matorral Estepario Arborescente

B. Sub-Región del Matorral y del Bosque Espinoso: Unidad vegetacional profundamente afectada por las actividades humanas; afectando su heterogeneidad florística. Es posible reconocer las siguientes formaciones vegetacionales:

- Matorral Espinoso de las Serranías
- Bosque Espinoso Abierto
- Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa
- Matorral Espinoso del Secano Costero
- Matorral Espinoso del Secano Interior

C. Sub-Región del Bosque Esclerófilo: Dominan los arbustos altos y los árboles. Se extiende por las laderas de ambas cordilleras, destacando una composición variable de acuerdo con el patrón de exposiciones a la radiación solar. Composición florística muy variada y rica, contando con numerosas especies de tipo laurifolio relictual y, en la estrata herbácea, a una alta proporción de especies introducidas. Es posible encontrar las siguientes formaciones vegetacionales:

- Bosque Esclerófilo Costero
- Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina
- Bosque Esclerófilo Montano
- Bosque Esclerófilo Maulino
- Bosque Esclerófilo de los Arenales

La vegetación asociada a los humedales según Montes *et al.*, 2007 se puede clasificar en:

- Plantas Acuáticas Sumergidas: Son aquellas que se desarrollan en la columna de agua, manteniendo todos sus órganos vegetativos por debajo de la lámina de agua. Favorecen la oxigenación de la columna de agua.
- Plantas Anfibias (emergentes): Son aquellas arraigadas en el suelo sumergido, y que asoman parte de su cuerpo vegetativo por encima de la lámina de agua.
- Plantas Flotantes: Son plantas en que sus órganos asimiladores están flotando en la superficie del agua. Éste grupo comprende plantas de libre flotación, que presentan raíces suspendidas en el agua.
- Higrófitos Terrestres: Son plantas que, sin ser acuáticas, se desarrollan sobre suelos saturados de agua, pueden soportar condiciones de humedad cercanos a la saturación por espacios de tiempo no prolongados, pero no sobreviven en ambientes secos.

Para Iturriaga (2013) el matorral esclerófilo presente en el Humedal de Mantagua es la formación que necesita mayor grado de protección, seguida por las dunas y finalmente, por las praderas de la caja del estero, teniendo éstas últimas, además del valor florístico, importancia local como hábitat para la fauna, especialmente la ornitológica acuática.

En el humedal de Mantagua, se encuentra presente un ambiente relicto con vegetación introducida, destacándose la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Pino Insigne (*Pinus radiata*), Eucaliptus (*Eucaliptus globulus*), Sauce Llorón (*Salix babylonica*) (CONAMA-PNUD, 2005).

### **1.11.2 Fauna**

La fauna silvestre de los humedales, es quizás, la más rica y variada de los ecosistemas del planeta. Es por esto que los humedales se caracterizan por su alta diversidad animal. Los innumerables micro hábitat, la enorme productividad primaria, los nutrientes que por el circulan, ayudan a explicar esta inestimable diversidad (Bienzzo y Quintana, 2007).

En algunos humedales hay poblaciones apreciables de especies endémicas y hay grupos como las aves acuáticas, moluscos, crustáceos, peces marino-costeros, y mamíferos que

dependen de éstos ecosistemas durante etapas en su ciclo de vida. Muchas de estas especies son de alto valor comercial y de subsistencia para poblaciones costeras (Rojas *et al.*, 2003).

Muñoz-Pedreros y Möller (citado en Bienzzo y Quintana, 2007) sostienen que los animales que habitan los humedales tienen diversos mecanismos para adaptarse a ellos. Patas palmeadas con membranas interdigitales para nadar, picos aguzados como las garzas, para proveerse de alimento, plumas y pelos muy lubricados para protegerse del frío, muchas aves de picos aplanados para filtrar alimento, etc. Los humedales son, la mayoría de las veces, zonas de alta concentración faunística, por lo que constituyen verdaderos laboratorios vivientes.

Los humedales son considerados como mosaicos, donde las aves raramente se encuentran distribuidas uniformemente. De esta forma, la abundancia y la composición de los ensamblajes pueden ser influenciadas espacial y temporalmente por la heterogeneidad del área, por el esfuerzo de muestreo, por el número de hábitats analizados y por la dispersión de las aves acuáticas (Branco, 2007).

Un alto porcentaje de las especies de aves del humedal de Mantagua son residentes y, por lo tanto, realizan aquí una parte importante de sus actividades (alimentación, reproducción, descanso, muda) (Iturriaga, 2013).

De acuerdo con Iturriaga y De la Harpe (2012) en total, para el humedal de Mantagua, se reconocen un total de 183 especies de vertebrados, de los cuales 24 son endémicas y 41 se encuentran en alguna categoría de conservación.

Macroforest (2010) e Iturriaga y de la Harpe (2012) observan la presencia de *Bufo chilensis* (Sapo de rulo), *Pleurodema thaul* (Sapito cuatro ojos), *Calyptocephalella gayi* (Rana chilena), *Cyprinus carpio* (Carpa común), *Phylodrias chamissonis*, *Liolaemus lemniscatu*, *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta), *Phylodrias chamissonis*, *Tachymenis chilensis* (Culebra cola corta) y *Galictis cuja* (Quique).

## 1.12 Antecedentes del Medio Abiótico

La componente hidrológica, es la vía que permite el intercambio energético y de nutrientes desde y hacia el humedal. Los principales medios que permiten este transporte son la precipitación, escorrentía superficial y subterránea, así como las mareas, en el caso de los humedales costeros (Mitsch y Gosselink, 2007). Estos medios a su vez, influyen los procesos biogeoquímicos que ocurren en el suelo y condicionan la biota que puede albergar cierto humedal (Mellado, 2008).

La columna de agua es uno de los primeros receptores de las sustancias que llegan al humedal, ya sean orgánicas o inorgánicas, disueltas o suspendidas. Normalmente, estas sustancias pueden ser asimiladas y transformadas por especies vivas, quedar sorbidas en el material particulado para luego sedimentar, o formar complejos con otros elementos afines y biodisponibles (Mellado, 2008). Es también el sitio propicio para que ocurran ciertas reacciones dentro del ciclo de los nutrientes y de los otros elementos, como por ejemplo la oxidación del azufre, la fotosíntesis y respiración para la transformación de especies carbonáceas, entre otras (Mitsch y Gosselink, 2007).

El aporte de nutrientes, tales como el fósforo y el nitrógeno, hacia cuerpos de aguas superficiales, acelera el proceso de eutroficación de estos ecosistemas (Correa-Araneda *et al.*, 2011).

Además es posible que se desarrollen distintas temperaturas a lo largo del fondo del cuerpo de agua dependiendo de la profundidad del cuerpo de agua y del grado de mezcla que ésta tenga. La estratificación puede presentarse como una disminución de la temperatura desde la superficie al fondo, o de forma inversa, dependiendo de la estación del año (Mellado, 2008).

Características tales como la cantidad excesiva de material suspendido en la columna de agua, pueden tener efectos adversos sobre algunas especies de plantas acuáticas, invertebrados y peces, debido a la reducción de la penetración de la luz. Ello también

repercute en la calidad estética y recreativa del cuerpo de agua. Por otro lado, altos contenidos de materia orgánica en la columna de agua o en el material suspendido, pueden disminuir el nivel de oxígeno disuelto en ésta, lo que puede ser perjudicial para algunos seres vivos del lugar (Mellado, 2008).

Según Mitsch y Gosselink (2007), los parámetros hidrológicos que tienen la mayor influencia sobre las características de un humedal son:

- **Profundidad del agua:** Se relaciona con una gran cantidad de parámetros, los cuales a su vez influyen en las condiciones fisicoquímicas del ambiente. Algunos de éstos son la mezcla de las aguas producto del viento, el grado de penetración de la luz que influencia la magnitud y tipo de actividad biológica, la posible estratificación termal o de concentraciones de compuestos, entre otras.

Los parámetros expuestos, influyen directamente la disponibilidad de oxígeno (y por ende las condiciones de anaerobiosis, aerobiosis), la disponibilidad de nutrientes, el pH, entre otros.

- **Hidroperiodo:** Corresponde al tiempo en que un humedal alcanza una condición de equilibrio como sistema, la cual refleja en un cierto nivel de agua que se repite periódicamente. Esta frecuencia en el nivel de las aguas, permite que el humedal, como sistema, pueda alcanzar una condición de equilibrio que le es propia.

La frecuencia del hidroperiodo, es un parámetro estadístico, que depende de las condiciones climáticas locales, y de las condiciones previas al momento que se desea evaluar. Por ende, existen humedales que varían sus niveles de forma considerable año a año, y otros que son más estables en sus niveles, todo lo cual está condicionado por el balance hídrico, las fuentes de éste y su comportamiento temporal.

En general, se plantea que los humedales con grandes diferencias en sus hidroperiodos, principalmente cuando son alimentados por pulsos de agua, tienen una mayor productividad, ya sea porque reciben mayores cargas de nutrientes,



arrastran desechos hacia las afueras, o porque alimentan de distintos materiales y de energía a ecosistemas adyacentes.

- **Tasa de residencia:** Este parámetro indica la tasa de renovación de las aguas dentro del humedal lo cual es un indicador de las cargas de compuestos que se pueden encontrar en el cuerpo de agua. Corresponde al inverso del tiempo de retención hidráulico, es decir, al cociente entre el caudal de entrada y el volumen almacenado.

## 2 Planteamiento del problema

Las presiones antropogénicas sobre los humedales continúan, alterando procesos ecológicos claves que han conducido a la reducción de la superficie y a la disminución de la resiliencia de estos ecosistemas. Alrededor del 9% de la superficie terrestre está cubierta por algún tipo de humedal y aunque no hay datos precisos del impacto antropogénico sobre su extensión, se estima que la mitad del área de humedales en el planeta se ha perdido. En el caso concreto de los humedales costeros, algunos reportes señalan que están desapareciendo a una tasa anual del 1% (Berlanga-Robles *et al.*, 2008).

No ajeno a esto, el humedal de Mantagua se encuentra en un área rural en donde se han identificado algunas fuentes de amenaza para la biodiversidad del humedal, tales como, la perturbación y alteración de hábitat por animales domésticos (perros, ganado bovino y equino), caza, pesca ilegal y desarrollo de proyectos inmobiliarios. La importancia de este ecosistema radica en que es un corredor biológico del estero de Quintero, un espacio geográfico delimitado que conecta paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica. Posee cinco ecosistemas en un reducido territorio: humedal, bosques, campo dunar, borde costero y quebradas.

El reducido tamaño del humedal de Mantagua lo hace aún más susceptible a las amenazas descritas, lo que plantea la duda sobre su estabilidad, espacial y temporal, como hábitat para sus especies residentes y visitantes. Consideramos que, en último término, la posibilidad de sostenerse como hábitat estable dependerá efectivamente de su adecuada conservación y la de la red de humedales, dentro de la cual, el humedal de Mantagua es un sitio crítico (Iturriaga, 2013).

A pesar de ser considerado Sitio Prioritario 2 para la Conservación de la Biodiversidad, pocos estudios han resaltado su riqueza de especies y su importancia relativa como área de concentración de aves acuáticas y biodiversidad en general. En la “Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad biológica” propuesto para la región de Valparaíso

(CONAMA-PNUD, 2005), se menciona que la falta de antecedentes sobre su flora y fauna ha evitado que este humedal sea declarado en alguna categoría de protección (Santuario de la Naturaleza).

El presente trabajo de titulación pretende caracterizar ecológicamente el humedal de Mantagua, con referencias al medio biótico y abiótico, finalizando con una propuesta de zonificación para el lugar; de manera que la información obtenida sirva para contribuir a su protección y conservación.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 General**

Desarrollar una caracterización ecológica del Humedal del Mantagua.

#### **3.2 Específicos**

1. Identificar y ubicar en el espacio las Unidades Ambientales y/o de Vegetación presentes en el área.
2. Identificar el medio biótico (flora y fauna) presentes en el humedal de Mantagua
3. Comparar los parámetros físicos y químicos del cuerpo de agua del humedal de Mantagua con la normativa vigente.
4. Evaluar paisajísticamente la calidad ambiental del humedal de Mantagua.
5. Proponer una zonificación del área de estudio que contribuya a su protección y conservación.

## 4 Metodología

### 4.1 Área de estudio

El humedal de Mantagua (32°53'S; 71°31'W) se encuentra ubicado en la comuna de Quintero, se compone de un sistema integrado por el estero Quintero y la laguna Mantagua, los que cubren una superficie aproximada de 269 ha (CONAMA-PNUD, 2005). Esta última es una laguna costera paralela a la línea de costa rodeada de dunas; ambos cuerpos de agua se comunican sólo a través de drenajes estacionales. La laguna presenta una desembocadura que normalmente se encuentra cerrada por una barra de arena.

El humedal se conecta con el mar durante las crecidas del estero Quintero, el cual es de origen pluvial y drena los cerros de la cordillera de la costa.



**Figura 1:** Humedal del Mantagua ubicado en la comuna de Quintero, Región de Valparaíso.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Fuente: Google Earth

Para la selección de los puntos de muestreos se realizaron visitas previas a terreno con la finalidad de reconocer e identificar los sitios más representativos, según la morfología, flora, vegetación y fauna del humedal.

Se establecieron 8 estaciones de muestreo, caracterizándolas por su ubicación georeferenciada (UTM), elevación aproximada y época de muestreo. La etapa de muestreo en terreno fue realizada en la época verano-otoño.

## 4.2 Diagrama metodológico

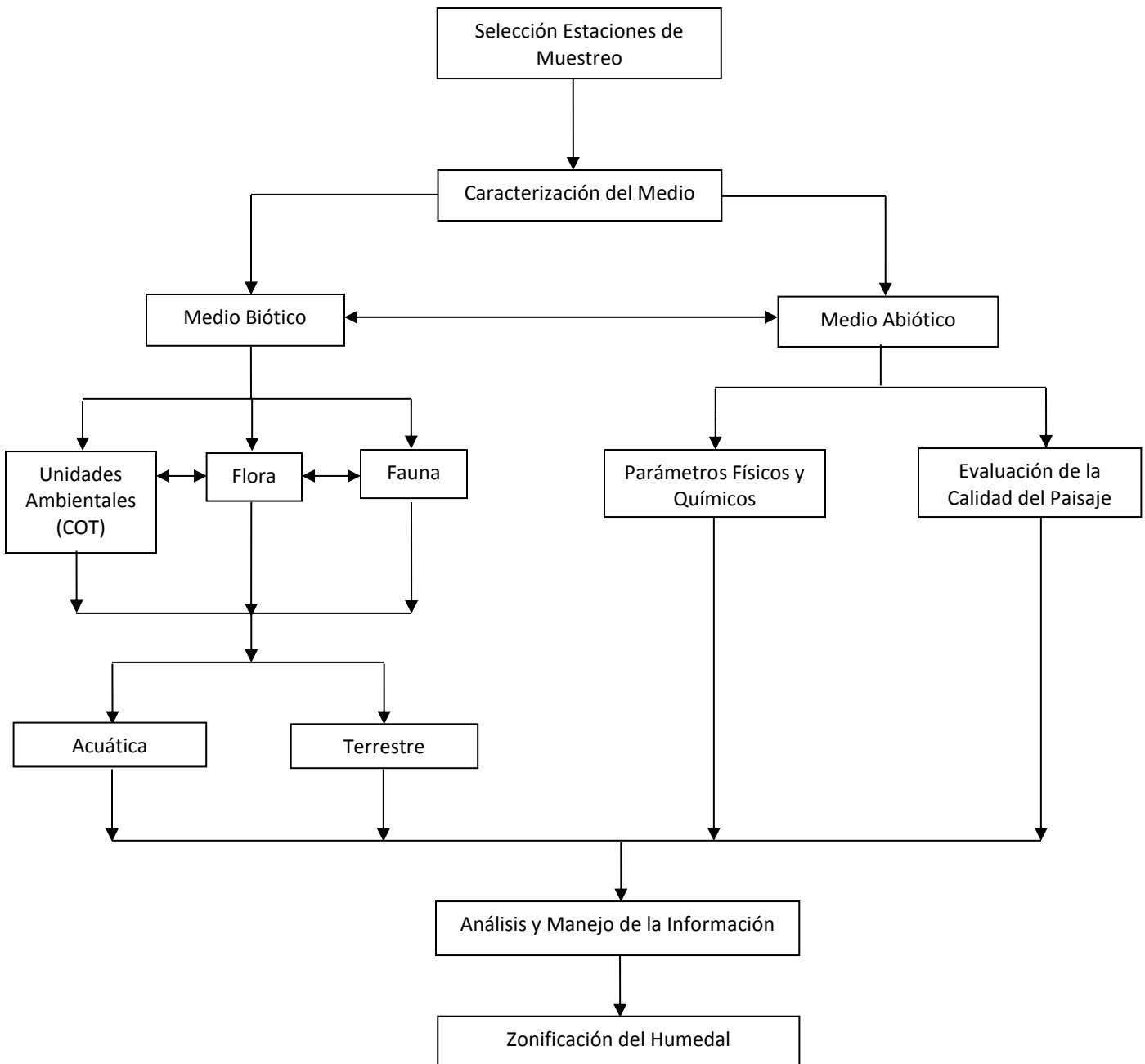


Figura 2: Diagrama Metodológico.

### 4.3 Caracterización del Medio

#### 4.3.1 Medio biótico

##### 4.3.1.1 Unidades ambientales y/o de vegetación

La caracterización de la vegetación se realizó *in situ*. Se utilizó la Carta de Ocupación de Tierra (COT) metodología propuesta por Etienne y Prado (1982) (citado en Cruz, 2010).

La Carta de Ocupación de Tierra (COT) permite describir la vegetación real o actual de la zona. Se delimitaron polígonos en fotografías aéreas que poseen una fisionomía vegetal homogénea, complementando esto con la herramienta computacional Google Earth.

Se muestrearon y describieron en terreno, todos o la mayoría de los polígonos inicialmente diferenciados en cuanto a: (ver anexo 1)

- ❖ Formación vegetal (Forma biológica, estratificación, cubrimiento)
- ❖ Especies dominantes
- ❖ Grado de artificialización

#### Formación Vegetal

- **Forma biológica:** Conjunto de plantas de una o varias especies que comparten características de forma y comportamiento. Se definen 4 tipos biológicos:
  1. **Leñoso Alto (LA):** Son aquellas especies de tejidos lignificados cuyo tamaño excede los 2 metros de altura.
  2. **Leñoso Bajo (LB):** Son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no sobrepasa los 2 metros de altura.
  3. **Herbáceo (H):** Son aquellas especies de tejidos no lignificados, con tallos ricos en clorofila.
  4. **Suculento (S):** Cactus



- **Estratificación:** Disposición vertical en la comunidad. Se utilizarán los 4 tipos biológicos como base en la definición de la estratificación.

Los códigos de altura para los distintos tipos biológicos, se describieron de acuerdo a la siguiente tabla establecida para cada tipología.

**Tabla 4:** Rangos para estimar la estratificación. Etienne y Prado, 1982.

Estrata	Código	Estrata	Código
Leñoso Alto		Leñoso Bajo	
2 a 4 m	LA	0 a 25 cm	LB
4 a 8 m	<u>LA</u>	25 a 50 cm	<u>LB</u>
8 a 16 m	LA	50 a 100 cm	LB
16 a 32 m	LA	1 a 2 m	LB
más de 32 m	LA		
Herbáceo		Suculento	
0 a 25 cm	H	0 a 25 cm	S
25 a 50 cm	<u>H</u>	25 a 50 cm	<u>S</u>
50 a 100 cm	H	50 a 100 cm	S
1 a 2 m	H	1 a 2 m	S
más de 2 m	H	Más de 2 m	S

- **Cubrimiento:** Se definió en función de la proyección del área ocupada por la vegetación.

**Tabla 5:** Rango de valores de la cobertura vegetal. Cruz, 2010.

Cobertura (%)	Densidad	Código	Índice
1-5	Muy escasa	me	1
5-10	Escasa	e	2
10-25	Muy clara	mc	3
25-50	Clara	c	4
50-75	Poco densa	pd	5
75-90	Densa	d	6
90-100	Muy densa	md	7

### Especies Dominantes

La dominancia se estableció por comparación con un valor umbral, variable según la región ecológica.

**Tabla 6:** Estratificación por tipos biológicos y codificación de especies dominantes. CEDREM, 2012.

Tipo Biológico	Género	Especie	Ejemplo
Herbáceo	Minúscula	Minúscula	<i>Erodium cicutarium</i> : ec
Leñoso Bajo	Mayúscula	Minúscula	<i>Proustia pungens</i> : Pp
Leñoso Alto	Mayúscula	Mayúscula	<i>Maytenus boari</i> : MB
Suculento	Minúscula	Mayúscula	<i>Puya Chilensis</i> : pC

### Grado de Artificialización

Indica la intensidad y el tipo de manejo al cual fue sometido el ecosistema. Se establecieron nueve niveles, de los cuales cada uno corresponde a algún grado de artificialización.

1. Vegetación clímax
2. Vegetación peniclímax (muy poco influenciada por el hombre)
3. Terrenos de pastoreo/Bosque nativo manejado
4. Cultivos anuales de secano /Bosque artificial abandonado

5. Cultivos anuales de riego y cultivos perennes de secano
6. Cultivos perennes de riego
7. Cultivos intensificados
8. Invernaderos y Parques
9. Zonas edificadas

#### **4.3.1.2 Flora**

La identificación de la flora se llevó a cabo mayoritariamente *in situ*. Aquellas especies que no pudieron ser identificadas, fueron fotografiadas para su posterior reconocimiento mediante la bibliografía existente y consultas a expertos.

La flora presente en el área de estudio se caracterizó según su forma de vida, estado de conservación y origen fitogeográfico, para esto se revisó la bibliografía existente en cada caso.

- Forma de Vida de las Especies (F.V): Se utilizó la metodología de Raunkiaer (1934), la cual se basa en la posición de las yemas perdurantes o de renuevo (ver anexo2).
- Estado de conservación de las especies (E.C): Se utilizó la clasificación descrita en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), establecido en el DS N°29/11 del Ministerio de Medio Ambiente, en donde se agrupan en 8 categorías; Extinta, Extinta en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada, Preocupación Menor y Datos insuficientes.; además se agregó la categoría No Evaluada considerada por los autores (ver anexo 3).
- Origen Fitogeográfico: Se utilizó el sistema de clasificación propuesto por Marticorena y Quezada (1985) y Squeo *et al.*, (2002) (ver anexo 4), en donde clasifican a las especies en: advenas, endémicas y nativas.

La información obtenida fue ordenada en un catastro, según las referencias bibliográficas antes mencionadas.

#### 4.3.1.3 Fauna

Se realizó una prospección *in situ* de animales en forma indirecta (identificación por signos, huellas, excrementos, cantos o gritos característico, caminos o marcas en el terreno) y directa (eventuales capturas mediante trampas, redes u otros sistemas). Esta caracterización de la fauna terrestre y acuática se realizó de manera separada por cada clase, ya sea peces, anfibios, aves, mamíferos y reptiles, ya que las técnicas y métodos de colecta son diferentes.

Para el estudio de la fauna se consideró:

- Riqueza de especies (S)
- Origen de cada una de las especies encontradas: de acuerdo a su origen y actual distribución, las especies serán clasificadas en: nativas (N) o introducidas (I) (ver anexo 5).
- Estado de conservación de las especies presentes en el área de estudio, se clasificaron, según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), además se consideró la Ley de Caza, para evaluar los Criterios de Protección que tienen las especies (ver anexo 6).

**a) Anfibios:** La prospección consistió en la búsqueda y registro de los anfibios a lo largo de caminatas por lugares húmedos, se buscó en las orillas de la laguna, bajo ramas, troncos y charcos de agua, y entre plantaciones de juncos y totoras. Finalmente al visualizar un individuo se fotografió para así poder determinar su especie.

**b) Aves:** La observación directa e indirecta se realizó en cada una de las estaciones establecidas. El muestreo se realizó en el periodo de verano y otoño, desde las 9:00 a 12:30 horas, con un tiempo de estadía en cada estación de 30 minutos aproximadamente. Para el avistamiento de aves en cada estación se utilizaron binoculares 7 x 50 y ayudados de fotografías para su posterior reconocimiento con la Guía de campo de las Aves de Chile. Para aquellas especies que no se reconocieron en la cartilla, se consultó el sitio web de Aves de Chile ([www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl)).

- c) Fauna Íctica:** La observación de las especies ícticas presentes en esta zona se realizó en 2 días de muestreo, en cada una de las estaciones, mediante la utilización de chinguillos manuales. Para las zonas bajas y orillas el chinguillo manual se introdujo 5 veces en el agua. Los peces capturados fueron fotografiados y luego liberados, para su posterior identificación, mediante consulta a expertos y complementados por la Guía de Campo de peces dulceacuícolas de la región de Valparaíso de Quiroz y Moreno (2009).
- d) Mamíferos:** Las observaciones de macro y micromamíferos se efectuaron en base a avistamientos directos y/o indirectos (huellas, fecas y madrigueras activas presentes en el área de estudio). Los registros de los individuos se llevaron a cabo durante las horas de luz, tomándose registros fotográficos de cada una de las pruebas encontradas.
- e) Reptiles:** Para el reconocimiento de reptiles se realizó un recorrido por el área, a partir de una observación directa, principalmente durante las horas de mayor radiación solar (10:00 – 15:00 hrs).  
Se caminó por las zonas de dunas y matorrales, de manera silenciosa. Una vez visualizado un individuo, este era fotografiado para posteriormente determinar su especie.

