



DRU

# **PLAN DE MANEJO 2023 - 2028**

## **SANTUARIO DE LA NATURALEZA**

## **HUMEDAL DE TUNQUÉN**

Algarrobo - Casablanca, Región de Valparaíso

2023

María Francisca Bardi Álvarez.

Versión final Plan de Manejo  
Res. Ex. N° 918  
05-09-2023  
Ministerio del Medio

## Contenido

<b>1INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2VISIÓN Y OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN .....</b>	<b>8</b>
2.1VISIÓN.....	8
2.2OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN .....	8
<b>3ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
3.1ANTECEDENTES GENERALES .....	9
3.2ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS .....	12
3.3ANTECEDENTES FÍSICOS.....	12
3.4CLIMA.....	12
3.5GEOLOGÍA .....	13
3.6GEOMORFOLOGÍA .....	15
1.1.1 <i>Unidad Homogénea de Pendiente</i> .....	15
1.1.2 <i>Unidad Homogénea de Erosión</i> .....	16
1.1.3 <i>Unidad homogénea Geomorfológica</i> .....	17
3.7HIDROLOGÍA .....	18
3.8ANTECEDENTES BIÓTICOS .....	18
3.8.1 <i>Vegetación y Flora</i> .....	18
3.8.2 <i>Fauna</i> .....	21
3.9ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS .....	23
3.10ANTECEDENTES SOCIALES .....	24
<b>4OBJETOS DE CONSERVACIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1BOSQUE Y MATORRAL ESCLERÓFILO .....	29
4.1.1 <i>Bosque Esclerófilo Costero</i> .....	29
4.1.2 <i>Matorral Esclerófilo</i> .....	30
4.2DESERTO COSTERO.....	31
4.3SISTEMA DUNARIO .....	32
4.4HUMEDAL CONFORMADO POR ESTERO CASABLANCA, ESTUARIO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS .....	33
4.5AVES PLAYERAS MIGRATORIAS .....	36
4.6PECES NATIVOS.....	37
<b>5AMENAZAS .....</b>	<b>40</b>
5.1EXTRACCIÓN NO SUSTENTABLE DE AGUAS.....	41
5.2PRESENCIA DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS.....	42
5.3FUENTES DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA.....	44

5.4EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS .....	44
5.5TRÁNSITO DE VEHÍCULOS.....	45
5.6INCENDIOS.....	45
<b>6ANÁLISIS DE SITUACIÓN.....</b>	<b>47</b>
<b>7ZONIFICACIÓN .....</b>	<b>50</b>
7.1ZONA DE USO INTANGIBLE.....	53
7.2ZONA DE USO RESTRINGIDO.....	53
7.3ZONA DE USO PERMITIDO .....	53
7.4ZONA DE USO INTENSIVO .....	55
<b>8PLAN DE ACCIÓN.....</b>	<b>57</b>
8.1ESTRATEGIA I DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CONTROL Y VIGILANCIA.....	59
8.2ESTRATEGIA II DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTINGENCIA DE INCENDIOS.....	60
8.3ESTRATEGIA III DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .....	61
<b>9PROGRAMAS DE MANEJO.....</b>	<b>62</b>
9.1PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN.....	63
9.2PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA.....	69
<b>10MONITOREO DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN.....</b>	<b>72</b>
<b>11PRESUPUESTO.....</b>	<b>73</b>
<b>12BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>74</b>
<b>13ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
9.1ANEXO 1 LISTADO DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA DEL SANTUARIO (DIGITAL).....	80
9.2ANEXO 2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO DE LA PLAYA GRANDE DE TUNQUÉN (DIGITAL).....	80
9.3ANEXO 3 ESTUDIO SOBRE MEDIO HUMANO DE TUNQUÉN (DIGITAL). .....	80
9.4ANEXO 4 NORMATIVA GENERAL DEL SANTUARIO .....	80
9.4.1 <i>Del uso público</i> .....	80
9.4.2 <i>De las mascotas</i> .....	81
9.4.3 <i>Del uso del fuego</i> .....	81
9.4.4 <i>De las investigaciones</i> .....	81
9.4.5 <i>De las filmaciones</i> .....	82
9.4.6 <i>Del uso del espacio aéreo</i> .....	82
9.4.7 <i>De las obras</i> .....	82
9.4.8 <i>Del manejo de flora y fauna silvestres</i> .....	82
9.4.9 <i>Del manejo de recursos naturales y culturales</i> .....	83

APPROBADO

## 1 INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas que proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano que generan valor económico, como por ejemplo, suministro de agua, extracción pesquera y de recursos de flora y fauna silvestre, retención de sedimentos y contaminantes, retención y remoción de nutrientes, secuestro de carbono, provisión y mejoramiento de la calidad del agua y amortiguación hidráulica de inundaciones invernales y maremotos, entre otros (Correa-Araneda et al. 2011; Marquet et al. 2012). La comunidad internacional ha trabajado en su preservación desde hace más de cuatro décadas. Es así como el 2 de febrero de 1971 nace en la ciudad de Ramsar (Irán), la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, más conocida como Convención Ramsar. En 1981, el Estado de Chile ratifica mediante decreto la Convención de Ramsar, considerando que las zonas húmedas actúan como reguladoras de los regímenes de agua y permiten la conservación de una flora y fauna específica, en especial las aves. Además, el Estado considera que los humedales constituyen un recurso de gran valor económico, científico, cultural y social, cuya degradación podría ser irreparable.

No fue hasta el año 2005 que el Estado chileno asume por medio de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales (CONAMA, 2005), el desafío de que los humedales son espacios concentradores de biodiversidad y, por lo tanto, son determinantes para el funcionamiento de los ecosistemas y la vida humana, y su elaboración responde a la necesidad que tenía el país para abordar de manera concertada, adecuada y eficiente la protección de estos.

Igualmente, la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica para la región de Valparaíso (CONAMA-PUND, 2005), asume el mismo desafío y establece como objetivo “elaborar una estrategia de diversidad biológica y plan de acción a 2 años para 10 sitios prioritarios”, garantizando de esta forma la conservación de las especies y de los ecosistemas en la región de Valparaíso. Esta estrategia menciona que estudios internacionales desarrollados por la World Wide Fund for Nature y el Banco Mundial establecen que la zona central de Chile tiene la categoría de sobresaliente con una máxima prioridad de conservación, ya que los ecosistemas terrestres y marinos de la región de Valparaíso se encuentran dentro de las 200 eco-regiones de mayor importancia para la conservación a nivel mundial.