### 4.3.2 Medio Abiótico

#### ❖ Parámetros físicos y Químicos

La calidad del agua en el humedal de Mantagua, se midió a través de parámetros físicos y químicos, con tres réplicas por cada estación de muestreo con el fin de obtener valores representativos en cada lugar de muestreo.

Los parámetros físicos y químicos medidos fueron los siguientes:

- ✓ Temperatura [°C], pH [unidades], conductividad eléctrica [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], sólidos disueltos totales [TDS], para la obtención de los valores se utilizó un Multiparámetro Hanna Modelo HI 98129 (ver figura 11).



**Figura 3:** Multiparámetro Hanna, Modelo HI 98129 <sup>2</sup>

- ✓ Oxígeno disuelto [ $\mu\text{g}/\text{L}$ ], se utilizó el instrumento Dissolved Oxygen Meter AZ 8403 (Ver figura 12).

---

<sup>2</sup> Fuente: [www.hannachile.com/productos](http://www.hannachile.com/productos)



**Figura 4:** Dissolved Oxygen Meter AZ 8403

- ✓ Batimetría: En cada una de las estaciones se midió el perfil batimétrico, en donde se tomaron secciones transversales del cuerpo de agua, en las cuales se realizaron mediciones de profundidad con un batímetro cada un metro de distancia.



**Figura 5:** Batímetro

Los resultados de estos análisis fueron comparados con los rangos establecidos en la Norma Chilena 1333. Of 78 “Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos”, para Aguas Destinadas a la Vida Acuática (INN, 1987).

**Tabla 7:** Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática. Adaptado de INN, 1987.

Características	Requisito
Oxígeno disuelto, mg/l	5 mínimo
pH	6,0 a 9,0
Temperatura	En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3°C

- ✓ Fosforo y Nitrógeno [mg/L]: Se determinó el contenido de fósforo y de nitrógeno en cada estación de muestreo, a través del fotómetro Multiparamétrico Hanna modelo HI 83209-02 (ver figura 14).

Las muestras se guardaron en frascos de vidrios y se mantuvieron en lugares oscuros. El análisis se realizó en el laboratorio dentro de un periodo máximo de 24 horas contando desde la toma de la muestra.



**Figura 6:** Fotómetro Multiparamétrico Hanna, modelo HI 83209-02<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Fuente: [www.hannachile.com/productos](http://www.hannachile.com/productos)



Los resultados fueron comparados con los valores que se muestran en la Tabla 8, que contiene los rangos de nitrógeno total y fósforo total de los tipos de lagos clasificados según su estado de trofía (Campos, 1994).

**Tabla 8:** Rangos de fósforo y nitrógeno total según estado de trofía (Campos, 1994).

Condición	Fosforo Total ( $\mu\text{g/l}$ )	Nitrógeno Total ( $\mu\text{g/l}$ )
Ultra oligotrófico	<5	<200
Oligo - mesotrófico	5 - 100	200 - 400
Meso - eutrófico	10 - 30	400 - 500
Eutrófico	30 - 100	500 - 1500
Hiper eutrófico	>100	>1500

#### 4.3.3 Evaluación de la Calidad del Paisaje

En la Evaluación del Paisaje se utilizó la metodología de valoración indirecta, donde la valoración es a través de los componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

La caracterización del paisaje se realizó en función a dos conceptos:

1. Calidad del Paisaje
2. Fragilidad del Paisaje

La metodología empleada se dividió en dos etapas, trabajo en terreno, y una fase de estudio y análisis de los resultados.

## ✓ Etapa de Terreno

Se realizó un recorrido del área, donde se recopilaron todos los datos necesarios. Se utilizó el método de observación directa *in situ*, se efectuaron los siguientes trabajos:

### Determinación de puntos y o rutas de observación

Se seleccionaron aquellos puntos que fueran habitualmente recorridos por un observador común, dadas sus características panorámicas y de visibilidad, con la finalidad de obtener una apreciación paisajística lo más completa posible. Los puntos de observación fueron elegidos por su accesibilidad y visibilidad.

Fue fundamental tener en cuenta ciertos factores antes de realizar la evaluación del paisaje visual. Uno de estos es la Cuenca Visual, definida como una zona desde la que son visibles un conjunto de puntos, es decir, la zona visible de un punto o conjunto de puntos. Luego se fotografiaron los puntos de observación seleccionados y se describieron.

### Identificación de las unidades de paisaje

Se entiende por Unidad de Paisaje las áreas o sectores homogéneos dentro del territorio. Sus límites se definen según características morfológicas, vegetacionales y espaciales en común, y según el similar tipo de respuesta visual ante posibles acciones antrópicas.

El área de estudio se recorrió a pie, registrándose, dentro de lo posible las unidades de paisaje (UP) existentes. Las unidades de paisaje pueden ser regulares, irregulares o mixtas (Muñoz-Pedreros, 2004).

Por las ventajas operativas se usaron UP irregulares, esto es, la unidad de paisaje tomó una forma irregular, como un ecosistema y no geométrica euclidiana y de un tamaño condicionado por la escala de trabajo (Muñoz-Pedreros y Larraín, 2002). Para la identificación de las unidades de paisaje se realizó un análisis de similitud entre los puntos de observación,

utilizando las características de los diferentes componentes del paisaje descritos durante la etapa de terreno. Posteriormente, considerando los grupos de puntos similares y los componentes del paisaje que marcaron las diferencias entre los grupos (por ejemplo presencia/ausencia de agua, vegetación o elementos del relieve como cerros, dunas, etc.) se pudo delimitar geográficamente las unidades de paisaje. Para determinar la componente central de las UP, se realizó una visita a cada punto de observación y se comprobó la visibilidad que tenían registrándose fotografías de los paisajes existentes para la selección.

#### ✓ **Estudio y Análisis de los resultados**

Se realizó una caracterización de cada unidad de paisaje influenciada en el estudio, y se evaluó en función a su Calidad y Fragilidad Visual.

##### **4.3.3.1 Calidad Visual del Paisaje**

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje. Se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el territorio.

Para determinar la Calidad Visual de las unidades de paisaje definidas se utilizó una adaptación del método indirecto de Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método establece tres categorías de calidad visual (alta, media y baja) para cada unidad de paisaje, y considera la evaluación de un conjunto de criterios, descriptores de la calidad visual del paisaje (Tabla 10).

Cada criterio entrega una puntuación dependiendo de las características paisajísticas propias de la unidad de paisaje. La sumatoria del puntaje de todos los criterios indica la calidad visual de la unidad, de acuerdo con los rangos establecidos en la Tabla 11. Para este método se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual de cada unidad. A continuación se presenta la matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje.

**Tabla 9:** Matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje. Modificado de Aguiló *et al.*, 1992.

FACTORES	CALIDAD DEL PAISAJE		
	ALTA	MEDIA	BAJA
<b>MORFOLOGÍA (M)</b>	Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
<b>VEGETACIÓN (V)</b>	Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
<b>AGUA (A)</b>	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo, grandes masas de agua	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 0
<b>FAUNA (F)</b>	Presencia de fauna con avistamientos frecuentes, especies llamativas, o alta riqueza de especies.	Presencia de fauna con avistamientos ocasionales, o especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia total de fauna
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 0
<b>COLOR (C)</b>	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1

FACTORES	CALIDAD DEL PAISAJE		
	ALTA	MEDIA	BAJA
<b>FONDO ESCÉNICO (E)</b>	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
<b>SINGULARIDAD O RAREZA (S)</b>	Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, pero similar a otros en la región	Bastante común en la región
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
<b>ACTUACIONES HUMANAS (H)</b>	Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1

**Tabla 10:** Clases de calidad visual. Modificado de Aguiló *et al.*, 1992.

CLASE	CALIDAD VISUAL	PUNTUACIÓN
<b>Alta</b>	Áreas de calidad alta. Características excepcionales para cada aspecto considerado.	30-40
<b>Media</b>	Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.	18-29
<b>Baja</b>	Áreas de calidad baja. Características y rasgos comunes en la región.	6-17

#### 4.3.3.2 Fragilidad Visual del Paisaje

Aguiló *et al.*, 1992 describe a la fragilidad visual como “La susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él”. Para evaluar la fragilidad visual de cada unidad de paisaje se utilizó una adaptación de la metodología propuesta por Escribano *et al.*, 1987. Esta metodología establece tres categorías de fragilidad visual (alta, media y baja), y considera la evaluación de un conjunto de factores que inciden en la capacidad del paisaje para soportar intervenciones sin perder su calidad visual (Ver Tabla 12). Cada factor entrega una puntuación dependiendo de las características paisajísticas propias de la unidad de paisaje. La sumatoria del puntaje de todos los criterios indica el nivel de fragilidad de la unidad de paisaje de acuerdo con los rangos establecidos en la Tabla 13.

**Tabla 11:** Matriz para la evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje. Modificado de Frugone (2006).

FACTORES	ELEMENTOS	FRAGILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Biofísicos	Pendientes (P)	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Densidad Vegetacional (D)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Contraste Vegetacional (C)	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

FACTORES	ELEMENTOS	FRAGILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
	Altura de la Vegetación (h)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Visualización	Tamaño de la Cuenca visual (T)	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m).Dominio de los primeros planos	Visión media (500 a 2000m), dominio de los planos medios de visualización	Visión de carácter lejano a zonas distantes (>2000 m)
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Forma de la Cuenca visual (F)	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Compacidad (O)	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Singularidad	Unicidad del paisaje (U)	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares	Paisaje común, sin riqueza visual Singularidad o muy alterado
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Visibilidad	Accesibilidad Visual (A)	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles	Baja accesibilidad visual, Visibilidad vistas escasas o breves
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

**Tabla 12:** Clases de fragilidad visual. Modificado de Frugone (2006).

CLASE	FRAGILIDAD VISUAL	PUNTUACIÓN
<b>Alta</b>	Unidades frágiles	21-27
<b>Media</b>	Unidades que presentan una fragilidad media	15-20
<b>Baja</b>	Unidades con baja fragilidad	9-14

#### **4.3.4 Zonificación del área de estudio**

Para la zonificación se utilizó la metodología propuesta en el Manual para la Formulación de Planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas Privadas (Oltremari y Thelen, 2003). Para llevar a cabo este proceso se utilizaron 2 de un total de las 6 zonas propuestas por Oltremari y Thelen (2003), siendo éstas las zonas más representativas para el humedal. Cada zona cuenta con sub zonas, de las cuales solo fueron elegidas aquellas más representativas para el área de estudio:

**1) Zona para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.**

- Zona intangible: Corresponde a los sectores menos alterados que incluyen ambientes frágiles, únicos o representativos de la biodiversidad regional, en buen estado de conservación. El objetivo básico es mantener la pristinidad del ambiente natural, sin uso público, donde la evolución de los procesos biológicos y físicos se mantenga sin alteración humana.
- Zona primitiva: Se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana. Puede contener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema, especies de flora y fauna u otros fenómenos naturales que resisten un cierto grado de uso público sin que causen impacto. El objetivo de manejo es preservar el ambiente natural



inalterado o poco intervenido y en forma simultánea, posibilitar la investigación científica, la educación ambiental y el ecoturismo en condiciones rústicas.

- Zona de recuperación: Se considera transitoria en el tiempo y se utiliza en aquellos sectores donde la vegetación natural, la fauna nativa o los suelos han sido alterados, o bien, donde existen concentraciones importantes de especies de flora o fauna exóticas que requieren ser reemplazadas por elementos naturales. El objetivo general de manejo es detener la degradación de los recursos naturales, o bien restaurar las condiciones naturales del sector.

## **2) Zona para la recreación, ecoturismo y educación ambiental.**

- Zona de uso extensivo. Se utiliza para sectores con baja alteración de los recursos naturales, representativos del AP, que ameritan una protección compatible con un uso público moderado y extensivo, evitando concentraciones del uso en superficies pequeñas. El objetivo de manejo es preservar la diversidad biológica y otros componentes naturales, posibilitando el acceso de visitantes en forma controlada y para actividades debidamente planificadas, acorde con la capacidad de carga de los terrenos.
- Zona de uso intensivo. Está destinada a concentrar el uso público del área protegida. Usualmente son terrenos que ya presentan un cierto grado de alteración, pero que no obstante resultan atractivos para los visitantes por su calidad escénica. Una condición deseable es que contengan recursos naturales apropiados para ser usados en educación ambiental, tales como muestras representativas de la vegetación y de la fauna asociada, del paisaje y la calidad escénica del área. El objetivo de manejo es posibilitar el uso público relativamente concentrado, en términos de ecoturismo, educación ambiental, recreación, investigación o monitoreo ambiental, en armonía con el medio natural.

Cada una de las zonas fue seleccionada en función a una serie de factores que éstas deben cumplir, los cuales también son propuestos por Oltremari y Thelen (2003).

- Singularidad de los recursos
- Unicidad (presencia de especies únicas, especies endémicas)
- Fragilidad de los recursos
- Utilidad de los recursos
- Potencialidades para el uso público
- Limitantes para el uso público
- Necesidades de administración y de servicios
- Presencia de unidades geomorfológicas
- Uso actual de los terrenos periféricos

En el presente caso se aplicaron los factores de unicidad y fragilidad, ya que estos se ajustaron a las necesidades y características del área de estudio.

La unicidad se basa en la presencia de especies endémicas y nativas. Consta de cinco niveles: Alta, Media alta, Media, Media baja y Baja (Tabla 14).

**Tabla 13:** Unicidad. Bustos y Valencia, 2006.

Alta	Presencia de especies nativas y endémicas sobre 80%
Media alta	Presencia de especies nativas y endémicas entre 60 a 80%
Media	Presencia de especies nativas y endémicas entre 40 a 60%
Media baja	Presencia de especies nativas y endémicas entre 20 a 40%
Baja	Presencia de especies nativas y endémicas bajo 20%

La fragilidad se basa en la presencia de especies con problemas de conservación, que pueden encontrarse en el área. Se divide en tres niveles: Alta, Media y Baja (Tabla 15).

**Tabla 14:** Fragilidad. Modificada de Prieto, 2007.

Alta	100% de las especies encontradas con problemas de conservación
Media	50% - 99% de las especies con problemas de conservación
Baja	0% - 49% de las especies con problemas de conservación

Cada factor presentó tres niveles distintos con los que se midió el grado de fragilidad y unicidad del humedal. Los valores de estos niveles fueron otorgados según la importancia y el estado de conservación de las especies halladas.

La intervención antrópica se vio reflejada en la elección de los diferentes niveles (Alto, Medio alto, Medio, Medio bajo y Bajo) con los que se clasificó cada zona.

Para la propuesta de zonificación del área de estudio, se utilizó la matriz que se presenta en la tabla 15, con las potenciales zonas.

**Tabla 15:** Niveles de fragilidad y unicidad para cada zona.

Zonas	Fragilidad	Unicidad
Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural	Media - Alta	Alta
	Baja	Media – Media alta
Zona para la recreación, ecoturismo y educación ambiental para el uso público	Baja	Media alta - Alta

## 5 Resultados y Discusiones

### 5.1 Estaciones de Muestreo

Las estaciones de muestreo seleccionadas se detallan en la tabla 16, con su respectiva ubicación geográfica en coordenadas UTM, su elevación y la estación del año en donde se realizaron los muestreos. Como podemos ver las elevaciones oscilan entre 1 y 4 [m] sobre el nivel el mar y las épocas del año escogidas para realizar la caracterización fueron Verano y Otoño.

**Tabla 16:** Estaciones de muestreo del área de estudio.

Estaciones de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM 19H		Elevación aprox. (msnm) [m]	Época de Muestreo
	ESTE	NORTE		
E1	265417	6358858	3	Verano
E2	265547	6358869	1	Verano
E3	265702	6358978	1	Verano
E4	265805	6359061	4	Verano
E5	266009	6359018	3	Verano
E6	266089	6358873	2	Verano
E7	266405	6358922	1	Otoño
E8	266393	6359017	1	Otoño

A continuación se presentan fotografías de cada estación de muestreo, para una mejor descripción y visualización de cada una de ellas.



**Figura 7:** Estación 1 (E1), esta zona corresponde a las cercanías del campo dunar, observándose la laguna, la cual se encuentra rodeada por totoras (*Typha angustifolia*). A demás es posible la observación de la línea del tren.



**Figura 8:** Estación 2 (E2), se encuentra ubicada en el sector de los totorales. En este lugar el cuerpo de agua fluye lentamente y se ensancha, generando un ambiente adecuado para la avifauna.





**Figura 9:** Estación 3 (E3), esta zona también se encuentra ubicada en el sector de los totorales, de manera que cuando aumenta el nivel del agua, este sector se inunda.



**Figura 10:** Estación 4 (E4), se encuentra rodeada por un matorral de vautre-doca (*Baccharis cóncava-Carpobrotus aequilaterus*)



**Figura 11:** Estación 5 (E5), se encuentra ubicada cerca de la zona de plantación de pino insignie (*Pinus radiata*).



**Figura 12:** Estación 6 (E6), se encuentra ubicada en la zona de praderas inundables, la cual corresponde a un área amplia y plana, que favorece la visión de avifauna.





**Figura 13:** Estación 7 (E7), se encuentra ubicada en una zona inundable rodeada de trome (*Scirpus californicus*). De esta estación se puede observar plantaciones de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) y matorrales de zarzamora (*Rubus ulmifolius*).



**Figura 14:** Estación 8 (E8), se encuentra ubicada a los pies del recinto La Posada del Parque. Esta zona es la principal vía de acceso de la actividad de los kayaks.



## 5.2 Medio Biótico

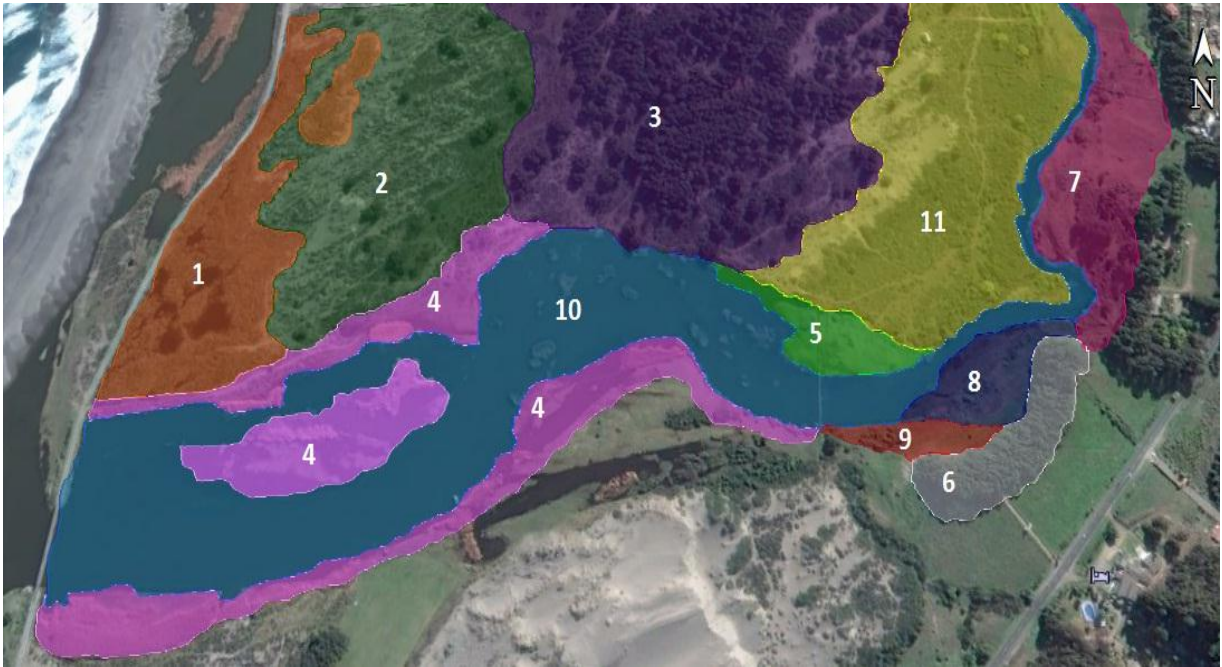
### 5.2.1 Unidades Ambientales

Se utilizó la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras, en donde se identificaron 11 unidades ambientales en el área de estudio, en base a la vegetación, las que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 17:** Unidades Ambientales

	Unidades Ambientales (U.A)
1	Pajonal de <i>Scirpus nodosus</i>
2	Matorral dunario de <i>Baccharis cóncava</i> con <i>Carpobrotus aequilaterus</i>
3	Plantación de <i>Pinus radiata</i>
4	Pajonal de <i>Typha angustifolia</i> con <i>Scirpus californicus</i> (Totorales – Helófitos)
5	Pradera inundable de <i>Cotula coronopifolia</i> con <i>Agrostis capillaris</i>
6	Plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i>
7	Matorral de <i>Rubus ulmifolius</i> con <i>Albizia lophanta</i>
8	Pradera de <i>Sarcocornia fruticosa</i> y <i>Coniza bonariensis</i>
9	Arbolado de <i>Myoporum laetum</i>
10	Macrófitas acuáticas (Hidrófitas)
11	Matorral esclerófilo costero de <i>Schinus latifolius</i> con <i>Schinus polygamus</i>

En la siguiente figura se presenta una imagen obtenida desde Google Earth Pro, con la distribución en el área de estudio de los polígonos seleccionados y su correspondiente identificador numérico.



**Figura 15:** Representación en el mapa de los polígonos de cada unidad ambiental del área de estudio.

A continuación se presentan las unidades ambientales del área de estudio, describiendo su formación biológica y sus especies dominantes con su correspondiente cobertura.

**Leñosas Altas:**

**Plantación de *Pinus radiata* (U.A 3):** Formación arbórea artificial, en la cual, las especies dominantes son *Pinus radiata* (Pino) con una cobertura del 50% y arbustos *Baccharis cóncava* (Vautro) con coberturas del 40%, también sobresale *Carpobrotus aequilaterus* (Doca) que no sobrepasa el 5% de cobertura.



**Figura 16:** Fotografía plantaciones de *Pinus radiata*.

**Plantación de *Eucalyptus globulus* (U.A 6):** Formación arbórea artificial, donde, la especie dominante es *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) con una cobertura del 100 %.



**Figura 17:** Fotografía Plantación de *Eucalyptus globulus*.



**Matorral de *Rubus ulmifolius* con *Albizia lophanta* (U.A 7):** Unidad ambiental donde las especies dominantes son *Rubus ulmifolius* (Zarzamora) con una cobertura de 40% y *Albizia lophanta* (Peorrila) con una cobertura de 30%. También se encuentra la presencia de *Scirpus californicus* (Trome) a la orilla del cuerpo de agua con una cobertura que no sobrepasa el 10%.



**Figura 18:** Fotografías de *Rubus ulmifolius*.



**Figura 19:** Fotografías del Matorral *Rubus ulmifolius* con *Albizia lophanta*.

**Arbolado de *Myoporum laetum* (U.A 9):** Unidad ambiental donde domina *Myoporum laetum* (Miosporo) con una cobertura de 30%, también se encuentra la presencia de *Carpobrotus aequilaterus* (Doca) con una cobertura de 20%.



**Figura 20:** Fotografía arbolado *Myoporum laetum*.



**Figura 21:** Fotografía *Carpobrotus aequilaterus* en (U.A 10).



**Matorral esclerófilo costero de *Schinus latifolius* con *Schinus polygamus* (U.A 11):** Unidad ambiental donde las especies dominantes son *Schinus latifolius* (Molle) y *Schinus polygamus* (Huingán) con una coberturas de 40% para ambas especies. Además se encuentran especies de *Baccharis cóncava* con *Carpobrotus aequilaterus* con coberturas mucho menores.



**Figura 22:** Fotografía de *Schinus polygammus* en la U.A 11.

**Herbáceas:**

**Pajonal de *Scirpus nodosus* (U.A 1):** Unidad ambiental donde la especie dominante es *Scirpus nodosus* con una cobertura de 30%.



**Figura 23:** Fotografía de *Scirpus nodosus*.

**Pajonal de *Typha angustifolia* con *Scirpus californicus* (U.A 4):** Vegetación que se ubica a orillas del cuerpo de agua y en zonas inundables de este. Las especies dominantes son *Typha angustifolia* (Totorá) y *Scirpus californicus* (Trome) con una cobertura de 40% del polígono para cada una de las especies.



**Figura 24:** Fotografía de Pajonal *Typha angustifolia* con *Scirpus californicus*.



**Figura 25:** Fotografía de las zonas inundables de *Typha angustifolia*.



**Pradera inundable de *Cotula coronopifolia* con *Agrostis capillaris* (U.A 5):** Pradera inundable que se ubica a una orilla del cuerpo del agua. Las especies dominantes son *Cotula coronopifolia* (Botón de oro) con una cobertura de 30% y *Agrostis capillaris* (Chépica) con una cobertura de 60%.



**Figura 26:** Fotografía de Pradera inundable de *Cotula coronopifolia* con *Agrostis capillaris*.

**Macrófitas acuáticas (U.A 10):** Vegetación acuática que se puede observar en distintas partes del cuerpo de agua. Predominan la planta flotante *Lemna minor* (Lenteja de agua) con una cobertura de 15% y la *Hydrocotyle vulgaris* (sombbrero de agua) con una cobertura de 15%.



**Figura 27:** Fotografía de Macrófitas acuáticas (*Lemma minor*).

**Matorral dunario de *Baccharis cóncava* con *Carpobrotus aequilaterus* (U.A 2):** Unidad ambiental donde las especies dominantes son *Carpobrotus aequilaterus* (Doca) con una cobertura de 30 % y *Baccharis cóncava* (Vautro) con 30 % de cobertura.