Con relación a esta materia se ha establecido el término “hotspot”, referido a un área con alta densidad de endemismo y que ha perdido el 70% de su vegetación original, sin embargo, mantiene

un importante remanente, tanto para especies de plantas como vertebrados a nivel mundial. Al respecto, el ecosistema mediterráneo de la región de Valparaíso pertenece al hotspot de Chile Central (presente sólo en cinco regiones del mundo) y alberga 67 sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica, dentro de los cuales se encuentra el Humedal de Tunquén, comprendido dentro de los Sitios de Prioridad 2 para los ecosistemas de humedales.

Recién el año 2006 se inicia el desarrollo de una clasificación de humedales por Ecotipos (CONAMA-CEA, 2006), basados en la asociación de variables que relacionan la estructura y el funcionamiento de familias de humedales.

De esta forma, luego de cinco años se elabora el “Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental” (MMA-CEA, 2011), cuyo objetivo principal es elaborar un diseño de inventario nacional de humedales integrado y que permita implementar un sistema de seguimiento ambiental que apoye las estrategias de conservación y las decisiones de planificación ambiental territorial en ambientes que albergan estos ecosistemas.

Los resultados obtenidos del catastro demostraron que los humedales bajo protección en la región de Valparaíso representan el 0,5% de los humedales protegidos a nivel país. A nivel regional la protección de humedales alcanza al 8,6% del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE). Si bien la cifra puede ser alentadora, esta se basa en la superficie de áreas silvestres protegidas, lo que a nivel regional equivale a un 0,12% del total de la superficie regional, situando a nuestra región en la medianía de la tabla de protección a nivel nacional.

A este escenario de preocupante desprotección se ha sumado la Comisión de Ordenamiento Territorial de Valparaíso (CORE Valparaíso, 2014), que establece la necesidad de realizar una línea base de información de sitios con alto valor para la conservación de la biodiversidad, con el objetivo de solicitar la categoría de protección para 6 sitios dentro de la región en la categoría de “Santuario de la Naturaleza”, dentro de los cuales está incluido el humedal de Tunquén. Esto se constituye como un importante reconocimiento del Estado de Chile a la protección de este importante sitio, lo cual viene a contribuir de forma efectiva a la iniciativa emprendida por la Sra. Sara Amelia Romo Strange y la Sociedad Romo Ltda. propietarias de los terrenos donde se emplaza el humedal, tendientes no sólo a la conservación de su biodiversidad, sino también a generar instrumentos de seguimiento que permitan monitorear su dinámica de cambio, de manera que su protección tenga estrecha relación con las actividades de economías de escala que se desarrollan en la cuenca.

El Humedal de Tunquén fue declarado Santuario de la Naturaleza mediante el decreto Supremo N° 75 del Ministerio de Medio Ambiente con fecha 10 de octubre de 2014 debido a al valor ecológico del área en donde coexisten fragmentos de diferentes ecosistemas tales como el humedal, las praderas de inundación y la zona estuarina; las formaciones vegetacionales características del matorral esclerófilo costero y del desierto costero; el ecosistema dunario y las numerosas especies en estado de conservación que habitan en el lugar.

El área es utilizada como lugar de invernada para un gran número de especies migratorias entre las que se encuentran el Playero de Baird (*Calidris bairdii*), Gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), Zarapito trinador (*Numenius phaeopus*), Chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*) y Chorlitejo de (Azara *Charadrius collaris*) entre otros.

Alberga más de 200 especies de plantas (siendo un 20% endémicas), 80 especies de aves, 7 especies de reptiles, 3 especies de anfibios, 6 especies de peces, 17 especies de mamíferos y más de 250 especies de invertebrados. Comprende más de 100 ha de hábitats de humedal, incluyendo estero, cañaveral, sistema de dunas y la línea costera; parches de bosque y matorral esclerófilo, característicos de la Región Central de Chile, también están presentes en la zona de estudio (Donghi, et. al, 2016).

En el marco de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y dentro de las exigencias que establece el Ministerio de Medio Ambiente para el manejo de las áreas protegidas se hace necesario el diseño de un Plan de Manejo, como instrumento de gestión que considere la zonificación, planificación y cronograma de las actividades que se pretenden desarrollar en el sector del Santuario y alrededores a fin de garantizar la conservación del área protegida a través del ordenamiento del uso de su espacio.

Actualmente, el Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén es administrado por Sara Amelia Romo Strange, representante legal de Romo Ltda. El Ministerio de Educación mantiene la custodia general del Santuario a través del Consejo de Monumentos Nacionales, y el Ministerio del Medio Ambiente es contraparte técnica.

La metodología empleada para el presente plan corresponde a los Estándares Abiertos para la práctica de la Conservación<sup>1</sup> cuya última modificación fue realizada el 2013, la que entrega un enfoque metodológico completo e integrado de planificación estratégica y gestión de la

---

<sup>1</sup> Conservation Measures Partnership, 2013. <http://cmpopenstandards.org/>

conservación, basados en el ciclo del manejo adaptativo, adecuado concretamente a la conservación. Con relación a los antecedentes del Santuario descritos en el presente Plan de Manejo se basa en la información recabada por la consultora Primario para la realización del expediente de Santuario de la Naturaleza presentado el 2014.

La metodología de Estándares Abiertos fue elaborada por la Alianza para las Medidas de la Conservación, también conocida como CMP por sus siglas en inglés. El desarrollo de la metodología comenzó en 1992, en ese entonces se llamaba “Esquema de las cinco S”, la cual contemplaba 5 pasos que comenzaban con la letra S: Systems (Sistemas), Stresses (presiones), Sources (fuentes de presión), Strategies (estrategias) y Success (éxito). Más tarde se consideró la sexta S, Stakeholders (actores) la que era particularmente importante en América Latina (Granizo et. al, 2006).

Corresponde a una herramienta metodológica integral de planeación, ejecución y evaluación del éxito para proyectos de conservación, a diferentes escalas donde se desarrolla un proceso de manejo adaptativo teniendo una planificación flexible que permite una fácil implementación, monitoreo y evaluación de los proyectos. El modelo se basa en un funcionamiento cíclico de reflexión continua que lo diferencia de la planificación tradicional (Granizo et al, 2006).