**Figura 28:** Fotografía del camino en la (U.A 2).





**Figura 29:** Fotografía Matorral dunario de *Baccharis cóncava* con *Carpobrotus aequilaterus*.

**Pradera de *Sarcocornia fruticosa* y *Coniza bonariensis* (U.A 8):** Unidad ambiental donde las especies dominantes son *Sarcocornia fruticosa* (Sarcocornia) con una cobertura de 30% y *Coniza bonariensis* (Chilquilla) con una cobertura de 20%.



**Figura 30:** Fotografía de *Sarcocornia fruticosa* en la pradera.



**Figura 31:** Fotografía de *Coniza bonariensis* en la pradera.

En la tabla 18 tenemos un resumen de los tipos biológicos, con sus especies dominantes su correspondiente estratificación y cobertura para cada uno de los polígonos del área de estudio.

**Tabla 18:** Detalle de la Vegetación

Polígono Nº	Tipo Biológico	Especies Dominantes	Cobertura
1	Herbáceo <u>H</u>	<i>Scirpus nodosus</i>	30 %
2	Herbáceo <u>H</u> Herbáceo <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H</span>	<i>Carpobrotus aequilaterus</i> <i>Baccharis cóncava</i>	30 % 30 %
3	Leñosa Alta <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">LA</span> Herbáceo <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H</span>	<i>Pinus radiata</i> <i>Baccharis cóncava</i>	50 % 40 %
4	Herbáceo <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">△</span>	<i>Thypha angustifolia</i> <i>Scirpus californicus</i>	40 % 40%
5	Herbáceo H	<i>Cotula coronopifolia</i> <i>Agrostis capillaris</i>	30 % 60%

Polígono Nº	Tipo Biológico	Especies Dominantes	Cobertura
6	Leñosa Alta (LA)	<i>Eucalyptus globulus</i>	100 %
7	Leñosa Alta (LB) Leñoso Alto (LA)	<i>Rubus ulmifolius</i> <i>Albizzia lophanta</i>	40 % 30 %
8	Herbácea (H)	<i>Sarcocornia fruticosa</i> <i>Conyza bonaeriensis</i>	30 % 20 %
9	Leñosa Alta (LA)	<i>Myoporum laetum</i>	30 %
10	Herbácea H	<i>Lemma minor</i> <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	15 % 15 %
11	Leñosa Alta (LA) Leñosa Alta (LA)	<i>Schinus latifolius</i> <i>Schinus polygamus</i>	40% 40%

En la tabla 19 vemos la nomenclatura para las especies dominantes halladas en el área de estudio.

**Tabla 19:** Nomenclatura para especies dominantes

Especie	Sigla	Especie	Sigla
<i>Pinus radiata</i>	PR	<i>Scirpus nodosus</i>	sn
<i>Eucalyptus globulus</i>	EG	<i>Baccharis cóncava</i>	bc
<i>Myoporum laetum</i>	ML	<i>Cotula coronopifolia</i>	cc
<i>Albizzia lophanta</i>	AL	<i>Carpobrotus aequilaterus</i>	ca
<i>Schinus latifolius</i>	SL	<i>Conyza bonaeriensis</i>	cb
<i>Schinus polygamus</i>	SP	<i>Lemma minor</i>	lm
<i>Rubus ulmifolius</i>	RU	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	hv
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	sf	<i>Scirpus californicus</i>	sc
<i>Thypha angustifolia</i>	ta	<i>Agrostis capillaris</i>	ac

El resumen de la información obtenida del área de estudio se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 20:** Resumen de la información por Unidad Ambiental

U.A	Formación vegetacional	Especies Dominantes	Tipología	Grado Artificialización
1	$\triangle H_4$	sn	Formación herbácea clara	2,2
2	$H_4$ $\square H_4$	ca bc	Formación herbácea clara	2,2
3	$\bigcirc LA_5$ $\square H_4$	PR bc	Formación leñosa alta poco densa y herbácea clara	5,7
4	$\triangle H_4$	ta sc	Formación herbácea clara	2,2
5	$H_4 H_5$	cc ac	Formación herbácea cara a poco densa	3,1
6	$\bigcirc LA_7$	EG	Formación leñosa alta muy densa	5,7
7	$LA_4$ $\underline{LB}_4$	AL RU	Formación leñosa alta clara y leñosa baja clara	5,7
8	$\square H_4$ $\square H_3$	sf cb	Formación herbácea clara a muy clara	3,1
9	$\underline{LA}_4$	ML	Formación leñosa alta clara	5,7
10	$H_3$	lm hv	Formación herbácea muy clara	3,0
11	$\underline{LA}_4$	SL SC	Formación herbácea clara	2,1

Con ayuda de la herramienta computacional Google Earth Pro fue posible medir el área de los polígonos de las unidades ambientales; donde de un total de 71,5 ha consideradas para este trabajo, 5,3 ha pertenecen al Pajonal de *Scirpus nodosus*, 10,4 ha son de Matorral dunario de *Baccharis cóncava* con *Carpobrotus aequilaterus*, 15,3 ha corresponden a Plantación de *Pinus radiata*, 6,9 ha son de Pajonal de *Typha angustifolia* con *Scirpus californicus*, 1 ha pertenece a la Pradera inundable de *Cotula coronopifolia* con *Agrostis capillaris*, 1,42 ha son de Plantaciones de *Eucalyptus globulus*, 4 ha corresponden al Matorral de *Rubus ulmifolius* con *Albizia lophanta*, 1,1 ha pertenecen a la Pradera de *Sarcocornia fructicosa* y *Coniza bonariensis*, 0,47 ha son parte del Arbolado de *Myoporum laetum*, 14,8 ha corresponden a macrófitas acuáticas y finalmente 10,9 ha son de Matorral esclerófilo costero de *Schinus latifolius* con *Schinus polygamus*.

Se obtuvo como resultado la Carta de Ocupación de Tierras (ver anexo 9) perteneciente al humedal de Mantagua, en esta se presenta para cada unidad vegetacional, las especies dominantes, el grado de artificialización y las formaciones vegetacionales.

Las unidades vegetacionales que presentaron un mayor grado de artificialización son las plantaciones de pino, eucaliptus, arbolado de miosporo y matorral de zarzamora con mimosa, con un grado de 5.7 correspondiente a una arboricultura de secano, estas son aquellas donde el riego proviene sólo de las aguas de lluvias (CIMMYT, 1982) y el ser humano no contribuye en ello. Por otro lado la unidad vegetacional que presentó un menor grado de artificialización es el matorral esclerófilo costero de Molle con Huingán, con un grado de 2,1 correspondiente a un Bosque virgen coetáneo o multietáneo, pues este matorral se encuentra muy poco intervenido por el hombre. Además las unidades vegetacionales como el pajonal de junco, matorral dunario de vauto con doca y pajonal de totora con trome, presentan un grado de artificialización de 2,2, el cual también es bajo, puesto que estos tipos de vegetación también se encuentran poco influenciado por el hombre, pero presentan ciertas exclusiones debido a especies introducidas como las totoras y la chéptica.

## 5.2.2 Flora

- Riqueza de especies

La flora terrestre, palustre y acuática del humedal de Mantagua, se presenta en la tabla 21, y está formada por un total de 49 especies, repartidas en 5 Clases y 28 familias.

**Tabla 21:** Catálogo Florístico del Área de Estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	O	E.C	F.V	Estaciones de Muestreo							
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>DIVISIÓN PTERIDOFITA: CLASE FILICOPSIDA</b>													
Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Hierba del pato	N	NE	Hi				*	*			*
<b>DIVISIÓN SPERMATOPHYTA</b>													
<b>ANGIOSPERMAE: CLASE LILIOPSIDA</b>													
Cyperaceae	<i>Scirpus californicus</i>	Trome	N	NE	Hel						*	*	*
	<i>Scirpus nodosus</i>	Junco	N	NE	He	*	*	*	*	*			
Juncaceae	<i>Juncus buffonis</i>	Junquillo	N	NE	Te	*	*	*	*	*			
Poaceae	<i>Agrostis capillaris</i>	Chépica	A	NE	He						*	*	*
	<i>Phragmites communis</i>	Carrizo	A	NE	Hel						*		*
	<i>Stipa tenacissima</i>	Esparto	E	NE	He						*		
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	A	NE	Hi				*	*	*		
Rhamnaceae	<i>Colletia spinosissima</i>	Crucero	N	NE	Na						*	*	
Typhaceae	<i>Thypha angustifolia</i>	Totora	A	NE	Hel	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>ANGIOSPERMAE: CLASE MAGNOLIOPSIDA</b>													
Aizoaceae	<i>Carpobrotus aequilaterus</i>	Doca	N	NE	He	*	*	*	*	*	*		



Familia	Nombre científico	Nombre común	O	E.C	F.V	Estaciones de Muestra							
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Anacardiaceae	<i>Schinus latifolius</i>	Molle	E	NE	Mi						*		
	<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	N	NE	Na				*	*	*		
	<i>Lithraea acaustica</i>	Litre	E	NE	Mi							*	
Apiaceae	<i>Apio nodiflorum</i>	Apio	A	NE	Hi								*
	<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	A	NE	Te						*		
	<i>Hydrocotyle bonaerensis</i>	Sombrero de agua	N	NE	He					*	*		
Asteraceae	<i>Baccharis concava</i>	Vautro	E	NE	Na	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	E	NE	Na				*	*	*		
	<i>Conyza Bonariensis</i>	Chilquilla	N	NE	Te					*	*	*	
	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	N	NE	Na						*	*	
	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo penquero	A	NE	He						*		
	<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo negro	A	NE	Te						*		
	<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de oro	A	NE	He					*	*		
	<i>Hypochaeris scorzonerae</i>	Hierba del chancho	E	NE	He						*	*	*
	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	A	NE	Te						*	*	
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	N	NE	Na						*		
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	N	NE	Me						*		
Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Sarcocornia	N	NE	Me	*	*				*		
	<i>Rumex crispus</i>	Romaza	N	NE	Te							*	*
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pinito de agua	N	NE	Hi				*	*			
Inuleae	<i>Gnaphalium sp</i>	Vira-vira	N	NE	He						*	*	
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	N	NE	Me					*			
Lemnaceae	<i>Lemna minuta</i>	Lenteja de agua	N	NE	Hi					*			

Familia	Nombre científico	Nombre común	O	E.C	F.V	Estaciones de Muestreo							
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Loranthaceae	<i>Tristerix verticillatus</i>	Quintral	N	NE	Pa					*		*	
Mimosaceae	<i>Albizzia lophanta</i>	Mimosa	A	NE	Mi							*	*
Myoporaceae	<i>Myoporum laetum</i>	Miosporo	A	NE	Mi						*		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	A	NE	Me						*	*	
Papilionaceae	<i>Galega officinalis</i>	Galega	A	NE	He						*		
	<i>Lupinus arboreus</i>	Chocho	A	NE	Na							*	*
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Llantén	A	NE	He						*	*	*
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	A	NE	Na				*	*	*	*	*
	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Hierba de la perilla	A	NE	He				*	*			
Santalaceae	<i>Myoschilos oblongum</i>	Orocoipo	E	NE	Na					*	*	*	
Solanaceae	<i>Cestrum parqui</i>	Palqui	N	NE	Na						*		
Scrophulariaceae	<i>Verbascum virgatum</i>	Mitrún	A	NE	He						*		
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	No me olvides del campo	A	NE	He							*	*
<b>GIMNOSPERMAE: CLASE GNETOPSIDA</b>													
Ephedraceae	<i>Ephedra andina</i>	Pingo - Pingo	N	NE	Na						*	*	
<b>GIMNOSPERMAE: CLASE PINOPSIDA</b>													
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne	A	NE	Me				*	*	*		

**Origen:** A: Advena; E: Endémica; N: Nativa.

**Forma de Vida:** Me: Mesofanerófitos; Mi: Microfanerófitos; Na: Nanofanerófitos; He: Hemicriptófitos; Ca: Caméfitos; Hi: Hidrófilos; Hel: Helófitos; Ge: Geófitos; Te: Terófitos y Pa: Parásitos.

#### Estado de Conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies

CR: En Peligro Crítico, DD: Datos Insuficientes, EN: En Peligro, EW: Extinta en Estado Silvestre, EX: Extinta, FP: Fuera de Peligro, IC: Insuficientemente Conocida, LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazada, R: Rara, VU: Vulnerable, NE: No Evaluada.

Las 49 especies identificadas en la Tabla 22, se clasifican en dos divisiones; Pteridophyta y Spermatophyta. La primera, nombrada vulgarmente como helechos, se caracteriza por presentar plantas vasculares que se reproducen solo por esporas, ya que carecen de semillas, flores y frutos; está representada por la clase Filicopsida con 1 familia (3,6%) y 1 especie (2,1%).

La segunda división corresponde a vegetales de reproducción con formación de flores y semillas. En ella se distinguen los vegetales que presentan sus óvulos encerrados en un ovario, el cual posteriormente se transformará en un fruto y que corresponden a la subdivisión de las Angiospermae, representadas por las clases Liliopsida o monocotiledóneas con 6 familias (21%) y 9 especies (18%) y la Magnoliopsida o también llamadas dicotiledóneas, siendo la más representativa del área de estudio con un total de 20 familias (69%) y 37 especies (76%). La información taxonómica de las especies vegetales agrupados a nivel de familias y especies, se presentan en la Tabla 22.

Las familias con mayor representación y diversidad corresponden a la Asteraceae de la clase Magnoliopsida con 10 especies, las familias Anacardiaceae, Apiaceae con 3 especies, las familias Chenopodiaceae, Papilionaceae, Rosaceae y Scrophulariaceae con 2 especies y las 13 familias restantes con una especie cada una. De la clase Liliopsida, la familia Poaceae es la más significativa con 3 especies y le sigue la familia Cyperaceae con 2 especies y las 4 familias restantes con una especie.

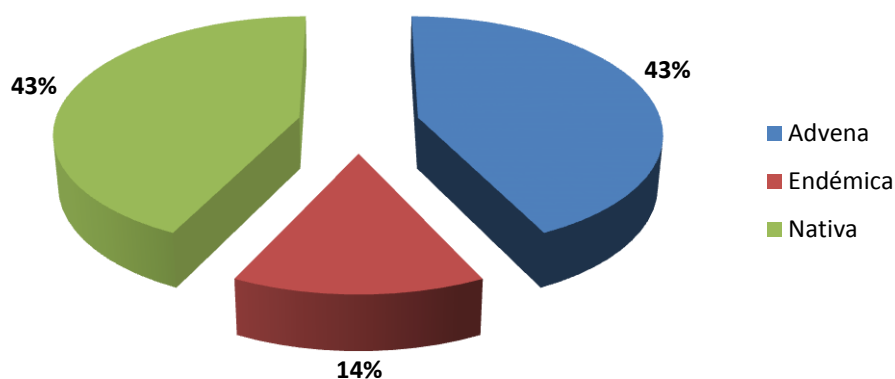
**Tabla 22:** Información taxonómica de las especies vegetales

Clase	Familia		Especies	
	Nº	%	Nº	%
Filicopsida	1	4	1	2
Liliopsida	6	21	9	18
Magnoliopsida	20	69	37	76
Gnetopsida	1	3	1	2
Pinopsida	1	3	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

- **Origen de las especies**

De las 49 especies identificadas en el área de estudio, 21 son Nativas (43%), 7 Endémicas (14%) y 21 son Advenas (43%). Esta cantidad de especies advenas o introducidas, indica el alto grado de intervención antrópica al cual estuvo sometido el lugar.

En la figura 32 se muestra la distribución del origen de las especies vegetales en el área de estudio.

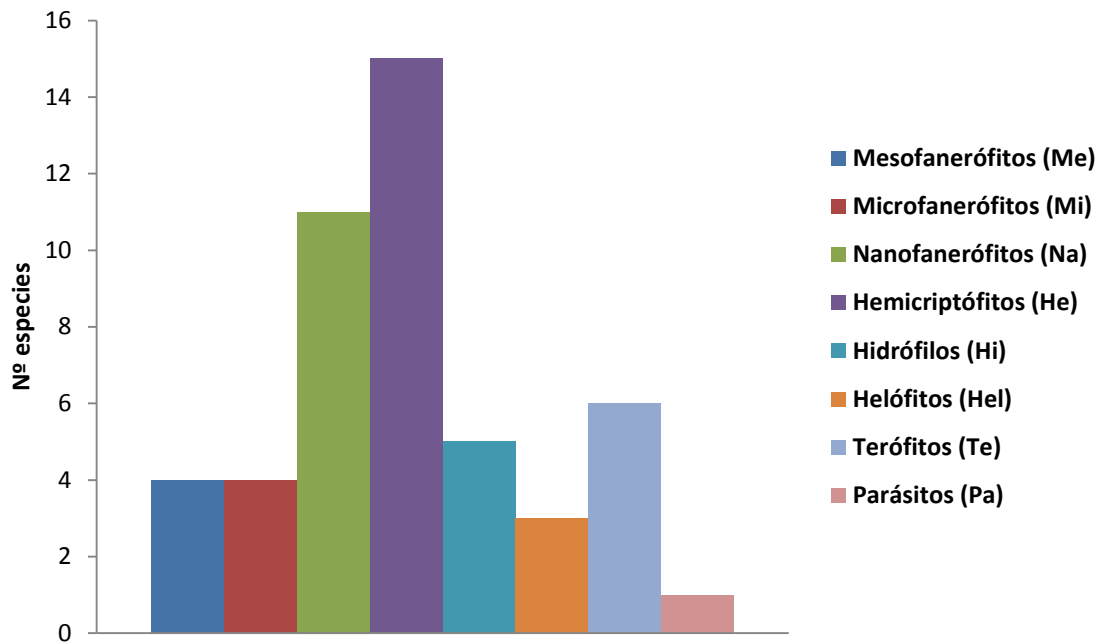


**Figura 32:** Distribución de origen de las especies en el área de estudio.

Como vemos en la figura 32, el porcentaje de especies advenas muestra el alto grado de intervención en el humedal ya que según datos del MMA sólo el 15% de las especies de flora son advenas en Chile. Esto concuerda con lo que dicho por Gajardo (1994), que la zona central de Chile, donde se encuentra ubicado el humedal es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, produciendo un alto grado de alteración de las comunidades vegetacionales. De las especies introducidas cabe destacar la presencia de *Rubus ulmifolius* (Zarzamora) que se encuentra en grandes áreas del humedal, las plantaciones de *Pinus radiata* (Pino insigne) y *Eucaliptus globulus* (Eucalipto) y la macrófita acuática *Eichhornia crassipes* (jacinto de agua), macrófita flotante de raíces sumergidas, que como consecuencia de su proliferación crea importantes problemas en ríos y lagos, canales de riego, ecosistemas ribereños, ya que cubre como una manta toda la superficie de la lámina de agua (Figueroa *et al.*, 2009), es por esto que, ha sido catalogada en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas según la ISSG (Invasive Species Specialist Group) de la UICN.

- **Formas de Vida**

La clasificación de las formas de vida de las especies vegetales está representada en la Figura 33, modificado de Raunkier (1934), en donde los Hemicriptófitos o hierbas perennes, que están adaptadas a soportar el ramoneo y pisoteo de los animales, son las que se encuentran con mayor presencia en el lugar, con 15 especies (31%). Asimismo, otra forma de vida que destaca en presencia son los Nanofanerófitos o arbustos, con 11 especies (23%). Con respecto a las hierbas anuales o Terófitos, estos representan el 12% del total de 6 especies. Los árboles leñosos están conformados por Mesofanerófitos y Microfanerófitos con 4 especies cada uno (8%). A demás se encuentran los Hidrófilos o plantas acuáticas con 5 especies (10%) y los Helófitos o plantas palustres con 3 especies (6%). Por último están los parásitos con 1 especie que corresponde al 2%.



**Figura 33:** Distribución de las especies según su forma de vida en el área de estudio.

La predominancia de los hemicriptófitos, que comprende hierbas y malezas perennes adaptadas a soportar el ramoneo y pisoteo de los animales (Hauenstein, 2002), se puede explicar debido a una alteración de origen antrópico (Gonzalez, 2005), además concuerda con lo publicado por Hauenstein *et al.*, (2002) para los humedales de la Costa de Toltén, Hauenstein *et al.*, (2014) en el humedal Temu-pitra y Ramirez *et al.*, (2014) en el Humedal “Ciénagas del Name”.

- **Estado de Conservación**

La tabla 23 se presenta la distribución de las 49 especies de flora encontradas en el lugar de estudio, las cuales se encuentran No Evaluadas, según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE).

No se encontraron especies con categoría de En Peligro o Vulnerables, ya que el 100% de éstas no han sido evaluadas por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE).

**Tabla 23:** Estado de Conservación de las especies.

Estado de Conservación	Número	%
NE: No evaluada	49	100
<b>TOTAL</b>	49	100

Según el Libro Especies Amenazadas de Chile, CONAMA 2009, se reconoce que la pérdida y la fragmentación de los hábitats es la causa más importante de amenaza, seguida muy de cerca del efecto de las especies exóticas invasoras (especies introducidas, intencional o accidentalmente, por el ser humano y que causan serios problemas para la biodiversidad nativa, especialmente en islas), como también así la sobreexplotación de los recursos naturales renovables.

Para las plantas vasculares, principalmente árboles y arbustos, la situación de amenaza, tanto por explotación, como por pérdida y alteración de hábitat no es distinta, y de hecho algunos autores señalan que el 55% de las especies arbóreas de la zona templada de Chile estarían amenazadas. La sobreexplotación y alteración del hábitat figuran como las mayores causas de amenaza para la flora nativa, donde la deforestación asociada a cambio en el uso de la tierra ha sido muy importante (CONAMA, 2009).

### 5.2.3 Fauna

- **Riqueza de Vertebrados**

La fauna vertebrada hallada en el área de estudio es diversa e incluye especies de las clases de vertebrados: peces, reptiles, aves y mamíferos. En cuanto a la riqueza faunística, se registró un total de 82 especies. Tomando en cuenta otros estudios como Macroforest (2010) donde indican que la riqueza de fauna vertebrada es de 140 especies, Iturriaga y de la Harpe (2012) 183 especies, Henríquez (2013) 79 especies. La diferencia en número de la riqueza radica en que Macroforest e Iturriaga y de la Harpe, consideran además la fauna potencial del área de trabajo, a diferencia de nuestro trabajo, que sólo se consideran las especies observadas o encontradas en el lugar.

De todos los estudios se puede apreciar que la clase con más riqueza es la de las aves, ya que, como se sabe la clase de fauna más representativa de los humedales son las aves, ya que les proporcionan sitios donde pueden pasar todo o parte del año para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como la nidificación y crianza, muda del plumaje y descanso (Simeone *et al.*, 2008) y la de menor riqueza los anfibios, que no se encontraron ejemplares de esta clase en nuestro trabajo.

**Tabla 24:** Catastro de peces presentes en el área de estudio.

Clase Peces		E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>ORDEN MUGILIFORMES</b>											
<b>Familia Mugilidae</b>											
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	FP	N							*	*
<b>ORDEN ATHERINIFORMES</b>											
<b>Familia Atherinidae</b>											
<i>Odontesthes brevianalis</i>	Cauque del Norte	V	N							*	*



Clase Peces		E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>ORDEN CYPRINODONTIFORMES</b>											
<b>Familia Poeciliidae</b>											
<i>Gambusia Holbrooki</i>	Gambusia común	NE	I				*	*			
<b>RIQUEZA TOTAL = 3</b>											

De las especies halladas en área de estudio, *Mugil cephalus* (Lisa) es una especie marina que ocasionalmente se integra en las aguas continentales chilenas a desarrollar parte de su ciclo vital (Figueroa *et al.*, 2009); *Odontesthes brevianalis*, (Cauque del norte) es vulnerable a la predación por especies introducidas (SERNAPESCA, 2008) y *Gambusia Holbrooki* (Gambusia común) presenta una amplia tolerancia ambiental, una condición de depredador generalista y un corto período generacional (Figueroa *et al.*, 2009), coincidiendo las especies *Mugil cephalus* y *Gambusia Holbrooki* con el estudio efectuado por Hernández, 2013 donde además observó la presencia de *Odontesthes regia* (Pejerrey de mar), *Cheirodon pisciculus* (Pocha) y *Galaxias maculatus* (Puye). Iturriaga, 2012 observa también la presencia de *Cyprinus carpio* (Carpa común), en el cuerpo de agua del humedal.

**Tabla 25:** Catastro de reptiles presentes en el área de estudio.

Clase Reptiles		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>ORDEN SQUAMATA</b>														
<b>Familia Tropiduridae</b>														
<i>Liolaemus chilensis</i>	Lagarto chileno	B		E	LC	N			*	*				
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata		S	E	LC	N			*	*	*			
<b>Familia Colubridae</b>														
<i>Phylodrias chamissonis</i>	Culebra cola larga	B		E	V	E	*							
<b>RIQUEZA TOTAL = 3</b>														

De las especies encontradas, *Liolaemus chilensis* (Lagarto chileno) se encuentra generalmente sobre arbustos o troncos caídos (Garín y Hussein, 2013), *Liolaemus lemniscatus* (Lagartija lemniscata) y *Phylodrias chamissonis* (Culebra cola larga), se considera que es una especie beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, por ser un depredador y controlador natural de plagas de roedores, concuerdan con el estudio de Hernández, 2013; donde se observan, la presencia de estas tres especies, sumando además *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura) y *Liolaemus zapallarensis* (lagarto de zapallar). Macroforest, 2010 describe la presencia de *Phylodrias chamissonis*, *Liolaemus lemniscatu* y *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta). Iturriaga y De la Harpe, 2012, observan *Phylodrias chamissonis*, *Tachymenis chilensis* (Culebra cola corta), *Liolaemus lemniscatu*, *Liolaemus tenuis*, *Liolaemus chilensis*, *Callopiastes maculatus* (Iguana chilena) y *Liolaemus kuhlmanni* (Lagarto de kuhlmann). Las culebras cola corta y larga, el lagarto chileno, la lagartija lemniscata y la lagartija esbelta se han observado en el humedal El Yali, de acuerdo a lo mencionado en la Guía de Reconocimiento de Anfibios y Reptiles de la Región de Valparaíso.