Se considera una priorización de las acciones con el objetivo de que los Planes de Manejo sean factibles de implementar en la realidad considerando las metas y los objetivos de conservación propuestos, esto no sólo considerando los límites de las áreas protegidas, sino que la conservación de la biodiversidad en general enfocado a mitigar las amenazas y a desarrollar estrategias más allá del territorio del área protegida.

Este plan de manejo está diseñado para un horizonte de seis años, teniendo por inicio el año 2023 y deberá ser actualizado progresivamente de acuerdo con los avances en conservación que se realicen en el Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. La Figura 1 presenta un breve resumen de las etapas claves en la metodología de Estándares Abiertos.



Figura 1 Resumen de las etapas claves en la metodología Estándares Abiertos para la Conservación.

## 2 VISIÓN Y OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

### 2.1 Visión

El Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén (SNHT), constituye un área de conservación de alto valor ecológico donde coexisten fragmentos de diferentes ecosistemas junto al estuario del Estero Casablanca que, junto a las formaciones vegetales, le dan su condición de paisaje único y que

será conservado través de la implementación de un modelo de conservación y uso sustentable de los recursos naturales por medio del turismo y la educación ambiental.

## 2.2 Objetivos de Conservación

- i. Conservar los ecosistemas presentes en el SNHT a través de un modelo de gestión integrada.
- ii. Involucrar a los visitantes en la conservación del Humedal a través de la educación ambiental.
- iii. Involucrar a la comunidad de las comunas de Casablanca y Algarrobo en acciones que contribuyan a la conservación del SNHT y al desarrollo de las localidades.

### 3 ANTECEDENTES

#### 3.1 Antecedentes Generales

- Nombre del Área: Santuario de la Naturaleza “Humedal de Tunquén”
- Localización: Corresponde al límite comunal de Algarrobo y Casablanca de la Región de

Valparaíso (ver Figura 2).

- Cuenca del Estero Casablanca entre las coordenadas 33°10' y 33°25' Latitud Sur y 71°10' y 71°40' Longitud Oeste en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa.
- Vías de acceso: Ruta 68 CH, ingreso por la Ruta F-800 y acceso por la Ruta F-818.
- Superficie bajo protección: 95,97 Hectáreas
- Deslindes: Limita al norte con el Fundo la Boca, al este con la Ruta F-818, al sur con el Condominio Campomar y al oeste con el Océano Pacífico. (ver Tabla 1)
- Propietarios: Sara Amelia Romo Strange, Rojas Strange María Verónica y otros, y Sociedad Romo Ltda. Usos de suelo: Según lo establecido en el Plan Regulador Intercomunal Satélite Borde Costero sur (ver Figura 3)

- Zona de interés Silvoagropecuario (ZIS)
- Zona de extensión urbana (ZEU3)
- Zona de protección por cauces naturales y valor paisajístico (ZPCP)

## PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

- Zona borde costero de protección por valor natural y paisajístico (ZBC2).

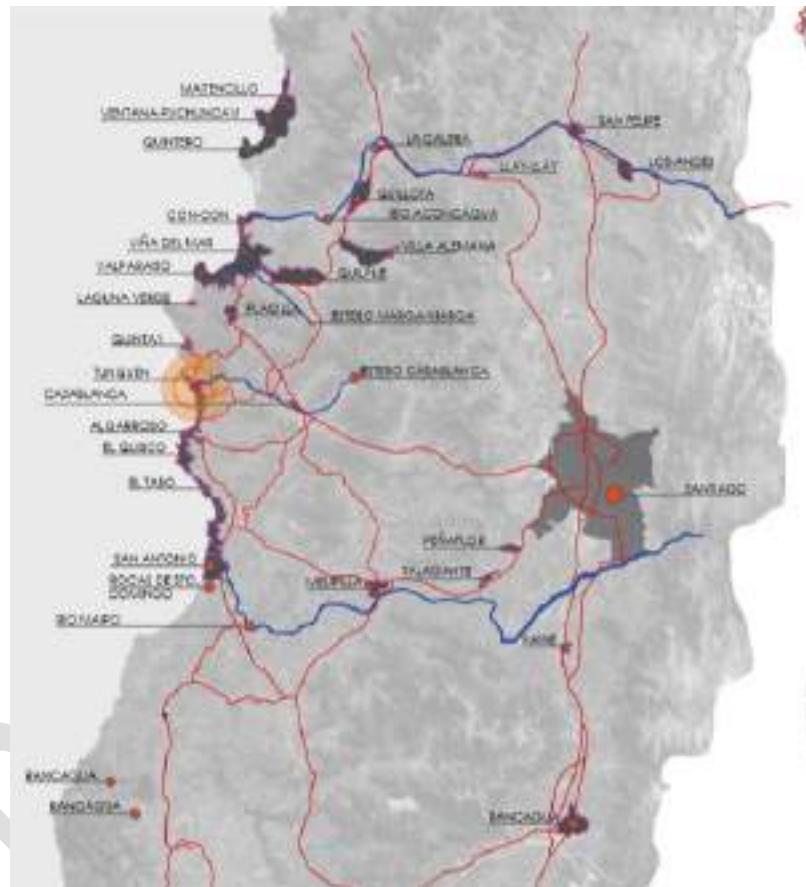


Figura 2 Ubicación Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén

Tabla 1. Coordenadas Geográficas Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén.

VÉRTICE	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
1	252752,9384	6315632,443

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

VÉRTICE	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
2	252778,6397	6315621,972
3	252969,9711	6315469,668
4	253079,4393	6315436,352
5	253079,4393	6315394,468
6	253038,5077	6315289,760
7	253038,5077	6315171,724
8	252959,5002	6315018,469
9	252886,2041	6314878,540
10	252699,6322	6314635,806
11	252638,7107	6314582,500
12	252345,2681	6314154,356
13	251663,6201	6314642,653
14	251610,6925	6314636,300
15	251606,8538	6314694,824
16	251672,5347	6314757,649
17	251685,8613	6314790,013
18	251742,0232	6314796,677
19	251834,3573	6314839,512
20	251872,4332	6314888,059
21	251887,6635	6314887,107
22	251983,8052	6314924,231
23	252019,0254	6314925,183
24	252090,4177	6314952,788
25	252162,7619	6315027,988
26	252194,1746	6315110,803
27	252190,3670	6315189,810
28	252198,9340	6315240,261
29	252176,0885	6315345,922
30	252241,7694	6315355,441
31	252365,5161	6315464,909
32	252379,7946	6315502,033
33	252449,2831	6325527,734
34	252528,2906	6315605,790