**Tabla 26:** Catastro de aves presentes en el área de estudio.

Clase Aves		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>ORDEN ANSERIFORMES</b>														
<b>Familia Anatidae</b>														
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado		*		NE	N					*	*	*	
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico		*		NE	N					*	*	*	
<i>Anas geórgica</i>	Pato jergón grande		*		NE	N					*	*	*	
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara				IC	N					*	*	*	
<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero		S		R	N					*	*	*	
<b>ORDEN APODIFORMES</b>														
<b>Familia Trochilidae</b>														
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	B		E	NE	N			*	*	*			
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor	B		E	NE	N					*			
<b>ORDEN CHARADRIIFORMES</b>														
<b>Familia Charadriidae</b>														
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	B	S		NE	N					*			
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	B		E	NE	N			*	*	*			
<b>Familia Haematopodidae</b>														
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén			E	NE	N				*	*			
<b>Familia Laridae</b>														
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana			E	NE	N			*	*	*			
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cáhuil	B			NE	N			*	*				
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	B			NE	N		*	*	*	*			
<i>Rynchops niger</i>	Rayador		S		NE	N				*				
<b>Familia recurvirostridae</b>														
<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	B			NE	N			*	*	*			

Clase Aves		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestro							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>Familia Scolopacidae</b>														
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina	B			V	N			*	*	*	*		
<i>Limosa haemastica</i>	Zarapito de pico recto	B	S		NE	N				*	*			
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	B			NE	N			*	*				
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	B	S		NE	N				*	*			
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	B	S		NE	N			*	*		*		
<b>ORDEN CICONIIFORMES</b>														
<b>Familia Ardeidae</b>														
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	B	S		R	N				*	*	*	*	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	B			NE	N				*	*	*		
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	B			NE	N			*	*	*	*	*	
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	B			NE	N				*	*	*	*	
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	B	S		R	N				*	*	*		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo			E	NE	N						*		
<b>ORDEN COLUMBIFORMES</b>														
<b>Familia Columbidae</b>														
<i>Columba livia</i>	Paloma		*		NE	I				*		*		
<i>Columbina picui</i>	Tortolita Cuyana			E	NE	N				*				
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola				NR	N			*	*				*
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>														
<b>Familia Accipitridae</b>														
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	B		E	NE	N							*	*
<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	B		E	NE	N				*	*			
<i>Parabuteo unicintus</i>	Peuco	B		E	NE	N				*	*			

Clase Aves		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>Familia Cathartidae</b>														
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza Colorada	B			NE	N				*	*	*		
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de Cabeza Negra	B			NE	N			*	*	*	*		
<b>Familia Falconidae</b>														
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	B		E	NE	N			*	*	*			
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	B		E	NE	N				*	*			
<b>ORDEN GALLIFORMES</b>														
<b>Familia Odontophoridae</b>														
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz		*		NE	I					*			
<b>ORDEN GRUIFORMES</b>														
<b>Familia Rallidae</b>														
<i>Fulica armillata</i>	Tagua común		*		NE	N			*	*	*	*	*	
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica		*		NE	N			*	*	*	*	*	
<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita		S		NE	N					*	*	*	
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	B			NE	N			*	*	*			
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>														
<b>Familia Emberezidae</b>														
<i>Agelaius thilius</i>	Trile	B			NE	N			*	*	*	*		
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo		*		NE	N				*	*		*	
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue		*		NE	N		*	*	*				
<i>Sturnella loyca</i>	Loica			E	NE	N				*	*			

Clase Aves		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>Familia Emberezidae</b>														
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	B			NE	N				*	*	*	*	
<b>Familia Fringillidae</b>														
<i>Carduelis barbatus</i>	Jilguero				NE	N						*	*	
<b>Familia Furnariidae</b>														
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	B			NE	N					*	*		
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	B			NE	N				*	*	*		
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	B			NE	N			*	*	*			
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	B			NE	N					*	*		
<b>Familia Hirundinidae</b>														
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	B		E	NE	N					*	*	*	
<b>Familia Mimidae</b>														
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	B			NE	E			*	*		*		
<b>Familia Motacillidae</b>														
<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	B		E	NE	N				*				
<b>Familia Muscicapidae</b>														
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal				NE	N				*	*			
<b>Familia Passeridae</b>														
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion		*		NE	I							*	
<b>Familia Phytomidae</b>														
<i>Phytotoma rara</i>	Rara		S	E	NE	N						*	*	
<b>Familia Rhinocryptidae</b>														
<i>Scytalopus fuscus</i>	Churrín	B			NE	N						*		

Clase Aves		Criterios De Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>Familia Trogloditae</b>														
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	B		E	NE	N	*	*						
<i>Agriornis lívida</i>	Mero	B		E	NE	N			*	*				
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	B		E	NE	N					*			
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío	B		E	NE	N					*		*	
<i>Hymenops perspicillata</i>	Run-run	B		E	NE	N			*		*			
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	B		E	NE	N				*	*			
<b>Familia Trogloditae</b>														
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	B		E	NE	N			*	*				
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	B		E	NE	N				*	*			
<b>ORDEN PELECANIFORMES</b>														
<b>Familia Pelecanidae</b>														
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	B		E	NE	N	*							
<b>Familia Phalacrocoracidae</b>														
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco		*		NE	N					*			
<b>ORDEN PICIFORMES</b>														
<b>Familia Picidae</b>														
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	B			NE	N					*			
<b>ORDEN STRIGIFORMES</b>														
<b>Familia Strigidae</b>														
<i>Bubo virginianus</i>	Tucúquere	B		E	NE	N				*				
<b>RIQUEZA TOTAL =70</b>														

Iturriaga y de la Harpe (2012) registran una riqueza de 74 especies, Henríquez (2013) registra 62 especies, en el presente estudio 70 especies y Simeone *et al.*, (2008) registra un total de 78 especies de aves.

Para Simeone *et al.*, (2008) la familia con mayor cantidad de especies es Scolopacidae con 11 especies, seguido por Anatidae y Laridae con 8 especies y Ardeidae, 6 especies; estas familias agruparon el 42% de las especies registradas en el humedal. Para Henríquez (2013) la familia con mayor representación también es Scolopacidae con 8 especies, Anatidae con 7 especies y Rallidae con 5 especies, que representan el 32% de las especies de aves del humedal. En nuestro estudio las familias más representativas son Trogloditae con 8 especies, Ardeidae con 6 especies, Emberezidae, Scolopacidae y Anatidae con 5 especies, estas familias agruparon el 41% de las especies de aves registradas en el humedal.

Simeone *et al.*, (2008) compara la riqueza de especies del Humedal de Mantagua con el Humedal El Yali, obteniendo una similitud de 74% de especies entre los dos humedales, donde destacan la diferencia de superficies con 520 ha del humedal el Yali contra las 269 ha estimadas del Humedal de Mantagua (CONAMA-PNUD, 2005).

Muchos veraneantes acampan en compañía de sus perros domésticos, los que deambulan libremente por las orillas del estero y de la desembocadura, convirtiéndose en una amenaza, persiguiendo las aves que se alimentan o descansan en esta parte del humedal (Simeone *et al.*, 2008).

**Tabla 27:** Catastro de mamíferos presentes en el área de estudio.

Clase Mamíferos		Criterios de Protección			E.C	O	Estaciones de Muestreo							
Nombre Científico	Nombre Común	B	S	E			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>ORDEN RODENTIA</b>														
<b>Familia Octodontidae</b>														
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo				EN	N	*							



<b>ORDEN ARTIODACTYLA</b>													
<b>Familia Bovidae</b>													
<i>Bos Taurus</i>	Vaca				NE	I	*	*	*	*			
<b>ORDEN LAGOMORPHA</b>													
<b>Familia Leporidae</b>													
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo común	X			NE	I	*	*	*	*	*	*	
<b>ORDEN CARNIVORA</b>													
<b>Familia Canidae</b>													
<i>Canis familiaris</i>	Perro				NE	I	*	*	*	*	*	*	
<b>ORDEN PEROSSOACTYLA</b>													
<b>Familia Equidae</b>													
<i>Equus ferus</i>	Caballo				NE	I		*	*	*	*	*	*
<b>RIQUEZA TOTAL = 5</b>													

(\*): Especies permitidas para cazar según la Ley de Caza.

#### Estado de Conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies

**CR:** En Peligro Crítico, **DD:** Datos Insuficientes, **EN:** En Peligro, **EW:** Extinta en Estado Silvestre, **EX:** Extinta, **FP:** Fuera de Peligro, **IC:** Insuficientemente Conocida, **LC:** Preocupación Menor, **NT:** Casi Amenazada, **R:** Rara, **VU:** Vulnerable, **NE:** No Evaluada.

#### Criterios de protección según Art. 3º de la ley de caza.

**B:** especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

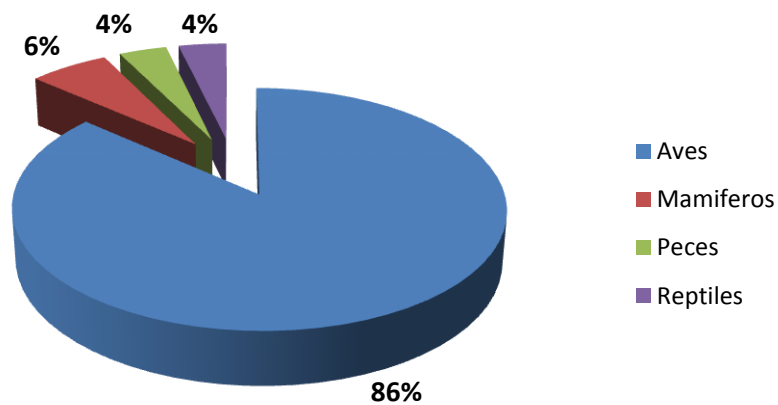
**S:** especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

**E:** especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Para la fauna de mamíferos, estudios en el lugar de Iturriaga y de la Harpe (2012) indicaron la existencia de *Galictis cuja* (Quique) nativo de sudamérica, Henríquez (2013), registra la existencia de 5 especies *Abrothryx olivaceus* (Ratón oliváceo), *Oryzomys longicaudatus* (Ratón colilargo), *Myocastor coypus* (Coipo) especie Nativa de del sur de Sudamérica, *Spalacopus cyanus* (Cururo) especie endémica de Chile, y *Oryctolagus cuniculus* (Conejo) esta especie está considerada en la Ley de Caza como dañina o perjudicial para el ecosistema y puede ser cazada en cualquier época del año. En el presente trabajo fueron observadas 5 especies, coincidiendo con Henríquez (2013), se encontró el Cururo y el Conejo, además las siguientes especies introducidas *Bos Taurus* (Vaca), *Canis familiaris* (Perro) y *Equus ferus* (Caballo), las cuales afectan intensamente al humedal ya sea con sus heces o por pisoteo del terreno y la

destrucción de los totorales circundantes (Simeone *et al.*, 2008). Comparando con otro humedal de la zona como es el Humedal el Yali, Brito (1999), también registra la presencia de Cururo, Coipo, Ratón oliváceo y Quique.

La figura 34, muestra la distribución porcentual de cada uno de los grupos taxonómicos hallados en el área de estudio, las aves con 70 especies (86%) son el grupo más representativo, los mamíferos con 5 especies (6%) y finalmente los peces y reptiles con 3 especies cada una (4%) son las menos representadas en el humedal.



**Figura 34:** Distribución porcentual de la riqueza de las distintas clases de vertebrados presentes en el área de estudio

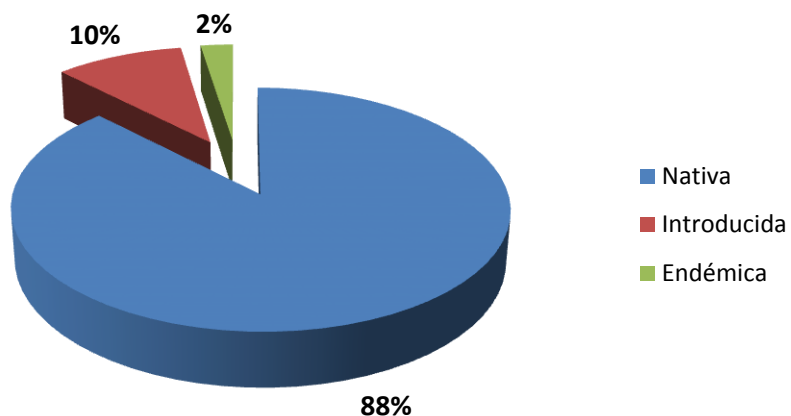
En Chile central (32º-38ºS) existe una compleja red de humedales costeros que alberga una gran diversidad de aves acuáticas (Simeone *et al.*, 2008), coincidiendo con este autor, en el presente estudio, también se constató un amplio número de especies de aves, como se observa en la figura 34, la clase con mayor riqueza de especies dentro del humedal de Mantagua, son las aves.

No se observaron especies de la clase anfibios, debido a que su estudio se realizó de forma indirecta y casual. Sin embargo, se han observado especies de anfibios en estudios anteriores como, la línea de base de Macroforest, 2010 e Iturriaga y de la Harpe, 2012, donde se observan 3 especies de anfibios; *Bufo chilensis* (Sapo de rulo), *Pleurodema thaul* (Sapito cuatro ojos) y *Calyptocephalella gayi* (Rana chilena) especie endémica, en el trabajo de Bustos y Valencia (2006), sólo se observa 1 especie el *Xenopus laevis* (Sapo africano), especie introducida y catalogada como perjudicial o dañina para el ecosistema del lugar según la Ley de Caza, donde se permite la caza o captura de esta especie en cualquier época del año. En el trabajo de Henríquez, 2013 se observaron 2 especies *Pleurodema thaul* (Sapito de cuatro ojos) y *Xenopus laevis* (Sapo africano).

Se han observado organismos pertenecientes a la especie *Xenopus laevis* en estudios de otros humedales pertenecientes a la Zona Costera de la Región de Valparaíso, tal es el caso de Brito, 2012 en el humedal de la laguna El Peral y descrito por el mismo autor en 1999 en el humedal El Yali, en este humedal Brito también describió la presencia de *Calyptocephalella gayi*, donde se menciona que era depredada para fines gastronómicos.

- **Origen de las Especies**

En la figura 35, se muestra la distribución del origen de las especies halladas en el área de estudio. Las 81 especies, están representadas por 71 especies (88%) de origen nativo y por un porcentaje bastante menor de especies introducidas con 8 especies (10%) y 2 especies endémicas, correspondiente a clase aves y reptiles.



**Figura 35:** Distribución porcentual del origen de las especies presentes en el área de estudio

De las especies que se han observado en el humedal, en los distintos estudios; Lisa, Cauque del norte, Pejerrey de mar, Pocha y Puye son nativos de Chile y las 2 restantes son introducidas. Cabe destacar que las especies *Gambusia Holbrooki* junto a *Cyprinus carpio* han sido catalogadas en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas según la ISSG (Invasive Species Specialist Group) de la UICN.

En total se han descrito en distintos estudios 9 especies distintas de reptiles en el humedal de Mantagua, de los cuales todos son nativos de Chile, no encontrándose ninguna especie exótica en el lugar.

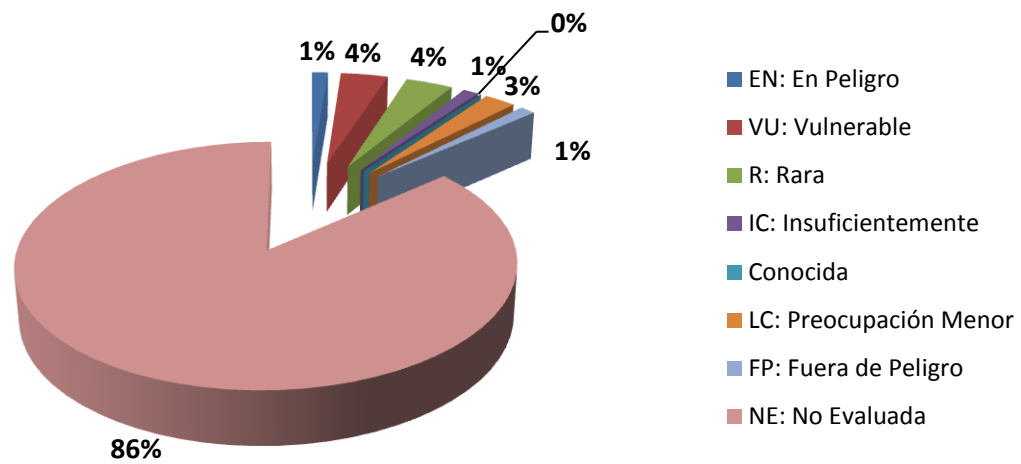
Chile posee una baja riqueza de especies, causado en parte, al aislamiento que poseemos con barreras como el desierto por el norte y la Cordillera de los Andes por el este (MMA, 2014), sin embargo posee un alto nivel de endemismo atribuible principalmente, a los factores biogeográficos antes mencionados (Naranjo, 1993). Datos del Ministerio de Medio Ambiente indican que el nivel de endemismo para Chile fluctúa entre 22 y 25% de las especies descritas. Contrario a esto, como vemos en la figura 35, sólo el 2% de la fauna es endémica en el área de estudio, esto podría explicarse al alto grado de antropización, que se ha visto también en la marcada presencia de flora advena en el humedal.

- **Estado de Conservación**

De las 81 especies encontradas en el área de estudio, 10 presentan problemas de conservación a nivel nacional y/o regional, según se detalla en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), destacándose 1 especies en la categoría En Peligro; *Spalacopus cyanus* (Cururo), 3 especies en categoría Vulnerable; *Gallinago paraguayae* (Becacina), *Phylodrias chamissonis* (Culebra de cola larga), y *Odontesthes brevianalis* (Cauque del norte), 3 especies en categoría Rara; *Heteronetta atricapilla* (Pato rinconero), *Ardea cocoi* (Garza cuca) y *Ixobrychus involucris* (Huairavillo), 1 especie Insuficientemente Conocida; *Anas platalea* (Pato cuchara), 2 especies con Preocupación Menor; *Liolaemus chiliensis* (Lagarto chileno) y *Liolaemus lemniscatus* (Lagartija lemniscata).

De las aves encontradas en el presente trabajo 14 especies se encuentran autorizadas para ser cazadas según la Ley de Caza, las que se detallan a continuación: *Anas cyanoptera* (Pato colorado), *Anas flavirostris* (Pato jergón chico), *Anas geórgica* (Pato jergón grande), *Columba livia* (Paloma), *Zenaida auriculata* (Tórtola), *Callipepla californica* (Codorniz), *Fulica armillata* (Tagua común), *Fulica leucoptera* (Tagua chica), *Curaeus curaeus* (Tordo), *Sicalis luteola* (Chirihue), *Carduelis barbatus* (Jilguero), *Turdus falcklandii* (Zorzal), *Passer domesticus* (Gorrión) y *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco).

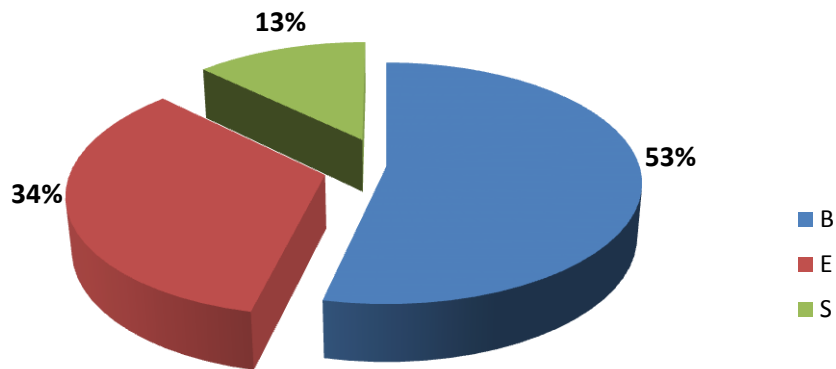
En la siguiente tabla se muestra las categorías de conservación de los distintos grupos taxonómicos hallados en el área de estudio.



**Figura 36:** Distribución de las especies según su estado de conservación.

- **Criterios de Protección**

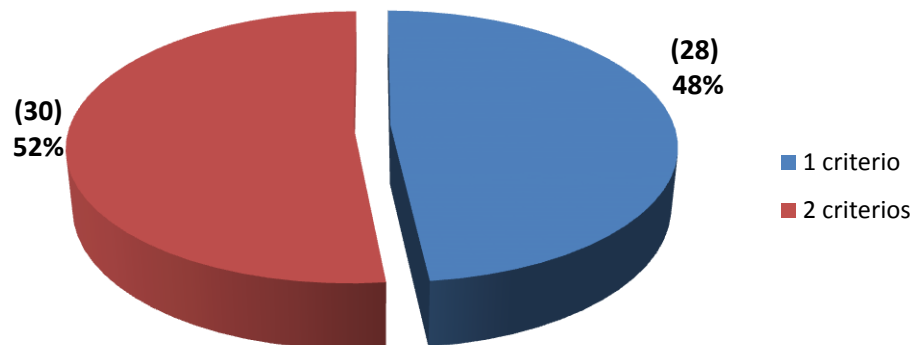
Con respecto a los criterios de protección establecidos en la Ley de Caza; B (especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria), S (especie catalogada con densidades poblacionales reducidas) y E (especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales), hay 58 especies en alguna de estas categorías, que forman un 72% del total de los vertebrados registrados. Los criterios más representativos son B con 53% (47 especies) y E con 34% (29 especies), en cambio S es el menos representado 13% (11 especies), como se presenta en distribución de la figura 37.



**Figura 37:** Distribución de las especies según los criterios de protección en el área de estudio.

Una misma especie puede tener dos o tres criterios a la vez, situación que le debería dar una mayor consideración en cuanto a su protección. Y no necesariamente está encadenada al estado de conservación. Esto último se observa bastante en la clase ave.

Comúnmente las especies presentan un solo criterio de protección, sin embargo, cabe destacar que en el área de estudio se encontraron 30 especies que presentan 2 criterios, tal como se muestra en la figura 38.



**Figura 38:** Distribución de la asignación de criterios para una especie.



**Figura 39:** Ejemplar de *Gambusia Holbrooki*.



**Figura 40:** Ejemplares de ganado *Bos Taurus*.





**Figura 41:** Ejemplares de *Vanellus chilensis*.



**Figura 42:** Cuevas subterráneas del *Spalacopus cyanus*.

### **5.3 Medio Abiótico**

#### **5.3.1 Parámetros físicos y químicos**

A continuación se presentan los valores de los parámetros físicos y químicos del cuerpo de agua para cada una de las estaciones de muestreo. Además los valores fueron comparados con los parámetros utilizados la Norma Chilena 1333. Of 78 “Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos”, para Aguas Destinadas a la Vida Acuática.

##### **a) Temperatura**

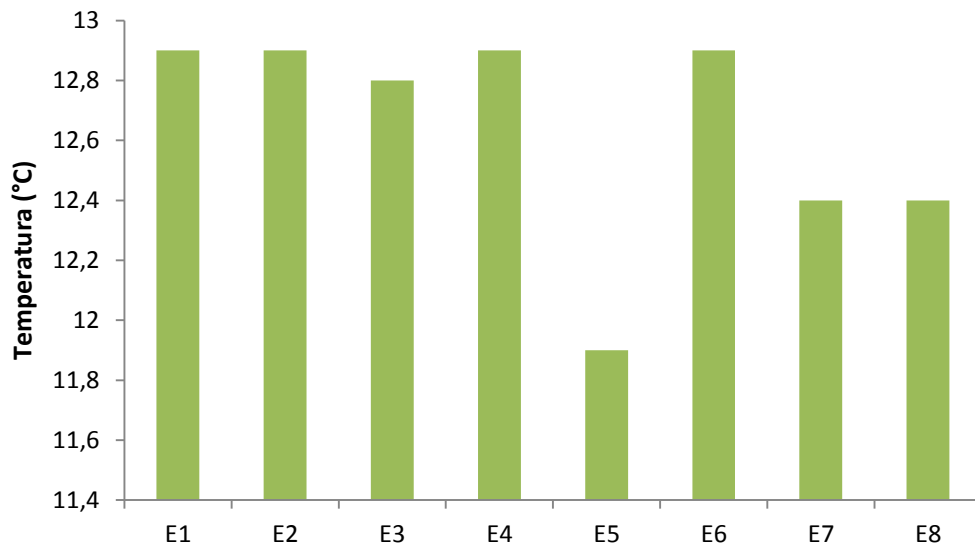
Es tal vez el factor que más influencia tiene en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos (Moreta, 2008).

La temperatura en las distintas estaciones de muestreo presentó un valor promedio de 12,6 °C, con rangos que oscilaron entre los 11,9°C (E5) – 12,9°C (E1, E2, E4 y E6). En la figura 43, se observa un comportamiento homogéneo de la temperatura del agua en todo el cuerpo de agua.

Dado el carácter somero de las aguas de la laguna, la temperatura de ésta es muy dependiente de la temperatura del aire, y por lo tanto, varía considerablemente según la hora del día y estación del año.

La temperatura es importante en la solubilidad de las sales, y de los gases por lo tanto influye en la conductividad y en el pH.

Si la temperatura en el agua es mayor, la solubilidad de un sólido también lo es, mientras que la solubilidad de un gas será menor. Es por esto que al existir contaminación térmica, la vida dentro de un cuerpo de agua se encuentra en peligro ya que elimina el oxígeno disuelto vital para el desarrollo de la vida acuática (Granizo, 2011).



**Figura 43:** Valores de temperatura en las estaciones de muestreo.

#### **b) pH**

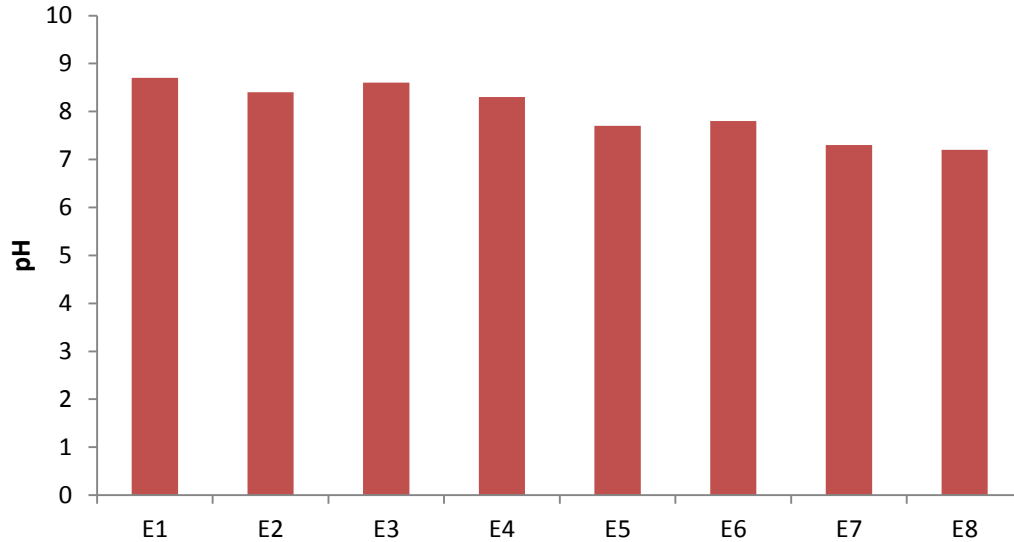
El pH es un factor determinante de la solubilidad y la disposición biológica de los constituyentes químicos presentes en el agua (fósforo, nitrógeno, plomo, cadmio, etc.). Es decir, el pH, además de afectar la abundancia y la forma en que se presenta un ión, también determina si los organismos acuáticos pueden usarlo o no. En el caso de los metales pesados, el grado de solubilidad está influenciado por el pH y determina su toxicidad. Los metales tienden a ser más tóxicos cuando son más solubles a bajos pH (Otero, 2011).

Es por lo tanto una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática y por tanto es un buen indicador de la calidad del agua (Moreta, 2008).

En aguas naturales los valores de pH oscilan entre 6,0 a 9,0. Los lagos de las partes bajas tropicales presentan una variación de pH que va desde 5,0 a 9,0 dependiendo del estado de eutroficación en el que se encuentre y del grado de alcalinidad que posee (Granizo, 2011).

El rango de variación fluctuó entre 7,2 (E8) – 8,7 (E1), lo cual indica que las aguas del humedal se encontraban ligeramente alcalinas, según la Norma Chilena 1333. Of 78,

requisitos para aguas destinadas a la vida acuática, los valores se encontraron dentro de los niveles aceptados rango establecido.



**Figura 44:** Valores del pH en las estaciones de muestreo.

### c) Conductividad eléctrica

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad. El agua químicamente pura no es conductora. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto, se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos, pudiendo estimar así la calidad del agua y su posible nivel de contaminación (Tabla 28) (Otero, 2011).

Como se aprecia en la figura 45, el rango de variación fue entre 1200 – 2100 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], presentando un valor promedio de 1725 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]. Esto indicaría que el agua del Humedal estaría excesivamente contaminada según los valores de referencia de la tabla 28.

En soluciones acuosas la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos totales, por lo tanto cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad (Soriano y Pancorbo, 2012), los resultados obtenidos en todas las estaciones de muestreo son concordantes con esta afirmación.



**Figura 45:** Valores de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo.

**Tabla 28:** Calidad del agua en función de la conductividad eléctrica (Otero, 2011).

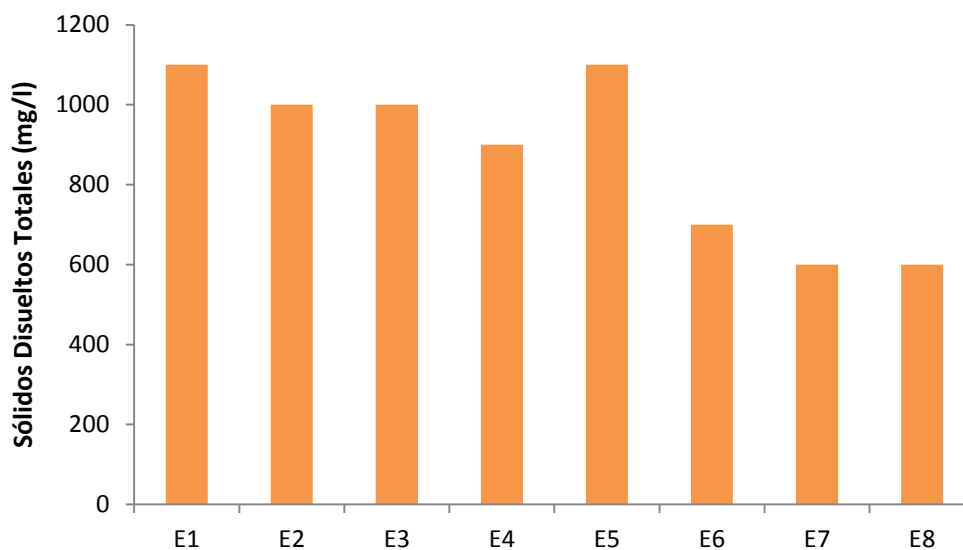
Calidad del agua	Pura	Poco Contaminada	Contaminada	Muy Contaminada	Excesivamente Contaminada
Conductividad	<280	280 - 430	430 - 600	600 - 860	>860

#### d) Sólidos disueltos Totales:

Hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 µm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua (Otero, 2011).

En muchos ríos la carga de sedimentos ha aumentado bruscamente a causa de la erosión acelerada de campos de cultivos, deforestación, construcciones y explotaciones mineras. Los sedimentos originados por los sólidos suspendidos, destruyen los lugares de alimentación y reproducción de peces y obstruyen y cubren lagos, represas, ríos y bahías. Además, la turbidez del agua provocada por los sólidos en suspensión dificulta el paso de la luz impidiendo la fotosíntesis y disminuyendo el aporte de oxígeno disuelto. La transparencia de un cuerpo de agua natural es un factor decisivo para su calidad y productividad.

Como se indica en la figura 46, el rango de variación se presenta con valores entre los 600 – 1100 [mg/l].



**Figura 46:** Valores de los sólidos disueltos totales en las estaciones de muestreo.

#### **e) Oxígeno disuelto**

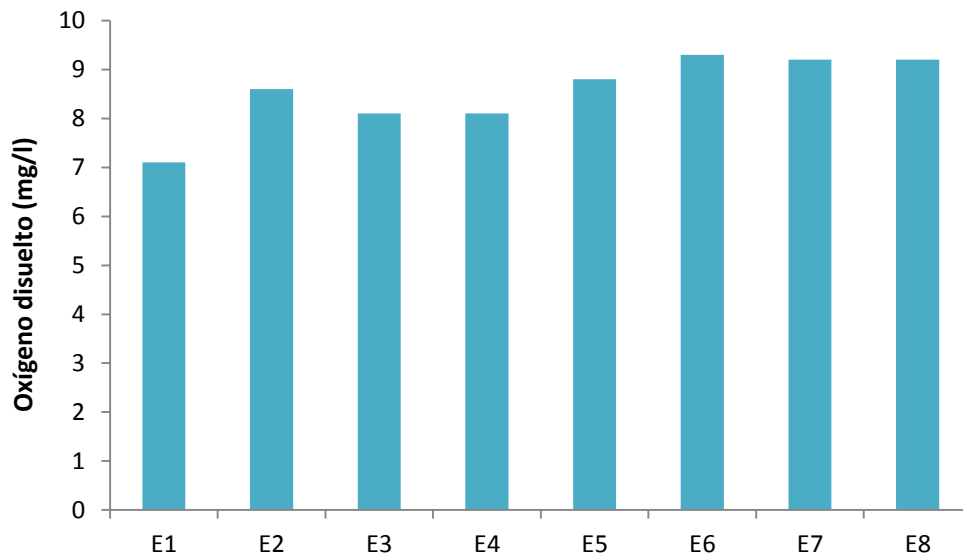
La entrada y distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales, está determinada por el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, la producción fotosintética y el consumo respiratorio de los organismos acuáticos y por procesos físicos de difusión y advección (movimiento horizontal del aire causado principalmente por variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie) (Otero, 2011).

El oxígeno disuelto es un requisito nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica, determinando la disponibilidad biológica de muchos metales y nutrientes (Otero, 2011).

Además, la concentración del oxígeno disuelto en el agua de un lago depende de la temperatura del agua, que a su vez depende de la radiación solar y de la profundidad (Moreta, 2008).

La solubilidad de oxígeno en el agua disminuye ligeramente con el aumento de la salinidad, de forma intermedia con la disminución de la presión atmosférica y notablemente con el aumento de temperatura. La turbulencia favorece los intercambios entre el aire y el agua, por tanto aguas más frías y más agitadas contienen mayor cantidad de oxígeno y, al revés, aguas más cálidas y menos agitadas contienen menos oxígeno (Otero, 2011).

Como se aprecia en la figura 47, el rango de variación va entre 7,1 – 9,3 [mg/l], el cual cumple con el requisito establecido en la Norma Chilena 1333, que establece un mínimo de 5 mg/l, lo que indica que la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas es apropiado para que se desarrolle la vida acuática.



**Figura 47:** Valores de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo.

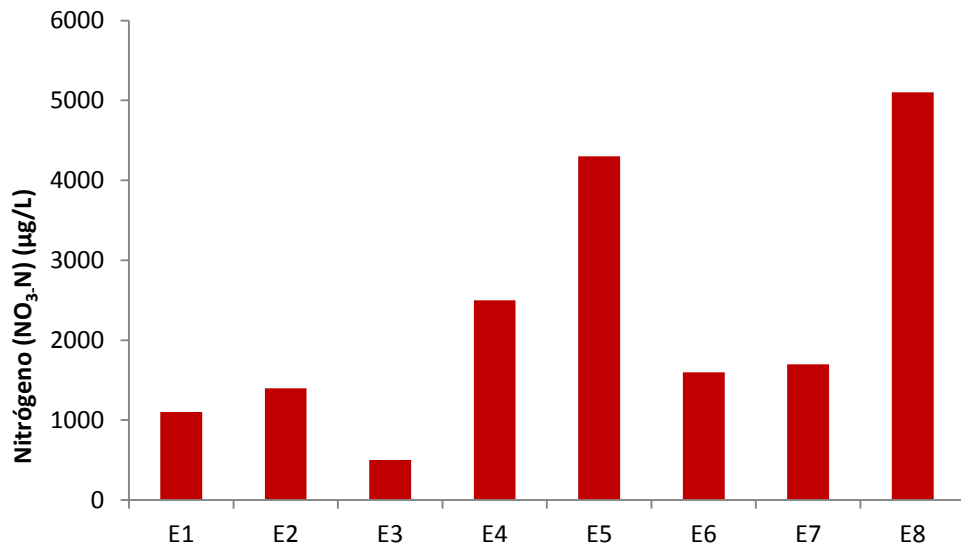
#### f) Nitrógeno

El nitrógeno es un constituyente esencial de aminoácidos y proteínas de organismos, puede entrar a los lagos mediante precipitación, fijación del nitrógeno atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea. Una cantidad importante de nitrógeno en los lagos se encuentra incorporado a los organismos (N orgánico), pero también puede encontrarse en forma de  $N_2$  (nitrógeno),  $NO_3^-$  (nitrato),  $NO_2^-$  (nitrito) y reducido  $NH_4^+$  (amoníaco) (Moreta, 2008).

La fijación de Nitrógeno en los lagos se debe principalmente a las algas cianofíceas (principales fijadoras, cuyo proceso es muy importante en la productividad lacustre), las bacterias (en el sedimento), y los sedimentos de compuestos nitrogenados (orgánicos e inorgánicos) (Moreta, 2008).

La figura 48, muestra los valores de concentración de nitrógeno en el agua. Estos van desde los 500  $\mu g/L$  a los 5100  $\mu g/L$ , con una concentración promedio de 2275  $\mu g/L$ .





**Figura 48:** Valores de nitrógeno en las estaciones de muestreo.

### g) Fósforo

El aporte de fósforo a los lagos se ve muy aumentado por la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas, salvo cuando se adoptan medidas para eliminarlo del vertido final. La escorrentía superficial o subterránea de la cuenca de drenaje y los detergentes polifosfatados, también contribuyen sustancialmente a este enriquecimiento. El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización (Moreta, 2008).

En general, el fósforo es raro encontrarlo en concentraciones importantes en las aguas de superficie, ya que es activamente absorbido por las plantas, mientras que las aguas subterráneas pueden contener concentraciones más elevadas (Otero, 2011).

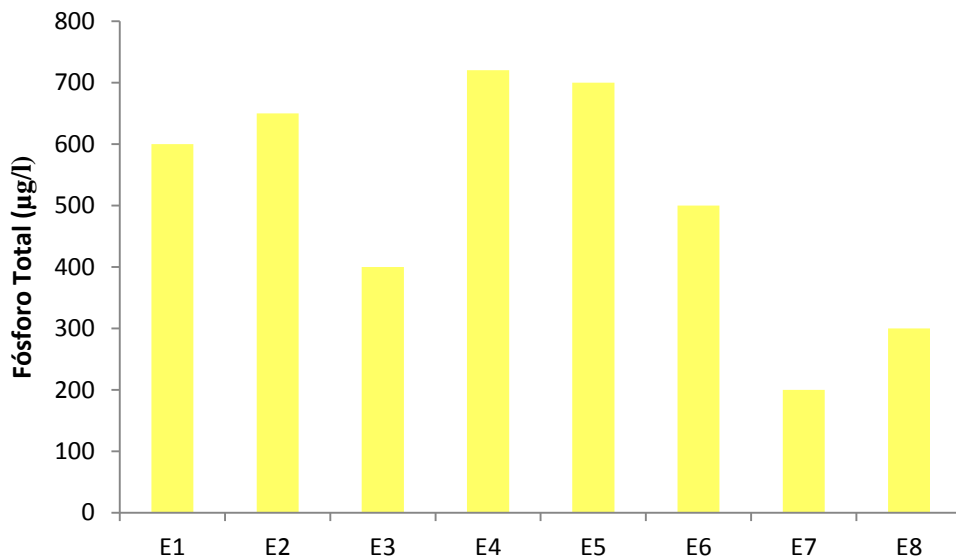
El fósforo inorgánico en el agua proviene de diferentes fuentes, de algunos procesos de tratamiento de aguas que utilizan pequeñas cantidades de fosfatos condensados como agentes floculantes, de los procesos de lavado con detergentes tanto a nivel industrial como

doméstico, de las aguas residuales de los procesos agrícolas si están fertilizadas con estos compuestos, etc (Otero, 2011).

A su vez, el fósforo orgánico deriva fundamentalmente de la descomposición de la materia orgánica, abundante en las aguas residuales domésticas, en las aguas residuales agroindustriales (ganaderías, criaderos, etc.) y en algunas industrias alimenticias. Pese a ello, la principal fuente de fósforo en el agua deriva de las aguas residuales agrícolas y de los detergentes de lavado doméstico (Otero, 2011).

El fósforo libre no es tóxico para el hombre ni otros animales y es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas. Una concentración elevada puede contribuir a la eutrofización de los cuerpos de agua, especialmente cuando éstos contienen también grandes concentraciones de nitrógeno (Otero, 2011).

Los resultados del análisis expuesto en la figura 49, indican que las concentraciones en el humedal varían desde los 200 µg/L a los 720 µg/L, con una concentración promedio de 509 µg/L.



**Figura 49:** Valores de fósforo en las estaciones de muestreo.

Contrastando los resultados de nitrógeno y fósforo, con lo que indican los valores de la clasificación general de tipos de lagos clasificados según su estado de trofía (Campos, 1994), las aguas del humedal de Mantagua se encuentran altamente eutroficadas.

Debido a que no existe una Norma Secundaria para la Calidad de las Aguas de los cuerpos loticos y lenticos de nuestra región, los valores obtenidos en terreno se contrastaron con lo que indica la Norma Chilena NCh1333.Of 78 "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos", desarrollo de la vida acuática.

Según los valores obtenidos en terreno y comparados con los valores de referencia de la NCh1333, las aguas del humedal se encuentran dentro de los límites que presenta la norma para el desarrollo de la vida acuática.

### 5.3.2 Variables Hidráulicas

En cada estación de muestreo se midieron las variables hidráulicas, cuyos valores se presentan en la Tabla 29. En el anexo 8 se muestra el perfil batimétrico de las estaciones de muestreo.

El ancho fluctuó entre 9 a 42 [m], resultando ser estrecho en algunas estaciones, mientras que en otras era bastante amplio. El cuerpo de agua de las estaciones de muestreo se caracterizó por ser poco profundo, presentando una profundidad promedio que fluctuó entre 0,20 y 0,36 [m] y hallándose zonas donde la profundidad alcanzaba los 0,98 [m]. En la figura 44 se presenta un perfil batimétrico promedio de las distintas estaciones de muestreo.

**Tabla 29:** Variables hidráulicas de cada estación.

Estación de Muestreo	Ancho (m)	Profundidad promedio (m)
E1	39	0,31
E2	14	0,26
E3	42	0,36
E4	9	0,20
E5	12	0,27
E6	23	0,24
E7	10	0,30
E8	13	0,43

El cuerpo de agua se destaca por ser poco profundo, no superando en ninguna estación el metro de profundidad, mientras que el ancho varía ampliamente a través de las distintas estaciones, fluctuando desde los 9 m en la estación más angosta a los 42 m en la estación más ancha.

## **5.4 Evaluación del Paisaje**

Según Muñoz-Pedreros y Larraín (2002), el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, y al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se tiene una visión sistémica o ecológica, por lo que en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella.

En la actualidad se ha avanzado mucho en el estudio de los aspectos visuales del paisaje comprendiendo desde la mera descripción a una clasificación en unidades y desde el estudio de la percepción visual a la determinación de la calidad y fragilidad visual del mismo. Generalmente los métodos desarrollados se encaminan a la obtención de estos dos valores de calidad y fragilidad por considerar que son los que mejor determinan la necesidad de protección o conservación de un paisaje (Bosque *et al.*, 1997).

El método utilizado en el área de estudio para la evaluación del paisaje es indirecto, ya que son los más numerosos y antiguos en la evaluación del paisaje percibido. Estos analizan y describen sus componentes o sus categorías estéticas.

### **5.4.1 Análisis de visibilidad**

Se establecieron cuatro puntos de observación (figura 50) para la descripción visual del área de estudio identificando sus componentes más relevantes que conforman el paisaje a través de todo el sector del Humedal de Mantagua. A continuación se presentan las coordenadas de los puntos de observación establecidos.

**Tabla 30:** Localización de los puntos de observación.

Punto de Observación	Coordenadas UTM 19H	
	Este	Norte
1	266378	6358942
2	383039	6358915
3	266035	6359006
4	265495	6358914



**Figura 50:** Ubicación de los puntos de observación (PO).

### Punto de Observación 1



**Figura 51:** Vista desde Punto de Observación N° 1 en dirección al norte.



**Figura 52:** Vista desde Punto de Observación N° 1 en dirección al este.

Hacia el norte se observa el meandro del humedal, el cual favorece la existencia de fauna, especialmente comunidades de aves costeras y peces, también se aprecian dunas y vegetación palustre. En el oeste se observa la ribera del humedal y en el fondo pequeñas dunas. Hacia el sur el obstáculo visual lo generan las plantaciones de Eucalipto. Hacia el este predomina la vegetación asociada a especies introducidas como el Eucalipto y matorral esclerófilo, además se aprecia la vegetación de ribera.



## Punto de Observación 2



**Figura 53:** Vista desde Punto de Observación N° 2 en dirección al norte.



**Figura 54:** Vista desde Punto de Observación N° 2 en dirección al oeste.

Desde el puente se visualiza en primer plano el cuerpo de agua, hacia el norte se observan dunas cubiertas por su vegetación correspondiente y de fondo se observan plantaciones de Pinos. Al oeste se presenta la vegetación de ribera, junto con los totorales y las praderas inundables, además el meandro del humedal. Al sur se observan dunas con su correspondiente vegetación, además de vegetación de ribera. Hacia el este en primer plano



se observa una cortina de plantaciones de eucaliptos y formaciones esclerófilas, seguido por el cuerpo de agua correspondiente al humedal con la vegetación de ribera.

### **Punto de Observación 3**



**Figura 55:** Vista desde Punto de Observación N° 3 en dirección al suroeste.



**Figura 56:** Vista desde Punto de Observación N° 3 en dirección al norte.

Hacia el norte lo primero que se observa son las plantaciones de Pino que cubren todo el horizonte. Al oeste hay praderas inundadas junto con totorales. Al sur de fondo se aprecia el campo dunar cubierto por vegetación con características halófila y xerófila. Hacia el este lo principal es la cortina de plantaciones de Eucaliptos que se observa en el fondo.

#### Punto de Observación 4



**Figura 57:** Vista desde Punto de Observación N° 4 en dirección al norte.



**Figura 58:** Vista desde Punto de Observación N° 4 en dirección al oeste.

Hacia el norte se observa el campo dunar cubierto por vegetación xerófila y suculenta. Al oeste de fondo se aprecia el borde costero, además es posible observar la vía férrea, por donde es trasladado el material de CODELCO. Hacia el sur, en el fondo se observa el campo dunar y plantaciones de Eucalipto, también se aprecian totorales en el borde del humedal. Al Este están los totorales y de fondo se ven las plantaciones de Eucaliptos y vegetación esclerófila.

#### 5.4.2 Caracterización de las Unidades de Paisaje

El estudio del paisaje se realizó mediante la evaluación y descripción de cada uno de sus componentes, evaluando la calidad y fragilidad visual del paisaje local adecuándose al área de estudio. La descripción de las unidades de paisaje se efectuó en términos de las variables físico-espaciales, biótica y antrópicas. El paisaje local presenta 3 unidades de paisaje (UP) (figura 54).

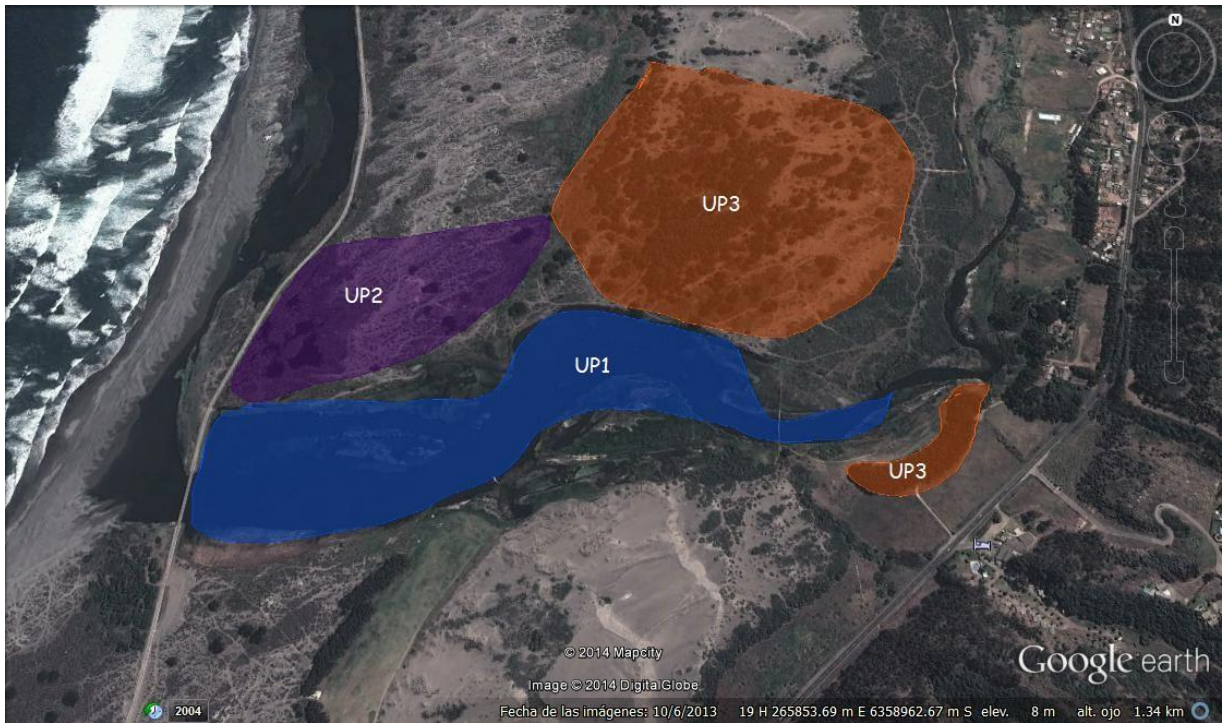
La primera (UP 1) corresponde al cuerpo de agua léntico y praderas inundables. Es una unidad que representa un importante hábitat, zona de reproducción y alimento para la fauna silvestre del lugar. Ayuda a controlar inundaciones, ya que actúa como grandes esponjas y puede almacenar excedentes de agua en épocas de fuertes lluvias. Una de las amenazas que presenta esta unidad es el sobrepastoreo que hay en esta zona, ya que de alguna manera va degradando y modificando las características naturales. El cuerpo de agua léntico atraviesa casi toda la zona en forma de meandro y en épocas de invierno a veces se comunica con el mar. En la unidad se puede encontrar vegetación flotante libre, es decir, que pueden flotar sobre o bajo la superficie. También vegetación flotante enraizada, como el pinito de agua (*Myriophyllum aquaticum*) y vegetación palustre como la totora (*Thypha angustifolia*), trome (*Scirpus californicus*). La fauna corresponde a aves costeras, peces, anfibios y mamíferos, que viven y se alimentan en el agua. La profundidad de éste no supera el metro y se realizan actividades de navegación como el kayak.