VÉRTICE	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
35	252557,7994	6315609,597
36	252570,1741	6315574,377
37	252672,0271	6315553,435
38	252718,6701	6315567,714
39	252732,9486	6315611,501

APPROBADO

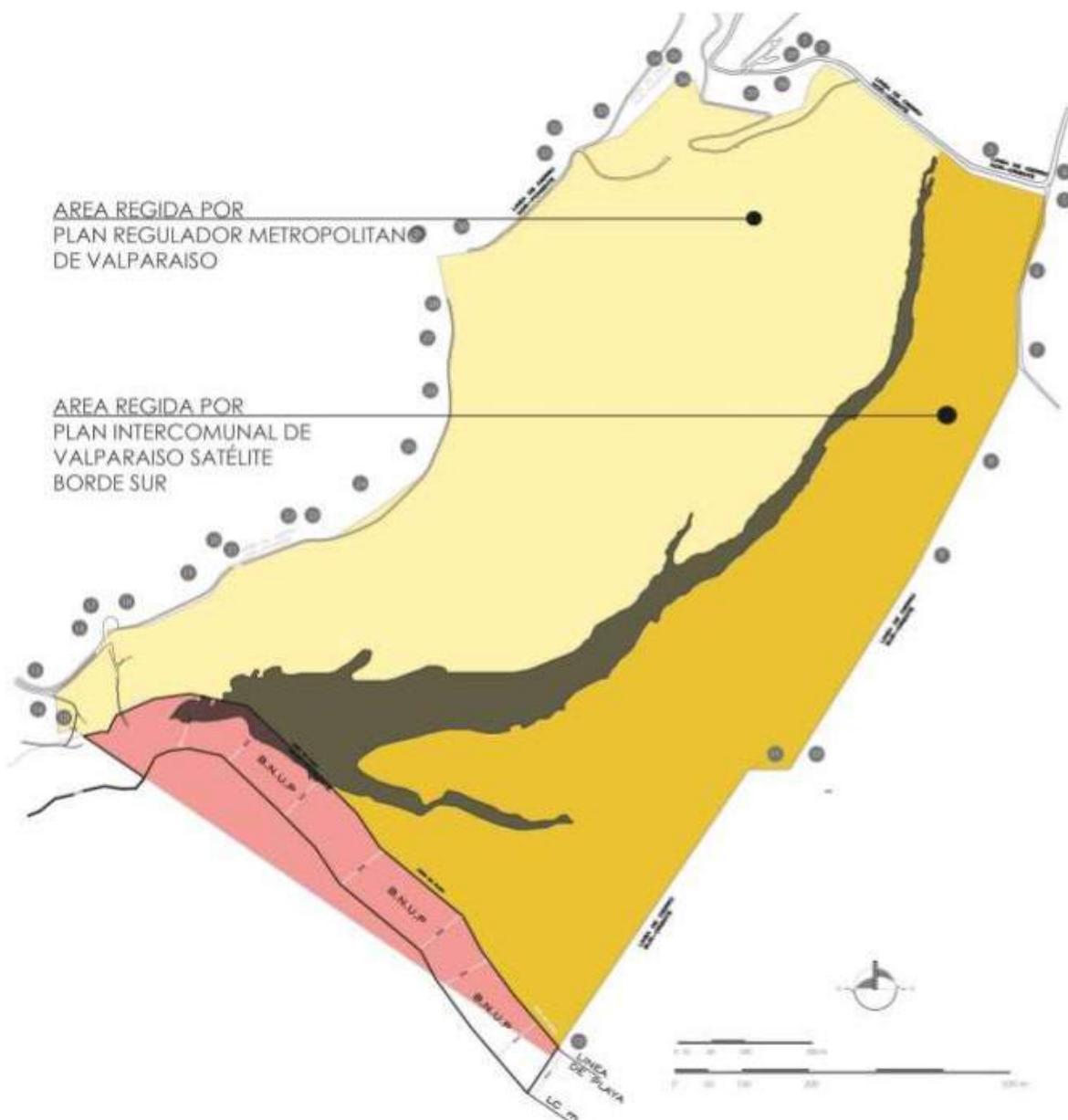


Figura 3 Instrumentos de planificación territorial en el sector del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén

### **3.2 Antecedentes Administrativos**

Según lo establecido en el artículo 4° del Decreto 72 del 22 de enero del 2015 por parte del Ministerio del Medio Ambiente, la administración del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén quedará bajo la administración y manejo de la Sociedad Romo Ltda., representada por Sara Amelia Romo Strange, y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

Dicha sociedad está conformada por su representante –individualizada anteriormente–, María Begoña López Romo y María Consuelo López Romo, y tiene características de una sociedad comercial de responsabilidad limitada, regida por la disposición de la Ley N° 3918, por los estatutos de esta y por las disposiciones legales supletorias pertinentes.

La razón social es Inmobiliaria e Inversiones Romo Ltda., cuyo objeto contempla *“la adquisición y enajenación de bienes raíces, darlos y tomarlos en arrendamiento, su administración, explotación, urbanización, subdivisión, creación de conjuntos habitacionales o de servicios; toda clase de negocios inmobiliarios, por cuenta propia o ajena, incluso asociándose con sociedades para dar cumplimiento a los mismos objetivos; elaboración, planificación y ejecución de proyectos inmobiliarios, turísticos y de protección y conservación del medio ambiente”*.

El punto 9° del acta y estatuto de constitución de la sociedad, autoriza a su administradora a realizar toda clase de actos y contratos, rescindirlos, modificarlos, resolverlos, ponerles término y pedir su anulación. Así, los socios que conforman la sociedad podrán traspasar, mediante concesión, arriendo o comodato, entre otros, la administración y manejo del Santuario de la Naturaleza a la entidad que estimen conveniente.

### **3.3 Antecedentes Físicos**

#### **3.4 Clima**

El Humedal de Tunquén se localiza en la franja costera correspondiente, bioclimáticamente, a la región mediterránea subhúmeda (Di Castri, 1976). Esta se encuentra atenuada por la influencia marítima, caracterizándose con una estacionalidad de otoños e inviernos fríos y lluviosos, y veranos cálidos y secos.

Es posible distinguir dos períodos bien definidos en lo referido a la pluviometría: uno con superávit de humedad, que va entre mayo y septiembre, concentrando entre el 60 y 70% de las precipitaciones; y otro con déficit hídrico, entre octubre y abril. Las temperaturas presentan

variaciones moderadas que van entre una máxima de 18°C en enero y una mínima de 11,8°C en julio, permitiendo tener un período libre de heladas. Las planicies litorales están a la vez influenciadas por la acción del océano Pacífico, lo que produce una estabilidad en la humedad relativa y una menor amplitud térmica debido a esta influencia (Primario, 2014).

### 3.5 Geología

La composición geológica del litoral de Tunquén está dada por rocas de antigua data y que corresponden a relictos metamórficos de un microcontinente acreciendo a la Gondwana a fines del período del Silúrico e inicio del Devónico (alrededor de los 416 + 2,5 millones de años Antes del Presente [AP]), ambos pertenecientes a la era del Paleozoico.

Esta roca fue metamorfosada por granitoides de edad del Carbonífero Superior al Pérmico (alrededor de 300 ma AP) y posteriormente fue instruido por plutones Triásicos y rocas volcánicas Jurásicas (período que comprende desde los 251 a 145 ma AP) (Ávalos, 2016). De este modo el basamento litoral está compuesto por rocas de la era Paleozoica y del período Triásico y Jurásico de la era Mesozoica, lo cual es coincidente con lo planteado por Romero (Romero, 2013). Sin embargo, es necesario destacar que por sobre los 960 metros sobre el nivel del mar se produce un hiato litológico regional entre el Eoceno-Burdigiano (entre los 56 y 20 ma), es decir durante este período no hubo sedimentación, provocando una laguna estratigráfica bajo una cubierta monocinal de rocas blandas hemipelágicas y continentales (Ávalos, 2016).

La cubierta sedimentaria monocinal está formada por tres secuencias que han sido asociadas a:

- Al Mioceno (23 a 5 ma AP) conocida como formación Navidad.
- Al Plioceno (5 a 2 ma AP) conocida como formación La Cueva, Horcón y Confluencia
- Al Cuaternario (12.000 años AP) sin división de formaciones

La secuencia del Mioceno está formada por un conjunto heterogéneo fosilífero constituida por sedimentos pelágicos, hemipelágicos (turbitas) y litorales, duros y muy compactados, levemente dislocados y plegados (Ávalos, 2016).

La secuencia del Plioceno se evidencia en la planicie costera y en la plataforma continental formada por sedimentos hemipelágicos y neríticos sub horizontales.

La secuencia del Cuaternario consiste en dos subconjuntos superpuestos. El subconjunto inferior lo constituyen morfologías socavadas y/o formados durante los eventos glaciales e interglaciares desde el Pleistoceno inferior al medio (1,8 ma a 126.000 años AP) las cuales están cubiertas por depósitos continentales de flora y megafauna fosilizada asignada la Pleistoceno terminal (126.000 a 12.000 años AP) (Ávalos, 2016). El subconjunto superior se asigna al Holoceno (desde los 11.800 años en adelante) conformados por sedimentos marinos y continentales presentes en el suelo y suelo del litoral.

Durante los últimos 4.000 años AP la temperatura desciende levemente hasta el año 1910 cuando por efectos antrópicos comienza el Calentamiento Global. De este modo y según lo cita Ávalos (Ávalos, 2016), el Cambio Climático de los últimos 25.000 años fue el proceso que modeló la evolución del entorno de Tunquén, que se bosqueja a continuación:

- i. Antes de los 25.000 años atrás, la litología de las laderas, acantilados y puntas rocosas del borde continental eran rocas graníticas de grano grueso, de edad Paleozoica, superficialmente meteorizadas a regolito y posteriormente a un maicillo, formado en un 90 % por líticos, cristales de cuarzo, feldespato, mica y turmalina, con un 10% de arcilla limosa. Este zócalo fue profundamente erosionado por la ablación glacial del Pleistoceno y posteriormente modificado por la red de drenaje fluvial del Holoceno.
- ii. Hace 20.000 años atrás (Pleistoceno terminal), Tunquén era un valle fluvial excavado en un zócalo paleozoico que, con el transcurso del tiempo, fue inundado costa adentro por el ascenso del nivel del mar.
- iii. Ese proceso transformó el valle fluvial en un estuario o brazo de mar que existió hasta hace 5.000 años atrás.
- iv. Entre los 4.000 y 2.000 años AP, bajó el nivel del mar en aproximadamente 4 metros, dando origen al actual delta de relleno que forma el suelo y subsuelo de la planicie de 2.7 km de largo por 2 km de boca,emplazada en el saco de la bahía Tunquén. La superficie de este relleno se podría vincular a ocupaciones arqueológicas de los períodos Arcaico y Alfarero.
- v. Durante el último milenio, la bahía evolucionó a una playa de bolsillo (pocket beach) abierta hacia el sureste, protegida en sus extremos norte y sur por puntas rocosas (Punta Tunquén y Punta Las Ventanas, respectivamente) que impiden el intercambio de sedimentos con las costas ubicada más al norte y sur.
- vi. En la actualidad, la franja costera de la ensenada está cubierta por un modesto campo de dunas con forma de semiluna de 0.9 km de ancho y 2 km de longitud, que se subdivide en dos lóbulos separados por el Estero Tunquén. En el lóbulo norte de 8 m de espesor, de

mayor altura y extensión que el lóbulo sur, la intensidad de la energía eólica fue mayor que en el lóbulo sur. La arena de este último presenta 5 m de espesor, es de color más claro y grano más fino. En el sector interno del campo de dunas (sotavento), aflora un perfil de suelo arenoso-arcilloso bien compactado y muy permeable de color pardo oscuro con abundante vegetación. El subsuelo es un reservorio de agua subterránea que afloró en el sector de sotavento donde se forman pozas y barriales.



Figura 4 La imagen muestra que la playa de Tunquén es arenosa de bolsillo. El contorno de la línea roja muestra el antiguo delta de relleno del paleo-estuario. El entorno de este relleno es el zócalo Paleozoico granítico. Fuente: (Ávalos, 2016).