La segunda unidad de paisaje (UP 2), corresponde a las dunas, la cual cubre una importante superficie dentro del paisaje del humedal. Son ocupadas por una variada gama de organismos que las utilizan como lugares de alimentación, de refugio, de nidificación, o simplemente como un parche heterogéneo en la uniformidad relativa del ambiente costero. La vegetación está representada principalmente por especies como el vautre (*Baccharis concava*), doca (*Carpobrotus equilaterus*), y junco (*Scirpus nodosus*). Además en esta unidad se desarrollan básicamente plantas herbáceas y arbustivas, tolerantes a medios de extrema salinidad, a vientos fuertes y a la acción de mareas altas. En la fauna, los reptiles presentan

pocas especies que pueden soportar las condiciones extremas que imperan en las dunas. Las aves, con gran capacidad de desplazamiento y homeotermia fisiológica, visitan, igualmente las dunas primarias o estabilizadas, como lo es la gaviota de Franklin (*Larus dominicanus*), que se alimenta y pernocta en las dunas. Entre los mamíferos, los roedores son el grupo más invasivo hacia el ambiente de las dunas. Por ejemplo el cururo (*Spalacopus cyanus*), una especie que habita en esta zona y que presenta adaptaciones a la vida subterránea. La intervención antrópica existe, y es generada por jeeperos que transitan por esta zona, además de la caza de conejos que es otra amenaza que debe enfrentar día a día esta unidad.

La tercera unidad de paisaje (UP 3) corresponde a plantaciones de Pino (*Pinus radiata*) y Eucalipto (*Eucalyptus glubulus*) adulto, denominadas como especies exóticas. La conversión de bosque nativo a plantaciones de especies exóticas, son una de las principales causas de la pérdida de éste. Esta unidad cubre un importante porcentaje de terreno y es posible su observación en casi cada sector del humedal. Un aspecto atribuido a las plantaciones de especies exóticas es que disminuyen la productividad de los suelos por la demanda de nutrientes de las especies de rápido crecimiento, esto puede ser perjudicial para la vegetación que rodea o crece cerca de esta unidad.





**Figura 59:** Unidades de Paisaje establecidas en el área de estudio.

#### 5.4.2.1 Evaluación de la Calidad y Fragilidad Visual de las Unidades de Paisaje

##### I. Unidad de Paisaje 1: Cuerpo de agua léntico y praderas inundables

A continuación se presenta la evaluación de la calidad y fragilidad visual para la unidad de paisaje cuerpo de agua léntico y praderas inundables.

**Tabla 31:** Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°1

Morfología (M)	Vegetación (V)	Agua (A)	Fauna (F)	Color (C)	Fondo escénico (E)	Singularidad o rareza (S)	Actuación humana (H)
Baja	Media	Alta	Alta	Media	Media	Media	Alta
1	3	5	5	3	3	3	5
<b>CALIDAD VISUAL : 28 puntos</b>							

De acuerdo a la valoración de la Tabla 31, esta unidad presenta una calidad visual media con características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.

Los elementos que elevan la calidad visual de la unidad son la fauna, ya que en la parte de las praderas inundables se encuentra una gran diversidad de aves terrestres y acuáticas. El agua es un factor dominante en esta unidad, siendo de gran importancia para la fauna del lugar. Además esta unidad no presenta intervenciones humanas estéticamente no deseadas, lo que eleva la calidad de esta unidad.

**Tabla 32:** Evaluación de la fragilidad Visual Unidad de Paisaje N°1

BIOFÍSICO				VISUALIZACIÓN			SINGULARIDAD	VISIBILIDAD
Pendiente (P)	Densidad vegetacional (D)	Contraste vegetacional (C)	Altura vegetacional (h)	Tamaño CV (T)	Forma CV (F)	Compatibilidad (O)	Unicidad del paisaje (U)	Accesibilidad (A)
Baja	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Media	Alta
1	3	3	3	2	3	3	2	3
<b>FRAGILIDAD VISUAL: 23 puntos</b>								

De acuerdo a la valoración de la Tabla 32, esta unidad presenta una fragilidad visual alta.

Los elementos que elevan la fragilidad de esta unidad es la densidad vegetacional, porque presenta grandes espacios sin vegetación con agrupaciones aisladas. Además la altura de la vegetación no sobrepasa los 2 metros de altura. El elemento que disminuye la fragilidad corresponde a la pendiente, presentándose con un plano horizontal, ya que mientras menor sea la pendiente, menor es la fragilidad.

## II. Unidad de Paisaje 2: Dunas

A continuación se presenta la evaluación de la calidad y fragilidad visual para la unidad de paisaje de las dunas.

**Tabla 33:** Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°2.

Morfología (M)	Vegetación (V)	Agua (A)	Fauna (F)	Color (C)	Fondo escénico (E)	Singularidad o rareza (S)	Actuación humana (H)
Alta	Media	Baja	Media	Media	Baja	Media	Media
5	3	0	3	3	1	3	3
<b>CALIDAD VISUAL : 21 puntos</b>							

De acuerdo a la valoración de la Tabla 33, esta unidad presenta una calidad visual media con características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.

La morfología corresponde al elemento que eleva la calidad visual de la unidad, por su relieve marcado, correspondiente a un sistema de dunas. Los elementos que disminuyen la calidad visual son la vegetación y otros componentes que hacen que esta unidad tenga un paisaje bastante común en la región.

**Tabla 34:** Evaluación de la fragilidad visual Unidad de Paisaje N°2.

BIOFÍSICO				VISUALIZACIÓN			SINGULARIDAD	VISIBILIDAD
Pendiente (P)	Densidad vegetacional (D)	Contraste vegetacional (C)	Altura vegetacional (h)	Tamaño CV (T)	Forma CV (F)	Compatibilidad (O)	Unicidad del paisaje (U)	Accesibilidad (A)
Media	Media	Alta	Alta	Media	Media	Alta	Baja	Media
2	2	3	3	2	2	3	1	2
<b>FRAGILIDAD VISUAL: 23 puntos</b>								

De acuerdo a la valoración de la Tabla 34, esta unidad presenta una fragilidad visual media.

Los elementos que incrementan la fragilidad de esta unidad es la vegetación, ya que se representa por especies arbustivas y herbáceas, con contrastes poco evidentes. Los factores que disminuyen la fragilidad corresponden a la ausencia de elementos singulares.

### III. Unidad de Paisaje 3: Plantaciones de pino y eucalipto

A continuación se presenta la evaluación de la calidad y fragilidad visual para la unidad de paisaje plantaciones de pino y eucalipto.

**Tabla 35:** Evaluación de la Calidad Visual Unidad de Paisaje N°3.

Morfología (M)	Vegetación (V)	Agua (A)	Fauna (F)	Color (C)	Fondo escénico (E)	Singularidad o rareza (S)	Actuación humana (H)
Baja	Media	Baja	Media	Media	Media	Baja	Media
1	3	0	3	3	3	1	3
<b>CALIDAD VISUAL : 17 puntos</b>							

De acuerdo a la valoración de la Tabla 35, esta unidad presenta una calidad visual baja, representada por características y rasgos comunes en la región.

Los elementos que disminuyen la calidad visual de esta unidad son la ausencia del factor agua, la poca singularidad y el paisaje adyacente monótono, ya que es bastante común en la región. A demás esta unidad se encuentra afectada por algunas modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad.

La presencia de fauna y vegetación son elementos que incrementan de alguna manera la calidad visual, además del contraste que posee el suelo, roca y vegetación.



**Tabla 36:** Evaluación de la fragilidad visual Unidad de Paisaje N°3.

BIOFÍSICO				VISUALIZACIÓN			SINGULARIDAD	VISIBILIDAD
Pendiente (P)	Densidad vegetacional (D)	Contraste vegetacional (C)	Altura vegetacional (h)	Tamaño CV (T)	Forma CV (F)	Compatibilidad (O)	Unicidad del paisaje (U)	Accesibilidad (A)
Baja	Baja	Media	Baja	Media	Media	Alta	Baja	Media
1	1	2	1	2	2	3	1	2
<b>FRAGILIDAD VISUAL: 23 puntos</b>								

De acuerdo a la valoración de la Tabla 36, esta unidad presenta una fragilidad visual media.

Los elementos que disminuyen la fragilidad de esta unidad son los bosques adultos, especialmente si son con cobertura densa y planos. La pendiente es otro factor que influye, ya que es baja y presenta la ausencia de elementos singulares.

Finalmente en la Tabla 37 se presenta un resumen que corresponde a la valoración obtenida en cada Unidad de Paisaje.

**Tabla 37:** Síntesis de la Calidad y Fragilidad Visual de las Unidades de Paisaje.

Unidad de Paisaje	Calidad Visual	Fragilidad Visual
UP 1: Cuerpo de agua léntico y praderas inundables	MEDIA	ALTA
UP 2: Dunas	MEDIA	MEDIA
UP 3: Plantaciones de pino y eucalipto	BAJA	MEDIA

Las principales críticas que menciona Muñoz-Pedrerros (2004), apuntan a que el esfuerzo realizado por dotarlo de objetividad y consistencia termina valorando cosas que podrían no tener nada que ver con la calidad visual o la belleza de un paisaje.

Para Muñoz-Pedrerros (2004), el análisis de los resultados de la evaluación y fragilidad del paisaje establecerá un ordenamiento decreciente de los paisajes en relación a su valoración visual y su interpretación a través de sus componentes, en una gradiente de transformación, desde un área recién incendiada a un bosque nativo prístino.

Todo esto permitirá establecer el potencial de desarrollo del turismo y de recreación. La valoración visual final se integrará a los valores de fragilidad, ya que esta combinación calidad-fragilidad es útil en la gestión territorial.

**Tabla 38:** Capacidad de uso de un paisaje según sus características, Muñoz-Pedrerros, 2004.

Clase	Características		Uso
	Calidad	Fragilidad	
1	Alta	Alta	Conservación
2	Alta	Media	Turismo/recreación de bajo impacto
3	Alta	Baja	Turismo/recreación
4	Media	Alta/media	Según estudios más profundos puede incorporarse a 2 ó 1
5	Baja	Alta/media	Según estudios más profundos puede incorporarse a 6
6	Baja	Baja	Localización de actividades de alto impacto visual

Los resultados obtenidos en la evaluación de las tres Unidades de Paisaje, pueden presentar distintos usos, todo va a depender del valor final que se haya obtenido en la Calidad y Fragilidad Visual.

Según lo establecido en la Tabla 38, el uso que se le puede dar a la Unidad de Paisaje 1 corresponde al de conservación y/o turismo/recreación de bajo impacto, ya que posee una clase 4, es decir, una calidad visual media y una fragilidad alta.

La Unidad de Paisaje 2 presenta una clase 4, con una calidad y fragilidad media. Por lo tanto el uso que puede tomar ésta unidad está referido a la conservación y/o turismo/recreación de bajo impacto.

Y finalmente a la Unidad de Paisaje 3 se le asigna la clase 5, ya que presentó una calidad baja y una fragilidad media, por lo cual se le daría el uso para la localización de actividades de alto impacto visual.

## 5.5 Propuesta de zonificación

Se ha visto que el humedal presenta un gran número de perturbaciones, que afectan directamente la biodiversidad del lugar, por ejemplo el ruido que produce el tránsito del tren que transporta materiales de CODELCO, pudiendo afectar los ciclos de vida de las especies que habitan en el humedal.

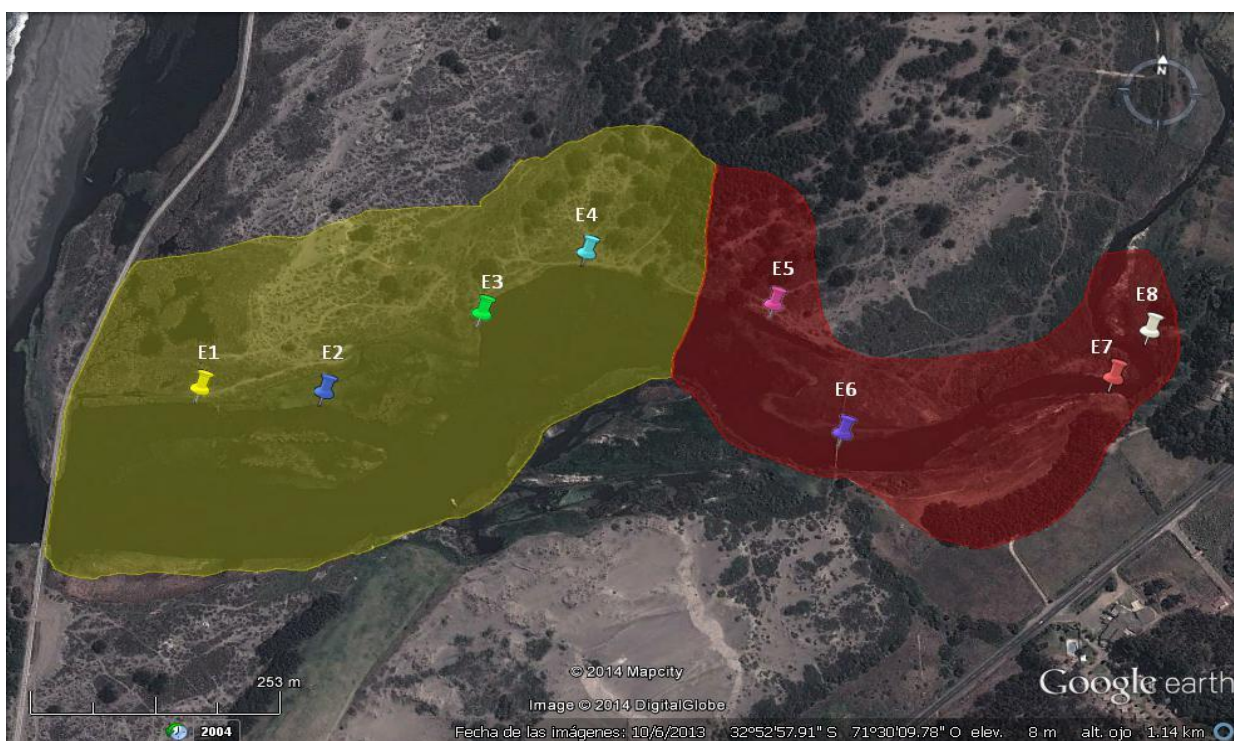
Otra de las perturbaciones que afectan al humedal son los vehículos 4x4 que transitan por las dunas, playa y desembocadura de la laguna, donde muchas aves tienen sus sitios de descanso y/o nidificación (Figueroa *et al.*, 2009). Lo expresado por este autor se hace evidente por las marcas que dejan los autos en suelo entre las estaciones E1 y E5.

Además progresivamente los sectores cercanos al humedal ven el florecimiento de centros turísticos y proyectos inmobiliarios que se instalan en sus riberas o en las dunas y lomas circundantes. Mantagua está expuesto a un gran deterioro ambiental y eventualmente a su desaparición si tales proyectos no consideran las variables ambientales dentro de sus planes de desarrollo (Simeone *et al.*, 2008).

La zonificación propuesta se basa en el porcentaje de especies advenas, nativas y endémicas, además de la acción antrópica. Se definieron 2 zonas (Zona de recuperación y Zona de uso intensivo), basadas en las zonas propuestas por Oltremari y Thelen (2003) y considerando la tabla 16 de la Metodología. La zonificación fue aplicada en cada estación de muestreo dependiendo de los factores de fragilidad y unicidad, como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 39:** Factores para la propuesta de zonificación.

Estación	Origen (%)			Unicidad	Fragilidad	Zonas
	Nativo	Endémico	Adveno			
E1	53,8	15,4	30,8	Media alta	Baja	Zona de recuperación
E2	50	8,3	41,7	Media	Baja	Zona de recuperación
E3	61,1	11,1	27,8	Media alta	Baja	Zona de recuperación
E4	70,8	6,3	22,9	Media alta	Baja	Zona de recuperación
E5	80,0	4,6	15,4	Alta	Baja	Zona de uso intensivo
E6	69,7	6,7	23,6	Media alta	Baja	Zona de uso intensivo
E7	69,6	10,8	19,6	alta	Baja	Zona de uso intensivo
E8	65,5	3,5	31,0	Media alta	Baja	Zona de uso intensivo



**Figura 60:** Propuesta de zonificación del área de estudio.

Para las cuatro primeras estaciones se determinó una zona de recuperación, ya que se presentan algunos sectores donde la vegetación natural y el suelo han sido alterados, ya sea por la misma acción antrópica o por causa del ganado. Además existen concentraciones importantes de especies exóticas como lo son las plantaciones de pino.

Las estaciones E5 hasta la E8 fueron zonificadas como zonas de uso intensivo, ya que estas estaciones presentan una mayor concentración de uso público. También contiene recursos naturales apropiados para ser usados en educación ambiental, ya sea la fauna y vegetación del lugar, la calidad escénica y el paisaje que se aprecia.

- 1. Zona de recuperación:** Zona transitoria de alrededor de 744 metros de largo aproximadamente. Esta zona se refiere a áreas en donde existe mayor concentración de especies exóticas (como lo demuestra la estación E2 con un total de 50% de especies advenas). Las estaciones que se encuentran en esta zona presentan alguna alteración en el suelo y vegetación, ya sea por la basura y excrementos de ganado hallados en el lugar.



**Figura 61:** Excremento de caballo hallado cerca de la estación E4.

El objetivo general de la propuesta de esta zona, es la limpieza y mantención del área, ya que se encuentra alterada y deteriorada debido a la basura que es arrojada por la gente que visita el lugar.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Realizar operativos para la limpieza del área.
- ✓ Detener la degradación y restaurar las condiciones naturales de la fauna, vegetación y suelo, mediante la implementación de cercos que de alguna manera delimiten y restrinjan el paso del ganado y el acceso inadecuado de las personas al humedal.
- ✓ Aumento de la vegetación autóctona, implementando la forestación de especies nativas o endémicas que existen en el lugar.
- ✓ Conservar el lugar para la mantención de la biodiversidad.

Se proponen realizar operativos de limpieza cada tiempo determinado, ayudando a la mantención del sector. Además de implementar la construcción de cercos para delimitar las áreas, contribuyendo a la protección y conservación de la biodiversidad. Se pueden realizar actividades con colegios u otras instituciones, fomentando la forestación de especies nativas y endémicas en el humedal.

**2. Zona de uso intensivo:** Abarcan las últimas estaciones E5, E6, E7 y E8, con una longitud de 765 metros aproximadamente.

Orientada a la concentración del uso público. Las estaciones comprendidas poseen recursos naturales que resultan atractivos para los visitantes por su calidad escénica. Se sabe que en esta zona transita un mayor número de personas, con el fin de realizar actividades como ecoturismo, educación ambiental, recreación, investigación o monitoreo ambiental.

El objetivo general de la propuesta de esta zona, es el manejo apropiado del área, conservando la biodiversidad y el paisaje natural, de manera que las actividades que se realizan en el lugar sean compatibles con la conservación del humedal.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Establecer y mejorar los senderos y áreas específicas para la observación de biodiversidad, de manera de no afectar y disminuir otros sectores.
- ✓ Permitir la realización de actividades que no alteren las características naturales que posee el lugar, ya sean investigaciones científicas, educación ambiental, etc.

En el área se podrán realizar actividades de tipo turística, educativa y ambiental. Se propone mejorar los senderos existentes en el área, despejando las malezas y en caso, de no haber dicho sendero, implementar uno; lo que permitirá mejorar las condiciones en que transitan las personas cuando se desplazan por el sector. De igual manera, se pueden instalar señaléticas que orienten al usuario a realizar correctamente las actividades, además de basureros para que las personas boten sus residuos allí y no en cualquier parte.





**Figura 62:** Actividad de Kayak realizándose en el cuerpo de agua del humedal.

Pese a que algunos cuerpos lacustres han sido reconocidos a nivel internacional como es el caso de los 12 sitios RAMSAR, que albergan flora, fauna terrestre y acuática de interés, con alta diversidad de especies.

La realidad es que la mayor parte de los humedales carece de status de protección ambiental y programas de manejo que ayuden a equilibrar explotación/conservación. Esta situación en general, se ve agudizada por la falta de información sobre su dinámica hidrológica, biológica y ecológica (Figueroa *et al.*, 2009). Es por esta razón que buscamos con este trabajo aumentar la información disponible sobre flora y fauna para poder elevar el estado de protección de Sitio Prioritario 2 a Santuario de la Naturaleza, de acuerdo a la estrategia nacional para la conservación de humedales, impulsada por CONAMA, 2005.

## 6 Conclusión

El humedal de Mantagua está compuesto por distintos ambientes como son las dunas, el meandro del estero de Quintero, los totorales, los matorrales, las praderas y las plantaciones de pino y eucalipto, las que para el presente estudio, se representaron en 11 unidades ambientales.

La unidad ambiental con mayor cobertura dentro del humedal es el Matorral dunario de *Baccharis cóncava* con *Carpobrotus aequilaterus* con 15,3 ha y la de menor cobertura es el Arbolado de *Myoporum laetum* con 0,47 ha. Cabe señalar que más del 10% del terreno considerado para este estudio, corresponden a plantaciones de Pino y Eucalipto, los cuales son las unidades ambientales con mayor índice de artificialización.

La flora del humedal de Mantagua está compuesta por 49 especies, de las cuales el 47% son advenas. Además las formas de vida que predominan son los hemcriptófitos con 15 especies (31%), seguidos por los nanofanerófitos con 11 especies (23%). El alto porcentaje de especies advenas sumado al gran número de hemcriptófitos, indica que esta zona se encuentra con un alto grado de antropización.

Por otro lado, la fauna del humedal está representada por clases de vertebrados, tales como, peces, reptiles, aves y mamíferos. En cuanto a la riqueza, se registró un total de 81 especies, siendo las aves la clase más representativa del humedal de Mantagua, con un total de 70 especies.

Se encontró solo 1 especie en la categoría En Peligro; *Spalacopus cyanus* (Cururo), 3 especies en categoría Vulnerable; *Gallinago paraguaiiae* (Becacina), *Phylodrias chamissonis* (Culebra de cola larga), y *Odontesthes brevianalis* (Cauque del norte), 3 especies en categoría Rara; *Heteronetta atricapilla* (Pato rinconero), *Ardea cocoi* (Garza cuca) y *Ixobrychus involucris* (Huairavillo), 1 especie Insuficientemente Conocida; *Anas platalea* (Pato cuchara), 2 especies con Preocupación Menor; *Liolaemus chilensis* (Lagarto chileno) y *Liolaemus lemniscatus* (Lagartija lemniscata), por último se encontró 1 especie Fuera de peligro; *Mugil cephalus*

(Lisa). El resto de las especies no han sido evaluadas dentro de ningún criterio de conservación.

El cuerpo de agua del humedal se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la Norma Chilena NCh1333. Of 78 “Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos”, en este caso para aguas destinadas a la vida acuática.

Sin duda la presión del desarrollo urbano (viviendas e infraestructura que se encuentran en la cuenca de los lagos, los asentamientos poblacionales y el uso urbano del suelo, el uso recreacional y habitacional, las redes y sistemas de urbanización, drenaje de aguas subterráneas, alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias) inciden radicalmente en el proceso de eutrofización.

Respecto de la evaluación visual del paisaje, los factores que incidieron mayormente en el valor Medio-Bajo de Calidad Visual de las Unidades de Paisaje, se relacionan fundamentalmente con: la geomorfología, la variedad de vegetación, la posibilidad de observar fauna de interés, la presencia de cuerpos de agua y la singularidad o rareza del paisaje, similar a otros en la región

Por su parte, los factores que inciden mayormente en el valor Medio-Alto de la Fragilidad Visual de las Unidades de Paisaje, se relacionan fundamentalmente con: la pendiente, la vegetación (densidad, contraste y altura), las cuencas visuales (tamaño y compacidad), la singularidad o unicidad del paisaje (interesante pero habitual) y la accesibilidad visual o inter-visibilidad.

Es necesario tener presente que los resultados de los análisis en cuanto a calidad y fragilidad visual están referidos a las Unidades de Paisaje (UP) evaluadas, indicadas con anterioridad.