### 3.6 Geomorfología

El área de estudio corresponde a la cuenca del Estero Casablanca, ubicada en la región de Valparaíso entre las coordenadas 33°10' y 33°25' Latitud Sur y 71°10' y 71°40' Longitud Oeste en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa. Tiene una superficie aproximada de 970 Km<sup>2</sup> con una extensión de 38 km. aproximadamente. El cuerpo de agua del Humedal de Tunquén está conformado por el Estero Casablanca el cual nace producto de la confluencia de los Esteros los Sauces y Tapihue y tiene como afluentes al Estero Lo Ovalle y al Estero lo Orozco (Romero, 2013).

Geomorfológicamente el área corresponde al sector clasificado como la Unidad de Planicie Costera Marina y se inscribe en el granito costero como terrazas de abrasión (Romero, 2013), clasificada como Costa Abrasivo-Acumulativa de Bahía ancha, con bahías de regularización lobuladas, de plataforma regular, donde es posible apreciar acantilados vivos de rocas graníticas (Romero, 2013). Con respecto a la playa esta presenta megacúspides que generan una topografía rítmica asociada a corrientes de retorno (Romero, 2013).

Según Romero (Romero, 2013) las terrazas de abrasión marina son “unidades morfológicas de erosión marina, labradas sobre intrusivos paleozoicos y jurásicos y formaciones sedimentarias terciarias, preservadas en la zona costera, a cotas variables entre los 40 y 250 m s.n.m.” Dentro de este grupo se encuentran: terrazas de abrasión sin cubierta sedimentaria, terrazas con una cubierta de arenas cuarzosas (posiblemente marinas) y terrazas con cubierta aluvial. A estas formaciones se suman: depósitos gravitacionales correspondientes a flujos en masa, sedimentos no consolidados de cursos fluviales activos, y depósitos fluviales con interdigitación de depósitos gravitacionales (Romero, 2013).

Por último, Romero (Romero, 2013) distingue tres unidades homogéneas. Estas son:

- i. Unidades Homogéneas de Pendiente
- ii. Unidades Homogéneas de Erosión
- iii. Unidades Homogéneas Geomorfológicas (Terraza de Abrasión Marina, Terrazas Aluviales, Playa, Lechos Fluviales, Acantilados y Vertientes)

### 3.6.1 Unidad Homogénea de Pendiente

Romero (Romero, 2013) determina la unidad homogénea de pendiente utilizando el DEM (Digital Elevation Model) mediante el cual obtiene un modelo derivado de pendientes expresado en grados. Los resultados obtenidos son interpretados según la clasificación de pendientes propuesta por los autores Araya & Börgel 1972 y Young, 1975 (Romero, 2013) y que relaciona los distintos tipos de pendiente con el umbral geomorfológico y sus grados de amenaza según se aprecia en la Tabla 2.

*Tabla 2 Relación de pendientes y grados de erodabilidad. Fuente: Araya y Börgel 1972 y Young. 1975 (Romero, 2013)*

Grados de Pendiente	Tipo de Pendiente	Umbral Geomorfológico	Grado de Erodabilidad
0° - 2°	Horizontal	Erosión nula o leve	Bajo
2,1° - 5°	Suave	Erosión débil, difusa (sheet wash), inicio de regueros y solifluxión fría.	Bajo
5,1° - 10°	Moderada	Erosión moderada a fuerte, inicio de erosión lineal (rill wash).	Medio
10,1° - 20°	Fuerte	Erosión intensa, cárcavas insipientes.	Alto
20,1° - 30°	Moderadamente escarpada	Cárcavas frecuentes, movimientos en masa, reptación.	Alto
30,1° - 45°	Muy escarpada	Coluviamiento, solifluxión intensa.	Muy Alto
> 45°	Acantilada	Desprendimientos, derrumbes, corredores de derrubios.	Muy Alto

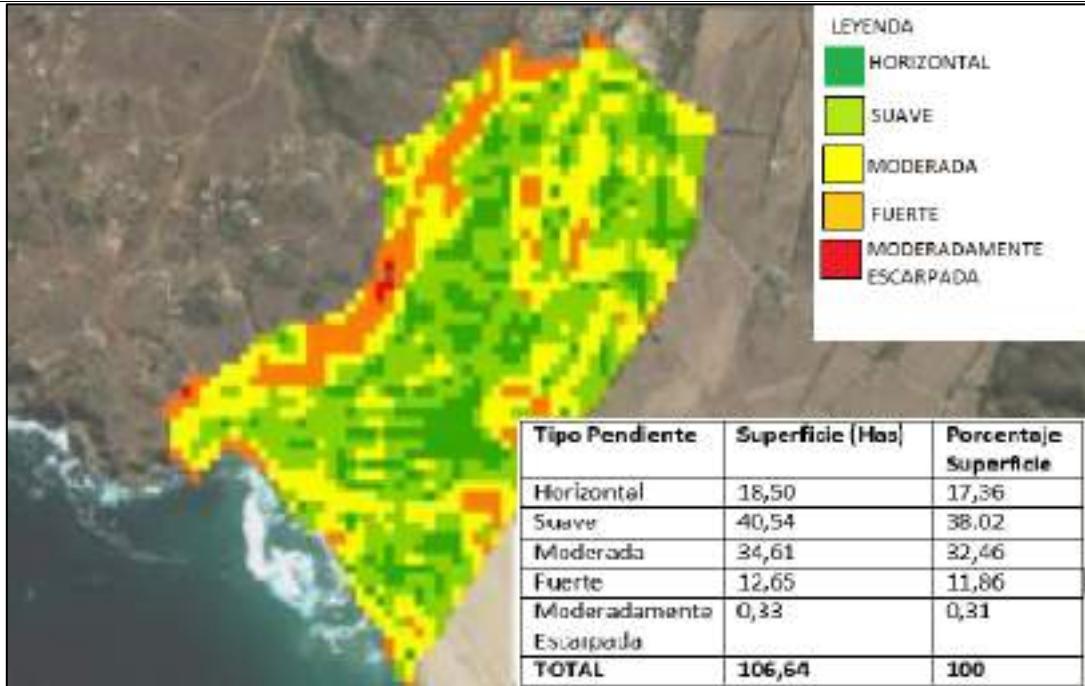


Figura 5 Unidad homogénea de pendiente, Fuente: (Romero, 2013).

### 3.6.2 Unidad Homogénea de Erosión

Esta unidad está determinada por Romero (Romero, 2013) mediante el criterio de Intensidad de Procesos Dinámicos (Romero, 2013) y adaptada a los rangos de pendientes según los umbrales geomorfológicos para las costas chilenas (Romero, 2013).

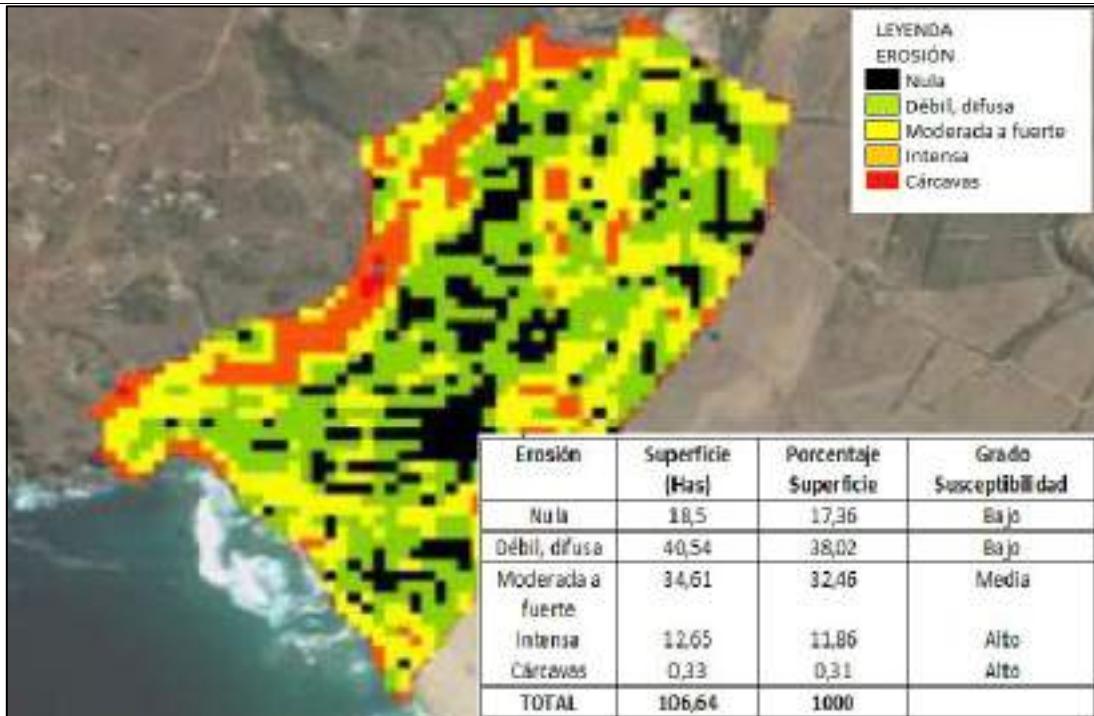


Figura 6 Distribución de la erosión en el área de estudio, Fuente: Romero (2013).

### 3.6.3 Unidad homogénea Geomorfológica

El área se caracteriza por la presencia de varios niveles de terrazas de abrasión con una altura que va entre los 100 y 500 m.s.n.m. Es posible apreciar lineamientos con dirección Este-Oeste que delimitan bloques que han sufrido alzamiento y rotación en el tiempo (Romero, 2013).

Romero (Romero, 2013) identifica las siguientes geoformas en el área de estudio:

- **Terrazas aluviales:** formadas por sedimentos en valles con características fluviales. En el caso del área de estudio se aprecian en las porciones laterales del estero donde el terreno presenta una muy baja pendiente permitiendo que estos se depositen.
- **Playa:** la morfología está dada por la rompiente de barra y rip (playas de vaivén por la llegada de la ola en forma perpendicular) la cual genera una playa erosional mono secuencial. La playa de Tunquén se caracteriza por ser una de las más antiguas de las últimas glaciaciones en la costa central (Iturriaga, 2004).
- **Acantilados:** escarpe costero sobre rocas duras que resultan de la acción abrasiva del oleaje y procesos de remoción de masa.
- **Vertientes inversas:** geoforma en la cual la roca presenta distintas durezas en sus capas donde es posible apreciar rugosidades (Romero, 2013).
- **Terraza de abrasión marina:** fina franja costera levemente inclinada hacia el mar y cubierta por depósitos marinos (limo, arena, gravilla) o eólicos ocasionados por la erosión marina que al desgastar la costa forman una plataforma de abrasión y al bajar el nivel del mar, expone la plataforma hasta formar una nueva terraza marina. Este tipo de geoforma data del Cuaternario cuando se desarrollaron las glaciaciones e interglaciaciones que modificaron el nivel del mar (Romero, 2013).
- **Lechos fluviales:** generados por el cauce del río. Cuando este se encuentra en período de estiaje el río corre solo por su lecho (lecho menor), sin embargo, en época de crecida el río inunda porciones laterales del lecho formando el lecho mayor
- **Vertientes conformes:** formaciones con una baja rugosidad y que se desarrollan en la misma dirección del buzamiento (Romero, 2013).

El ecosistema del Humedal de Tunquén costa corresponde en su lado sur al tipo playa depositacional y el sector norte al segundo tipo que incluye un acantilado antiguo y su plataforma litoral, cuyas formas se deben principalmente a la erosión marina –y en la actualidad al escurrimiento estacional del Estero de Casablanca-, presentando un desarrollo condicionado por las características estructurales de los afloramientos costeros (Bird, 2008).

Recurriendo a otro tipo de clasificación para tipos de costas, según los movimientos isoeustáticos o glacioeustáticos (Strahler et. al, 1989). Es posible que estemos frente al tipo de costa de emersión que implica la exposición subaérea de los relieves submarinos por retirada del mar o ascenso del terreno, luego de la última transgresión del mar debido a un aumento en el nivel de las aguas o a un descenso cortical. Similar al proceso visible en los acantilados de Concón (Elórtegui, 2005). En la costa de Chile central son numerosos los casos que evidencian procesos de alzamiento tectónico y emersión del relieve, tales como terrazas marinas emergidas o líneas de paleocosta (Quezada et. al, 2007). En el contexto estudiado esto estaría representado por el sector norte del Humedal. Es sobre esta situación geomorfológica y la múltiple oferta de hábitats que representan, donde se expresan los diferentes ecosistemas que le conforman, sus comunidades vegetales y sus relaciones.