Con respecto a la Unidad de Paisaje 1 (UP 1) correspondiente a las Praderas inundables y los totorales, se obtuvo una Calidad Visual media y una Fragilidad alta. Para el caso de la Unidad de Paisaje 2 (UP 2) correspondiente a las Dunas, ésta presentó una Calidad Visual y una

Fragilidad media. Finalmente la Unidad de Paisaje 3 (UP 3) correspondiente a las Plantaciones de pinos y eucaliptos, consiguió una Calidad Visual baja y una Fragilidad media.

Es de gran importancia que el estudio del paisaje se incluya en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente a ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

Muchas son las perturbaciones que afectan al humedal entre las que podemos destacar los vehículos 4x4, el crecimiento inmobiliario, el ganado que transita por el sector, los animales domésticos que acompañan a los visitantes, el ruido que produce el paso del tren, entre otros. Por lo que se hace indispensable proponer medidas que ayuden al humedal a su conservación y preservación, teniendo en cuenta esto, se propuso una zonificación del lugar, en donde se establecieron dos áreas, la primera la Zona de Uso Intensivo, la que busca un manejo apropiado del área, de manera que las actividades que se realizan en el lugar sean compatibles con la conservación del humedal y la segunda área llamada Zona de Recuperación, busca la limpieza del área, detener la degradación del sector y reemplazar las especies exóticas por nativas o endémicas.

El aporte que entrega la propuesta de zonificación al Humedal de Mantagua, constituye en el establecimiento de zonas con distintos usos, que de alguna manera ayudarán y facilitarán el manejo del lugar, permitiendo la conservación de la biodiversidad.

## 7 Bibliografía

- Aguiló, M; et al (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodologías*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid.
- Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M., Figueroa, A. (2011). *Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos*. Ministerio del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección General de Aguas. Santiago, Chile. 49 pp.
- Astorga, D. y Manríquez, V. (2009). *Contribución Ecológica del Santuario de la Naturaleza Laguna el Peral, Comuna el Tabo, Región de Valparaíso, Chile*. Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Valparaíso, Chile.
- Astrálaga, M. (2006). *La Convención Ramsar y los ecosistemas de Manglar*. Consejera Principal para las Américas Secretaría de la Convención Ramsar. Gland, Suiza. 6 pp.
- Aves de Chile (2014). [En línea]. [Ref. Marzo, 2014]. Disponible en: <http://www.avesdechile.cl>
- Benoit, I. (1989). *Libro Rojo de la flora Terrestre de Chile (Primera parte)*. CONAF. Santiago, Chile, 157 pp.
- Berlanga-Robles, C., Ruiz-Luna, A. y Lanza, G. (2008). *Esquema de Clasificación de los Humedales en México*. Investigaciones Geográficas, 66: 25-46.
- Bienzzo, J y Quintana, J. (2007). *Caracterización Ecológica y causas de la Instauración de una Formación Vegetacional Palustre en el Estero de Viña del Mar, V Región de Valparaíso, Chile*. Trabajo de Tirulación para optar al título de Ingeniero Ambiental,

Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Valparaíso, Chile.

Blanco, D., de la Balze, V., Benzaquén, L., Lingua, G y Schlatter, R. (eds.) (2004). *Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad*. Publicación Nº 19. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 29 pp.

BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management). (1980). *Visual simulation techniques*. Gubernament Printing Office, Washington D.C.

Bosque, J., Gómez, M., Rodríguez, A., Rodríguez, V., Vela, A. (1997). *Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un sig*. Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.

Branco, J. (2007). *Avifauna acuática do Saco da Fazenda (Itajaí, Santa Catarina, Brasil): uma década de monitoramento*. Revista Brasileira de Zoologia 24 (4): 873–882.

Brito, J. 1999. Vertebrados del humedal La Reserva Nacional El Yali y su costa, Santo Domingo, Chile Central. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 24: 121-126.

Bustos, G., y Valencia, J. (2006). *Caracterización del medio biótico y determinación de la calidad de las aguas de la microcuenca del estero Quintero, V región, Chile*. Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales. Valparaíso, Chile.

Campos, H. (1994). *Evaluación de la carga de Fósforo y Nitrógeno en el lago Villarrica*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Santiago. Chile.

- CEDREM consultores Ltda. (2012). *Caracterización de flora y vegetación*. ANEXO D. Compañía Minera Casale. Santiago, Chile. 8 pp.
- Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente – CIPMA. (2003). *Las Áreas Silvestres Protegidas y la Conservación de Espacios Naturales*. Manual para Guardaparques. Parte I. 62 pp.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (1982). *Seminario sobre: Tecnología de Trigo*. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola. CIAAB Colonia, Uruguay. 180 pp.
- CODEFF. (1999). *Las áreas silvestres protegidas privadas en Chile. Una herramienta para la conservación*. 96pp.
- CONAMA. (2005a). *Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas*. Gobierno de Chile. 18 pp.
- CONAMA. (2005b). *Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile*. Gobierno de Chile. 30 pp.
- CONAMA. (2008). *Manual Práctico Administración Responsable de Sitios con Biodiversidad Región de Valparaíso*. Gobierno de Chile. 16 pp.
- CONAMA. (2009). *Especies amenazadas de Chile: Protejámosla y evitemos su extinción*. Gobierno de Chile. Volumen 1. 122 pp.
- CONAMA-PNUD. (2005). *Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad Biológica*. Valparaíso. 225 pp.

- Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile (2005). *Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo*. 1º ed. Luna Quevedo, D. (ed.). Santiago. Chile. 136 pp.
- Correa-Araneda, F., Urrutia, J., y Figueroa, R. (2011). *Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos del agua dulce de Chile*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 325-340.
- Cruz, G. (2010). *Cartografía de la Vegetación como base de Planificación*. Trabajo presentado en la clase de Planificación de Uso y Conservación de Ecosistemas Naturales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago.
- DS Nº 29/2011. *Aprueba Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación*. Ministerio de Medio Ambiente. Diario Oficial, Santiago, Chile, 26 de julio de 2011.
- Escribano, R., Frutos, M., Iglesias, E., Mata, E., Torrecilla, I. (1987). *El Paisaje*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaria de Estado para las políticas del Agua y Medio Ambiente. Madrid
- Etienne, M. y Prado, C. (1982). *Descripción de la vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras*. Ciencias Agrícolas Nº 10. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 120 pp.
- Fernández, J. (2011). *Valoración del ecosistema Humedal Campiche: propuesta de líneas de acción para su conservación y uso racional*. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Valparaíso, Chile.



- Figuerola, R., Suarez, M., Andreu, A., Ruiz, V y Vidal-Abarca, M (2009). *Caracterización Ecológica de Humedales de la Zona Semiárida en Chile Central*. Gayana bot, 73, 76-94.
- Frugone, F. (2006). *Informe de Paisaje y Recursos Escénicos*. Anexo XIII. Poch Ambiental S.A. Santiago, Chile. 17pp.
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica*. 1ª ed., Editorial Universitaria. Chile. 165 pp.
- Garín, C. y Hussein, Y. (2013). *Guía de Reconocimiento de Anfibios y Reptiles de la Región de Valparaíso*. Espinoza A. y D. Benavides eds. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 63 pp
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C. y Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. España: Pearson Educación.
- González, C. (2005). *Biodiversidad Vegetal Acuática de los Humedales del rio Chepu (Chiloé, Región de los Lagos, Chile)*. Tesis de grado para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Austral, Valdivia, Chile.
- Granizo, F. (2011). *El estado trófico de la laguna de Limoncocha en el período (febrero 2010 – enero 2011)*. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- Guzmán, J. (2011). *Propuesta de Rehabilitación Ambiental, para Humedales Costeros, en Zonas Mediterráneas*. Trabajo de titulación para optar al Grado de Magister en Gestión Ambiental, Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Valparaíso, Chile.

- Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F., Muñoz-Pedreras, A. (2002). *Clasificación y Caracterización de la Flora y Vegetación de los Humedales de la Costa de Toltén (IX Región, Chile)*. Gayana bot, 59, 87-100.
- Hauenstein, E., Peña-Cortés, F., Beltrán, C., Tapia, J., Vargas-Chacoff, L., Urrutia, O. (2014). *Composición Florística y Evaluación de la Degradación del Bosque Pantanoso Costero de Temu-Pitra en la Región de la Araucanía, Chile*. Gayana bot, 71, 43-57.
- Henríquez, J. (2013). *Zonificación Ambiental basada en la Fauna Vertebrada del Humedal de Mantagua*. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Viña del Mar, Viña del Mar. Chile.
- Iturriaga, L. (2013). *Informe Técnico sobre el Humedal de Mantagua, un Ecosistema muy fragil que merece Conservarse*. Universidad Andres Bello, Valparaíso, Chile. 28 pp.
- Iturriaga, L. y De la Harpe, J. (2012). *Informe de Línea de Base de Flora, Vegetación y Fauna Vertebrada del Humedal de Mantagua, Región de Valparaíso*. Presentado para proyecto CORFO de turismo de intereses especiales. Solicitado por Empresa Natural Travel en Posada del Parque. 64 pp.
- Ley Nº 19.473. *Caza y su Reglamento*. Ministerio de Agricultura, Diario Oficial, Santiago, Chile, 27 de septiembre de 1996.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Prter, M. (2004). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más Dañinas del Mundo*. Grupo de Especialistas de Especies Invasoras. UICN. 12pp.
- MACROFOREST, 2010. *Proyecto línea base de biodiversidad humedal de Mantagua y sistema hidrológico asociado, Comuna de Quintero, Región de Valparaíso*.

Informe preliminar. Documento preparado para el Ministerio del Medio Ambiente. 92 pp.

Marticorena, C. y Quezada, M. (1985). *Catálogo de la flora vascular de Chile*. Gayana (Botánica). 1ª ed. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 42: 1-157.

Mellado, C. (2008). *Caracterización Hídrica y Gestión Ambiental del Humedal de Batuco*. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Mitsch, M. y Gosselink, J. (2007). *Wetlands* (4ª ed.). Hoboken, New Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc. 600 pp.

MMA. (2011). *Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental*. Centro de Ecología Aplicada. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 164 pp.

MMA. (2014). Ministerio de Medio Ambiente. [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-propertyvalue-15616.html>> [consulta: 9 octubre 2014].

Montes, C., Rendon, M., Varela, L., Cappa, M. (2007). *Manual de Restauración de Humedales Mediterráneos*. Consejería del Medio Ambiente. Escandón Ediciones, Sevilla, España. 233 pp.

Moreta, J. (2008). *La eutrofización de los lagos y sus consecuencias*. Trabajo de grado para obtener el título de Tecnólogo en Saneamiento Ambiental, Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Ecuador.

Muñoz-Pedrerros, A. (2004). *La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental*. Revista Chilena de Historia Natural. Vol 77: 130-156.

- Muñoz-Pedrerros, A; Larraín, A. (2002). *Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural. Vol 75: 673-689.
- Naranjo, J. (1993). *Situación de la conservación de la biodiversidad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile*. Parque Nacional Iguazú, Argentina CONAF. 40 pp
- Norma Chilena N° 1333. Of.78. *Requisitos de calidad del agua para diferentes usos*. Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile, 15 de junio de 1978, modificada en 1987.
- Oltremari, J. y Thelen, K. (2003). *Planificación de áreas silvestres protegidas. Un manual para la planificación de áreas protegidas en Chile con especial referencia a áreas protegidas privadas*. 1º ed. CONAMA y FAO. Chile. 169 pp.
- Otero, L. (2011). *Temporalidad de parámetros de calidad en el lago de Yojoa, Honduras*. Trabajo de Master Recursos Geológicos y Geotecnia. Universidad de Oviedo.
- Pozo, Jose. (2011). *Valoración del paisaje aplicada a la ingeniería de taludes*. Departamento Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Escuela superior de Minas. Universidad de Vigo. Vol. 14, 41-67.
- Prieto, M. (2007). *Diagnóstico Ambiental de las características bióticas y abióticas del estero Mantagua, comuna de Quintero, Región de Valparaíso, Chile*. Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Valparaíso, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Valparaíso, Chile.
- Quiroz, S., Moreno, D. (2009). *Guía de Campo Peces Dulceacuícolas de la Región de Valparaíso*. Ed. Fondo de Protección Ambiental CONAMA. Valparaíso, Chile. 94 pp.

- Ramírez, C., Fariña, J., Contreras, D., Camaño, A., San Martín, C., Molina, M., Moraga, P., Vidal, O., Pérez, J. (2014). *La Diversidad Florística del Humedal "Ciénagas del Name" (Región del Maule) Comparada con otros Humedales Costeros de Chile Central*. *Gayana bot*, 71, 108-119.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. 1º Edición. Oxford University Press, London, Inglaterra. Pág. 1-632.
- Rojas, M., Campos, M., Alpízar, E., Bravo, J., Córdova, R. (2003). *El Cambio Climático y los Humedales en Centroamérica: Implicaciones de la variación climática para los ecosistemas acuáticos y su manejo en la región*. UICN, San José, Costa Rica. 38 pp.
- SERNAPESCA. (2008). *Cauque del Norte, Pejerrey de Cola Corta*. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Santiago, Chile. 6 pp.
- Simeone, A., Oviedo, E., Bernal, M., Flores, M. (2008). *Las Aves del Humedal de Mantagua: Riqueza de Especies, Amenazas y Necesidades de Conservación*. *Boletín Chileno de Ornitología*, 1(14), 22-35.
- Soriano, A. y Pancorbo, F. (2012). *Suministro, Distribución y Evacuación interior de agua sanitaria*. España. Marcombo, S.A.
- Squeo, R. (2002). *Libro Rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación*. Región de Coquimbo. Corporación Nacional Forestal. Universidad de La Serena. 1º Edición. Editorial Universidad de La Serena. Serena, Chile. pp 141.
- Ramsar. (1997) *The Ramsar Convention on Wetlands*. [en línea] <[http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671\\_4000\\_2\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671_4000_2__)> [consulta: 10 mayo 2013].

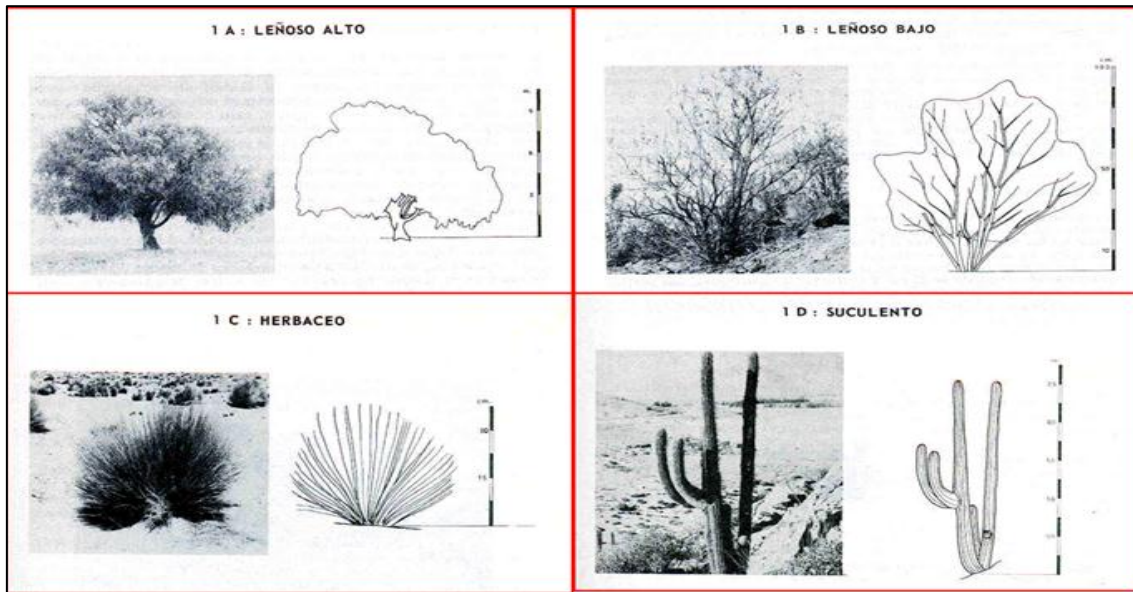
Xianzhao, L., Shanzhong, Q. (2011). *Wetlands environmental degradation in the Yellow River Delta, Shandong Province of China*. *Procedia Environmental Sciences*, 11, 701-705.

Yeomans, W.C. (1986). *Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment*. Foundations for Visual project analysis.

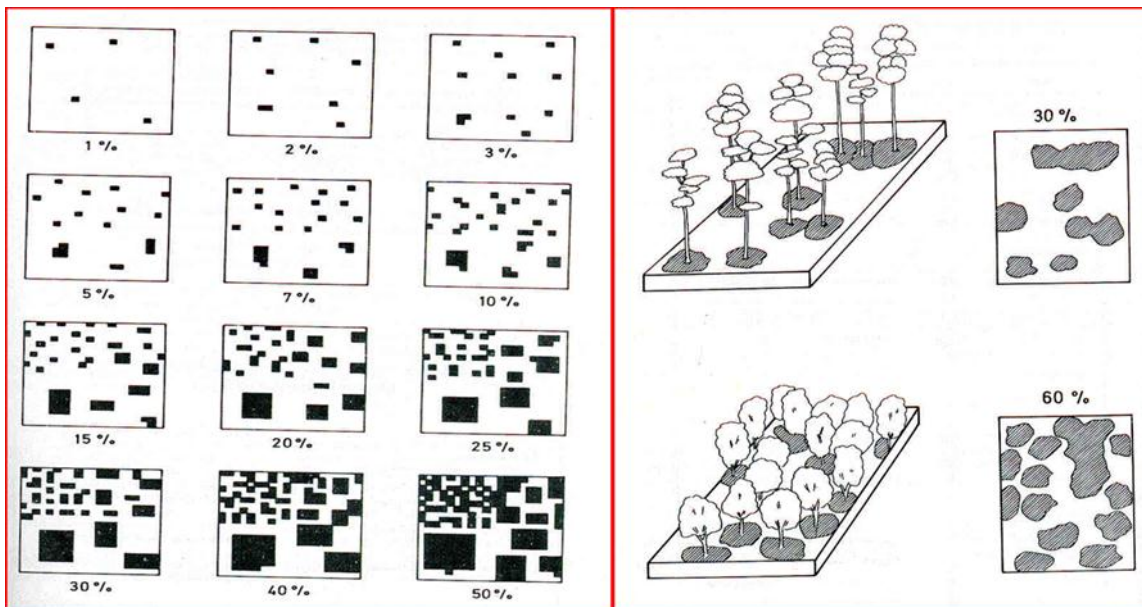
## 8 Anexos

### ANEXO 1: CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS (COT), ETIENNE Y PRADO (1982) (CITADO EN CRUZ, 2010)

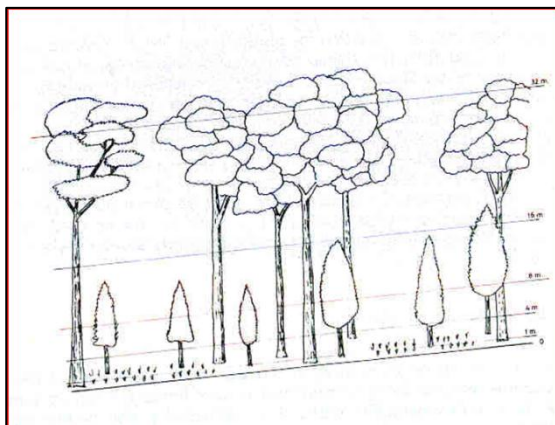
#### Forma biológica



#### Cubrimiento



## Estratificación



Estrata	Código	Ejemplo	
<b>Tipo Leñoso Alto</b>			
2 - 4 m	LA	<i>Porlieria chilensis</i>	Guayacán
4 - 8 m	LA	<i>Acacia caven</i>	Espino
8 - 16 m	LA	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén
16 - 32 m	LA	<i>Laurelia philippiana</i>	Laurel
más de 32 m	LA	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coihue
<b>Tipo Leñoso Bajo</b>			
0 - 25 cm	LB	<i>Atriplex semibaccata</i>	Pasto salado
25 - 50 cm	LB	<i>Haplopappus foliosus</i>	Cuerno de cabra
50 - 100 cm	LB	<i>Flourensia thurifera</i>	Inciense
1 - 2 m	LB	<i>Trevoa trinervis</i>	Tevo
<b>Tipo Herbáceo</b>			
0 - 25 cm	H	<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo
25 - 50 cm	H	<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto ovillo
50 - 100 cm	H	<i>Stipa neesiana</i>	Coirón
1 - 2 m	H	<i>Zea maíz</i>	Choclo
más de 2 m	H	<i>Chusquea coteu</i>	Coihue
<b>Tipo Suculento</b>			
0 - 25 cm	S	<i>Opuntia obovata</i>	Tunilla
25 - 50 cm	S	<i>Eriosyce ceratistes</i>	Sandillón
50 - 100 cm	S	<i>Puya chilensis</i>	Chagual, Cardón
1 - 2 m	S	<i>Eulychnia acida</i>	Quisco
más de 2 m	S	<i>Trichocereus chilensis</i>	Copao

## Grado de artificialización.

Grado de Artificialización	
<b>1</b>	<b>Vegetación clímax</b>
<b>2</b>	<b>Vegetación peniclímax (muy poco influenciada por el hombre)</b>
2.1	Bosque virgen coetáneo o multietáneo
2.2	Exclusiones
<b>3</b>	<b>Terrenos de pastoreo/Bosque nativo manejado</b>
3.0	Pradera natural o terreno de pastoreo en buen estado
3.1	Pradera natural degradada o matorral abierto con pasto degradado y arbustos no ramoneados
3.2	Matorral abierto con pasto muy degradado y/o arbustos ramoneados
3.3	Patos y arbustos muy degradados
3.4	Monte alto nativo coetáneo (manejo por tala rasa)



3.5	Monto alto nativo multietáneo (manejo por floreo)
3.6	Monte bajo nativo manejado
3.7	Monte medio nativo manejado
3.8	Bosque quemado
<b>4</b>	<b>Cultivos anuales de secano /Bosque artificial abandonado</b>
4.0	Cereal de secano
4.1	Chacra de secano
4.2	Bosque artificial abandonado
<b>5</b>	<b>Cultivos anuales de riego y cultivos perennes de secano</b>
5.0	Cereal de riego
5.1	Cultivo forrajero perenne de secano
5.2	Bosque artificial coetáneo (manejo por tala rasa)
5.3	Bosque artificial multietáneo (manejo por floreo)
5.4	Monte bajo artificial
5.5	Monte medio artificial
5.6	Viticultura de secano
5.7	Arboricultura de secano
<b>6</b>	<b>Cultivos perennes de riego</b>
6.0	Silvicultura intensiva de riego (álamos)
6.1	Cultivo forrajero de riego (alfalfa)
6.2	Viticultura de riego
6.3	Arboricultura de riego (excepto cítricos)
6.4	Cítricos de riego
<b>7</b>	<b>Cultivos intensificados</b>
7.0	Hortalizas
7.1	Vivero forestal
7.2	Vivero ornamental
7.3	Cultivos bajo plástico
<b>8</b>	<b>Invernaderos y Parques</b>
8.0	Invernaderos

8.1	Parques y plantaciones ornamentales
<b>9</b>	<b>Zonas edificadas</b>
9.0	Pueblos
9.1	Zonas periurbanas
9.2	Ciudad con áreas verdes
9.3	Ciudad sin áreas verdes
9.4	Zonas industriales, aeropuertos, redes viales
9.5	Minería industrial

Fuente: Cruz, 2010.

## **ANEXO 2: CLASIFICACIÓN DE FORMAS DE VIDA DE LAS ESPECIES VEGETALES, MODIFICADO DE RAUNKIER (1934).**

**a) Fanerófitos:** árboles y arbustos o trepadoras perennes cuyas yemas de renuevo se encuentran a 30 cm o más sobre la superficie del suelo. Se subdividen en:

- 1) Mesofanerófitos (Me):** Árboles entre los 8 y 30 m sobre la superficie del suelo.
- 2) Microfanerófitos (Mi):** Árboles bajo los 8 m sobre la superficie del suelo.
- 3) Nanofanerófitos (Na):** Arbustos entre 0.3 y 2 m sobre la superficie del suelo. De crecimiento simpodial.
- 4) Fanerófitos Suculentos (Fs):** Plantas suculentas, especialmente Cactáceas.
- 5) Fanerófitos Escandentes (Fsc):** Enredaderas. Plantas leñosas que enraízan en el suelo y crecen sobre los árboles.

**b) Caméfitos (Ca):** Plantas con yemas perdurantes ubicadas entre el suelo y menos de 30 cm de altura. Corresponden a los subarbustos.

**c) Hemicriptófitos (He):** Plantas con yemas renuevo a ras del suelo. Corresponden a hierbas perennes.

- 1) Hemicriptófitos Reptantes (Her):** Hierbas que producen estolones.
- 2) Hemicriptófitos Escandentes (Hes):** Enredaderas, plantas herbáceas que crecen sobre otras.

- d) **Criptófitos:** Plantas que tienen sus yemas bajo tierra o bajo agua en bulbos, tubérculos o rizones:
- 1) **Hidrófitos (Hi):** Plantas acuáticas que tienen sus yemas de renuevo bajo el agua. Pueden estar flotando libres o fijas, pero no salen del agua.
  - 2) **Helófitos (Hel):** Plantas palustres (crecen a la orilla de los cuerpos de agua), tienen sus yemas de renuevo en tallos que están en el fango y estos sobresalen del agua.
  - 3) **Geófitos (Ge):** Plantas cuyas yemas de renuevo están en tallos bajo tierra en bulbos, tubérculos o rizomas.
- e) **Terófitos (Te):** Hierbas anuales en las que no hay yemas de renuevo que corresponderían al embrión de la semilla.
- f) **Parásitos (Pa):** Arbustos o hierbas que enraízan sobre fanerófitos, poseen haustorios que se introducen hasta los tejidos vasculares del huésped.

**ANEXO 3: CATEGORIAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO DE CLASIFICACION DE ESPECIES SILVESTRES. DS Nº29/2011 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.**

**Extinta:** Cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EX".

**Extinta en Estado Silvestre:** Cuando una especie sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido

detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EW".

**En Peligro Crítico:** Cuando la mejor evidencia disponible de una especie indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "CR".

**En Peligro:** Cuando la mejor evidencia disponible de una especie indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EN".

**Vulnerable:** Cuando la mejor evidencia disponible de una especie indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "VU".

**Casi Amenazada:** Cuando una especie ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "NT".

**Preocupación Menor:** Cuando una especie, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "LC".

**Datos Insuficientes:** Cuando no hay información adecuada para hacer la evaluación de una especie, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "DD".

#### **ANEXO 4: ORIGEN FITOGEOGRÁFICO DE LAS ESPECIES VEGETALES, MODIFICADO DE MARTICORENA Y QUEZADA (1985) Y SQUEO ET AL., (2002).**

- a) **Endémica (E):** Planta que se considera oriunda en el país en que vive, pero que tiene su distribución restringida a una región geográfica limitada.
- b) **Nativa (N):** Planta que pertenece al país donde ha nacido y se distribuye en una zona más o menos extensa. Así una planta puede ser nativa pero no endémica.
- c) **Advena (A):** Planta introducida en una región que tiene su centro de origen en otro lugar distante.

#### **ANEXO 5: ORIGEN DE LAS ESPECIES DE FAUNA, CLASIFICADAS SEGÚN "ICTIOFAUNA DE AGUAS CONTINENTALES CHILENAS", RUIZ (2004) (CITATO EN BUSTOS Y VALENCIA, 2006).**

- 1.- **Nativa (N):** Animal que pertenece al país donde ha nacido, y se distribuye u ocupa una zona más o menos extensa.
- 2.- **Introducida (I):** Animal introducida en una región que tiene su centro de origen en otro país.

#### **ANEXO 6: CRITERIOS DE PROTECCION SEGÚN LA LEY DE CAZA Nº 19.473, Y SU RESPECTIVO REGLAMENTO**

De acuerdo al artículo 3º de la ley de Caza Nº 19.473, se considerarán como Zonas de Caza las siguientes:

- a) Zona Norte: comprende las regiones I, II y III,
- b) Zona Central: comprende las regiones IV, V, Metropolitana, VI y VII,
- c) Zona Sur: comprende las regiones VIII, IX y X,

d) Zona Austral: comprende las regiones XI y XII.

Por otra parte el artículo 4º de la ley de caza prohíbe la caza o captura en todo el territorio de las siguientes especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, por ser considerada:

### **Criterios de protección**

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

### **ANEXO 7: PROPUESTAS PARA ZONIFICACIÓN, OLTREMARI Y THELEN (2003)**

#### **1) Zonas para la Conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.**

**Zona intangible.** Corresponde a los sectores menos alterados, que incluyen ambientes frágiles, únicos o representativos de la biodiversidad regional, en buen estado de conservación. El objetivo básico de este tipo de zona es mantener la pristinidad del ambiente natural, sin uno público. El objetivo de manejo es garantizar la protección integral de estos ambientes por su fragilidad o unicidad.

**Zona primitiva.** Esta zona se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana. Esta zona puede contener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema. El objetivo de manejo es preservar el ambiente natural inalterado o poco intervenido, y simultáneamente posibilitar la investigación científica, la educación ambiental, y el ecoturismo en condiciones rústicas.

**Zona de recuperación.** Esta zona se considera transitoria en el tiempo, y se utiliza en sectores del área protegida donde la vegetación natural, la fauna nativa o los suelos han sido alterados, o bien, donde existen concentraciones importantes de especies de flora o fauna

exóticas que requieren ser reemplazadas por elementos naturales. El objetivo general de manejo es detener la degradación de los recursos naturales, o bien restaurar las condiciones naturales del sector.

## **2) Zonas para la recreación, ecoturismo y educación ambiental.**

**Zona de uso extensivo.** Esta zona se utiliza para sectores con baja alteración de los recursos naturales, representativos del área protegida, que ameritan una protección compatible con un uso público moderado y extensivo. El objetivo de manejo es preservar la diversidad biológica y otros componentes naturales, posibilitando el acceso de visitantes en forma controlada y para actividades debidamente planificadas.

**Zona de uso intensivo.** Está destinada a concentrar el uso público del área protegida. Usualmente son terrenos que ya presentan un cierto grado de alteración, pero que no obstante resultan atractivos para los visitantes por su calidad escénica. El objetivo de manejo es posibilitar el uso público relativamente concentrado, en términos de ecoturismo, educación ambiental, recreación, investigación, monitoreo ambiental, en armonía con el medio ambiente.

## **3) Zona para la preservación de valores histórico/culturales.**

**Zona histórico/cultural.** Se utiliza donde existan rasgos o evidencias históricas, arqueológicas, paleontológicas, u otras manifestaciones culturales que necesitan ser preservadas, restauradas, e interpretadas para los visitantes al área protegida. El uso público se establecerá sólo cuando las características de estos valores así lo permitan, y se encuentren debidamente restauradas y protegidas. El objetivo de manejo es proteger y preservar estos sitios histórico/culturales asociados a los ambientes naturales del área protegida, para enriquecer la experiencia recreativa y turística de los visitantes a través de actividades de educación e interpretación.

#### **4) Zona para el uso sustentable de recursos.**

**Zona de manejo directo de recursos.** Aquellos sectores del área protegida que contienen recursos naturales en una condición tal que son susceptibles de uso sustentable. El objetivo de manejo es posibilitar el aprovechamiento de recursos naturales que tengan potencial de uso sustentable, compatible con la categoría de manejo de uso directo y con los otros objetivos del área protegida.

#### **5) Zona para la administración.**

**Zona de uso especial.** Se utiliza para concentrar en ella todas las instalaciones y servicios necesarios para el adecuado manejo del área protegida. Por lo general se trata de emplear terrenos de reducida extensión que ya están alterados por la acción antrópica. El objetivo de manejo es ubicar aquellos espacios estratégicos para las construcciones y servicios, que permitan administrar las distintas áreas.

#### **6) Zona para terrenos periféricos y conectividad.**

**Zona de amortiguamiento.** Se utiliza para expandir los beneficios de la conservación de los recursos y valores más allá de los límites del área protegida. Usualmente las zonas de amortiguamiento constituyen una transición de usos conservacionistas a usos productivos tradicionales de la tierra.

**Zona de corredor biológico.** Siempre que sea posible se deberá intentar la conectividad entre áreas protegidas, sean áreas protegidas privadas o públicas.

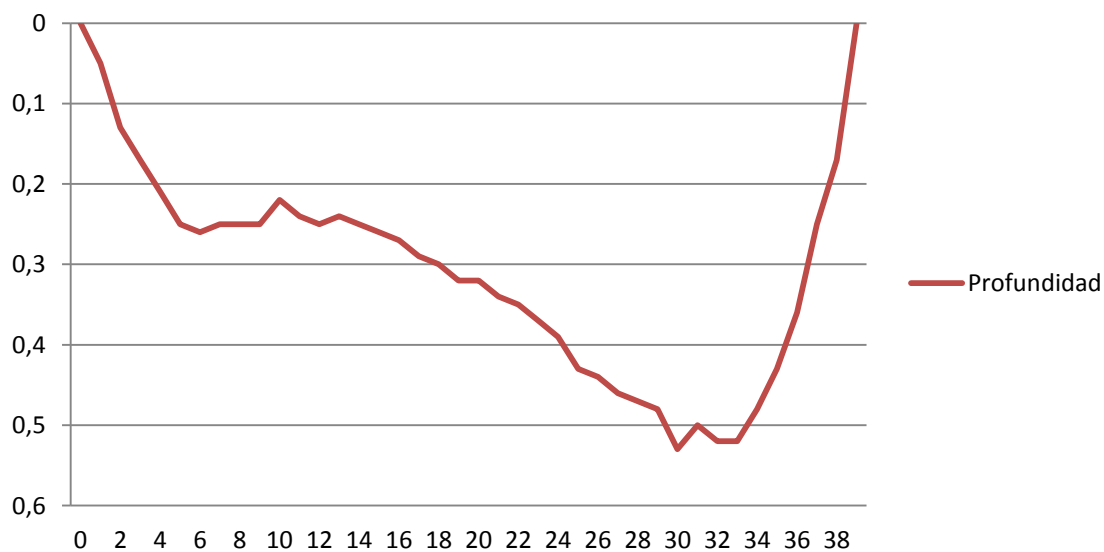


## ANEXO 8: PERFIL BATIMETRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

- Estación E1

Ancho	Profundidad	Ancho	Profundidad
0	0	20	0,32
1	0,05	21	0,34
2	0,13	22	0,35
3	0,17	23	0,37
4	0,21	24	0,39
5	0,25	25	0,43
6	0,26	26	0,44
7	0,25	27	0,46
8	0,25	28	0,47
9	0,25	29	0,48
10	0,22	30	0,53
11	0,24	31	0,50
12	0,25	32	0,52
13	0,24	33	0,52
14	0,25	34	0,48
15	0,26	35	0,43
16	0,27	36	0,36
17	0,29	37	0,25
18	0,30	38	0,17
19	0,32	39	0

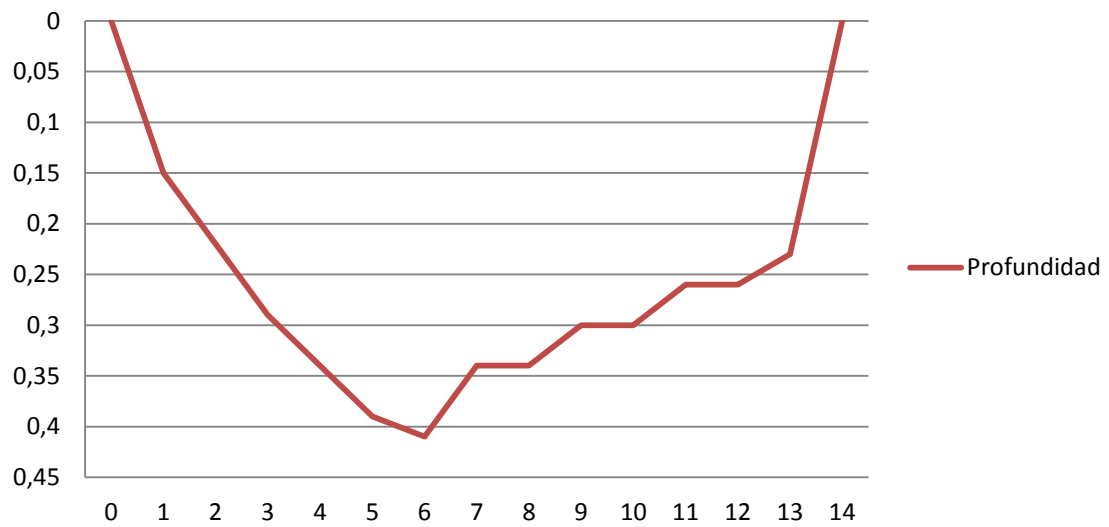
### Batimetría E1



- Estación E2

Ancho	Profundidad
0	0
1	0,15
2	0,22
3	0,29
4	0,34
5	0,39
6	0,41
7	0,34
8	0,34
9	0,30
10	0,30
11	0,26
12	0,26
13	0,23
14	0

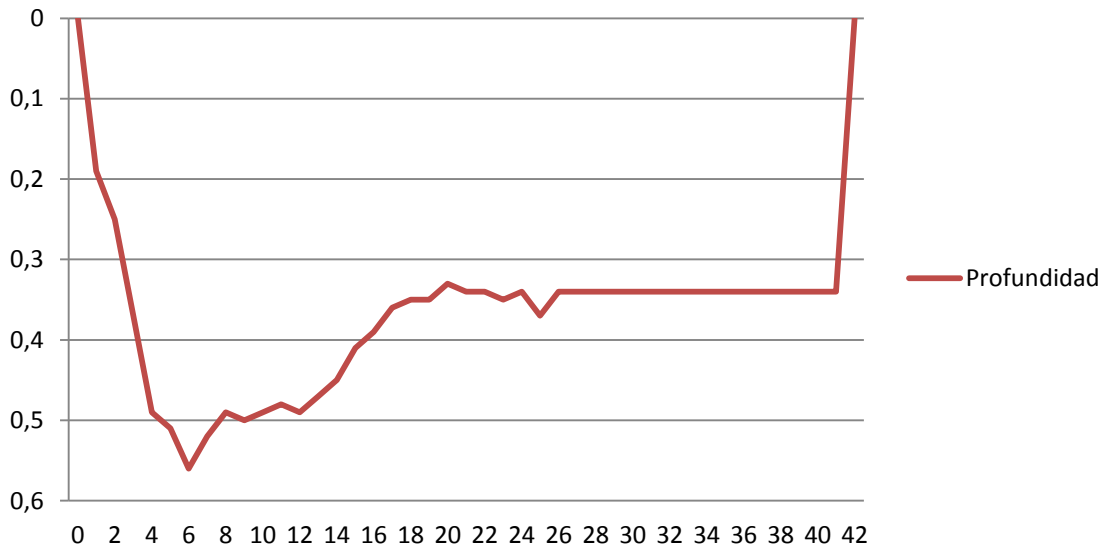
### Batimetría E2



- Estación E3

Ancho	Profundidad	Ancho	Profundidad
0	0	21	0,34
1	0,19	22	0,34
2	0,25	23	0,35
3	0,37	24	0,34
4	0,49	25	0,37
5	0,51	26	0,34
6	0,56	27	0,34
7	0,52	28	0,34
8	0,49	29	0,34
9	0,50	30	0,34
10	0,49	31	0,34
11	0,48	32	0,34
12	0,49	33	0,34
13	0,47	35	0,34
14	0,45	36	0,34
15	0,41	37	0,34
16	0,39	38	0,34
17	0,36	39	0,34
18	0,35	40	0,34
19	0,35	41	0,34
20	0,33	42	0

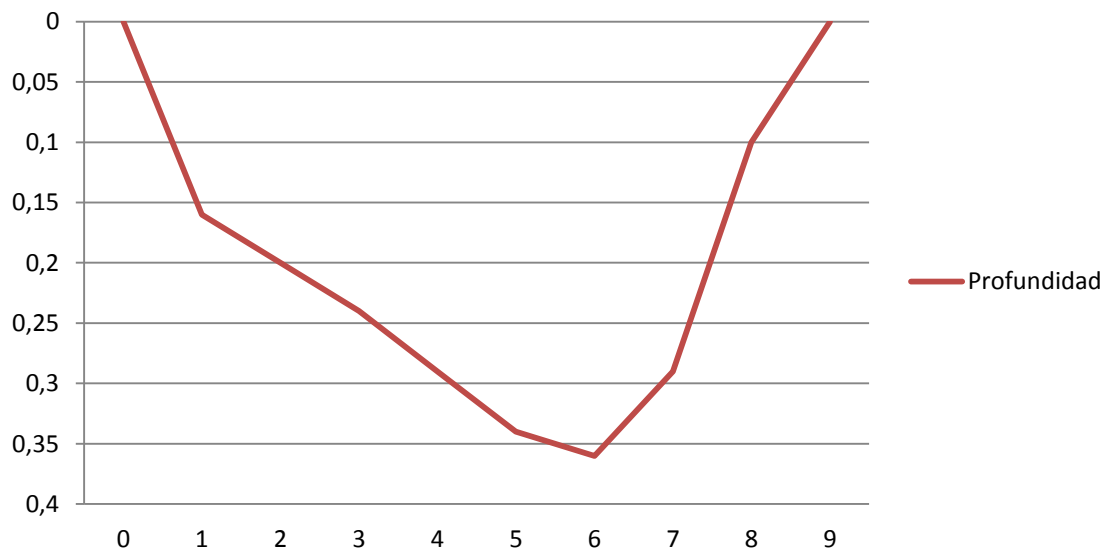
### Batimetría E3



- Estación E4

Ancho	Profundidad
0	0
1	0,16
2	0,20
3	0,24
4	0,29
5	0,34
6	0,36
7	0,29
8	0,10
9	0

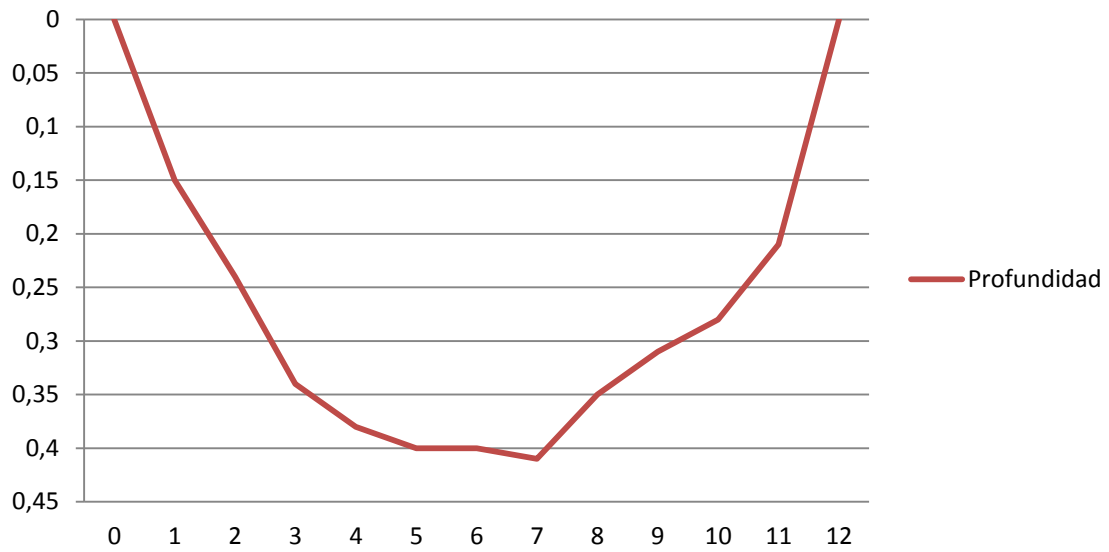
### Batimetría E4



- Estación E5

Ancho	Profundidad
0	0
1	0,15
2	0,24
3	0,34
4	0,38
5	0,40
6	0,40
7	0,41
8	0,35
9	0,31
10	0,28
11	0,21
12	0

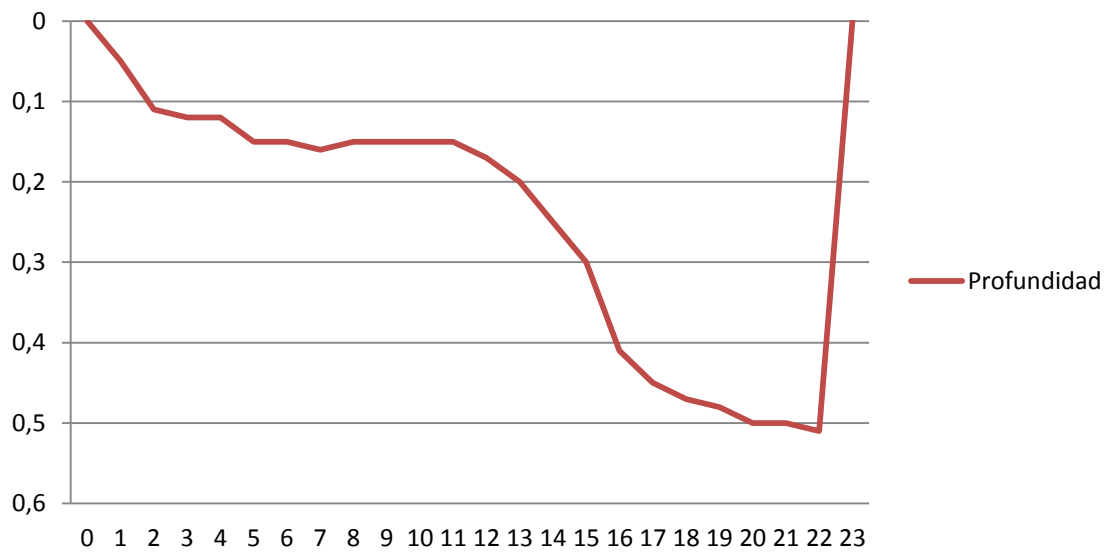
### Batimetría E5



- Estación E6

Ancho	Profundidad	Ancho	Profundidad
0	0	12	0,17
1	0,05	13	0,20
2	0,11	14	0,25
3	0,12	15	0,3
4	0,12	16	0,41
5	0,15	17	0,45
6	0,15	18	0,47
7	0,16	19	0,48
8	0,15	20	0,50
9	0,15	21	0,50
10	0,15	22	0,51
11	0,15	23	0

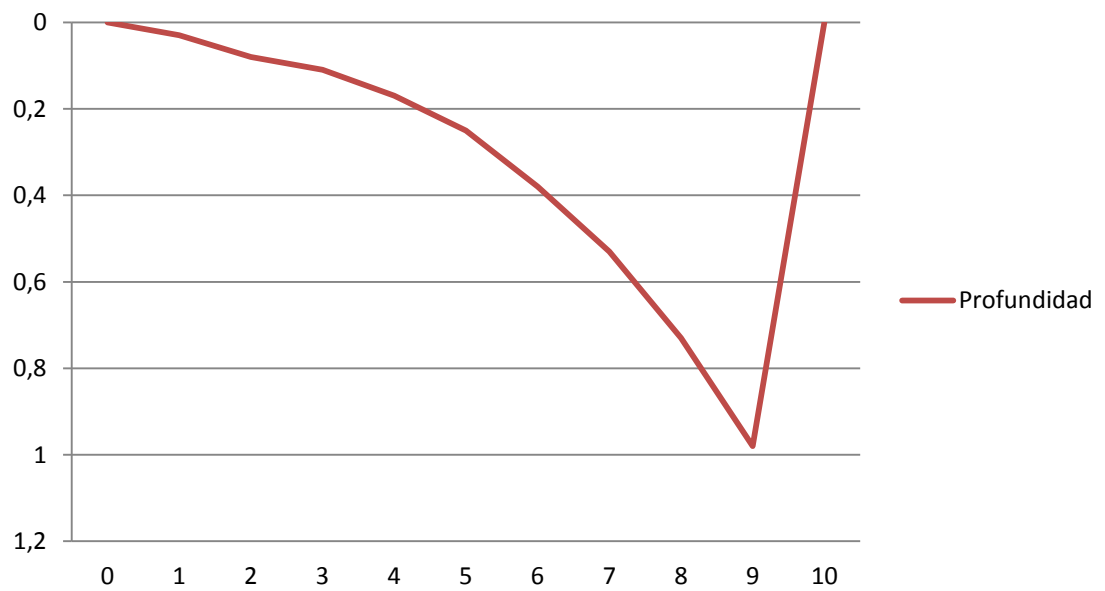
### Batimetría E6



- Estación E7

Ancho	Profundidad
0	0
1	0,03
2	0,08
3	0,11
4	0,17
5	0,25
6	0,38
7	0,53
8	0,73
9	0,98
10	0

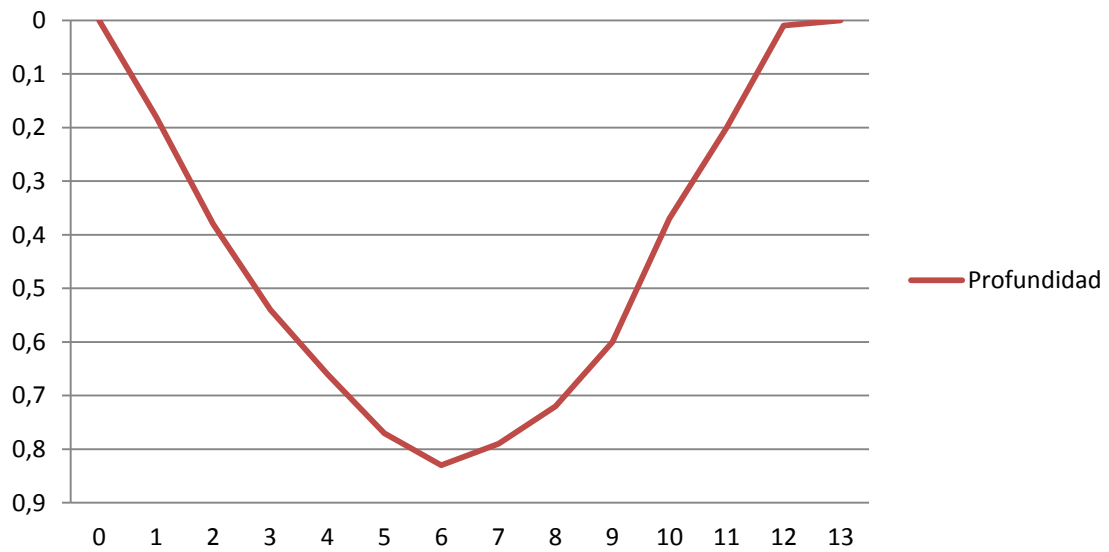
### Batimetría E7



- Estación E8

Ancho	Profundidad
0	0
1	0,18
2	0,38
3	0,54
4	0,66
5	0,77
6	0,83
7	0,79
8	0,72
9	0,60
10	0,37
11	0,20
12	0,01
13	0

### Batimetría E8





ANEXO 9: CARTA DE OCUPACION DE TIERRAS.