### 3.7 Hidrología

El principal recurso hídrico del Humedal de Tunquén lo constituye el Estero Casablanca, con una superficie de 632 Km<sup>2</sup> y una extensión de 45 Km., Es de régimen pluvial y sus afluentes son los esteros de Lo Ovalle y Lo Orozco (Pino, 2014). La cuenca se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa donde existen cuatro valles que configuran su formación, siendo estos: La Vinilla-Casablanca, Los Perales de Tapihue, Lo Ovalle y Lo Orozco.

Su desembocadura se encuentra cerrada producto de la presencia de una barra de acumulación de arenas. Esto provoca un estancamiento de sus aguas que dan forma a una laguna y que en definitiva conforma al humedal (Albornoz, 2013).

### 3.8 Antecedentes Bióticos

#### 3.8.1 Vegetación y Flora

La principal característica de los ecosistemas presentes en el sector Humedal de Tunquén y en la que coinciden los autores que han estudiado biológicamente los espacios costeros de Chile central, es que en ellos existe un número importante de especies de flora (Kohler, 1970; Kohler, 1971; Serey et. al, 1976; Eskuche 1992; Ramírez et. al, 1992; Gajardo, 1994 y San Martín et. al, 1992). La edad geológica de estos espacios (pleistocénicos-holocénicos), su ubicación de borde-mar, su microclima particular con vaguadas estivales recurrentes y el hecho de estar ubicado en la zona de transición entre las unidades biológicas regionales del norte y del sur (Kohler, 1970 y Kohler, 1971), permiten una combinación de elementos florísticos de ambas y una mayor riqueza de plantas, lo que a su vez resultaría en un incremento de la biodiversidad y complejidad de sus ecosistemas (Luebert, 2005).

El ecosistema del sector Humedal de Tunquén, basado en las caracterizaciones de Luebert y Pliscoff (Luebert et. al, 2006), conformaría una comunidad de especies que, por condiciones edáficas, de orografía y latitud, difiere de lo que se encuentra habitualmente en la vegetación propia de la zona

costera de la región o por lo menos es más heterogénea en su composición. Si bien la zona estudiada comparte especies presentes en otros ecosistemas, la combinación de estas y sus diversas interacciones, sumada a las características singulares de este hábitat, genera una comunidad de alto valor ecológico.

Tunquén se ubica en el bioma mediterráneo de Chile central, considerado uno de los 35 hotspot para la conservación de la biodiversidad planetaria (Armesto et. al, 1998) y comprende el sector Humedal de Tunquén (Latitud: 6374389.45 mS / Longitud: 266090.84 mE), el cual tiene una superficie aproximada de 95,97 hectáreas. Está ubicada en una zona de transición entre las unidades biológicas regionales del norte y del sur, permitiendo una combinación de los elementos florísticos de ambas regiones generando una mayor riqueza de plantas lo que en consecuencia provoca un aumento en la biodiversidad y una resultante complejidad en la conformación de sus ecosistemas. Se reconocen seis biotopos vegetales, siendo estos: Matorral esclerófilo, Bosque esclerófilo, Desierto costero, Pradera de pastoreo, Humedal y Duna.

Tabla 3 Biotopos del SN Humedal de Tunquén

	BIOTOPOS	Hectáreas
<b>1</b>	Pradera Antrópica	37,66
<b>2</b>	Bosque esclerófilo	6,234
<b>3</b>	Matorral esclerófilo	11,3892
<b>4</b>	Desierto Costero	2,086
<b>5</b>	Duna primaria	14,1834
<b>6</b>	Humedal	32,013

Una de las comunidades corresponde a la comunidad zonal de *Lithrea caustica* -*Schinus latifolius* (Luebert et. al, 2006). Las especies más frecuentes y que alcanzan en algunos casos dimensiones arbóreas son: molle (*Schinus latifolius*), molle peludo (*Schinus velutinus*), hüingán (*Schinus polygama*), litre (*Lithrea caustica*), corcolén (*Azara celastrina*) y lechón (*Adenopeltis serrata*). Sobre

estos se encuentran la enredadera voqui negro (*Cissus striata*), pircún (*Anisomeria litoralis*) y especies de *Dioscoreas*. En lugares de microcuenca más húmedas y sombrías aparece flora de helechos del género *Adiantum* (Donghi et. al, 2016).

La conservación del sector alto del matorral cumpliría un rol en la preservación de esta especie amenazada ya que es en esta zona de la vegetación arbustiva donde hay presencia de geófitas como *Alstroemeria pulchra*, *Bipinnula fimbriata*, *Conanthera bifolia*, *Dioscorea bryoniifolia*, *Leucocoryne ixiodes*, *Olsynium scirpoideum*, *Trichopetalum plumosum*, *Tristagma bivalve*, entre otras (Donghi et. al, 2016).

Además, el Santuario presenta un sector de pradera altamente antropizado con una comunidad zonal muy degradada de tipo *Schinus latifolius* - *Cryptocarya alba* (Etienne et. al, 1984) y con gran número de especies colonizadoras adventicias (extranjeras o cosmopolitas). Si proyectamos en el tiempo la sucesión ecológica de esta pradera actual lo más probable es que su expresión se corresponda con las anteriores comunidades de bosque esclerófilo y humedal (Donghi et. al, 2016).

La comunidad de pradera se encuentra dominada por hierba del chancho (*Hypochaeris radicata*), flor de la culebra (*Fumaria agraria*), romacilla (*Rumex acetosella*), siete venas chico (*Plantago hispidula*), corregüea (*Convolvulus arvensis*), dedal de oro (*Eschscholzia californica*), alfilerillo (*Erodium cicutarum*), cebadilla (*Bromus hordeaceus*) y la explosión estacional de yuyo (*Brassica rapa*) en el estrato herbáceo. Estacionalmente domina en la fenología de la floración y tamaños arbustivos penca (*Cynara cardunculus*), hinojo (*Foeniculum vulgare*) y cicuta (*Conium maculatum*). En arbustos leñosos o de escala arbóreos aparecen palqui (*Cestrum parqui*) y maitén (*Maytenus boaria*).

En los bordes norte y sur del humedal la pradera construye un complejo mosaico entre especies adventicias y especies arbustivas nativas originales de la comunidad previa a la degradación. Aquí se desarrolla una activa competencia de la especie *Rubus* y algunas nativas colonizadoras de este tipo de hábitat como maitén y lobelia (*Lobelia excelsa*) (Donghi et. al, 2016).

Respecto a las especies de flora introducida, en general se comportan de forma no agresiva, se acoplan a las comunidades vegetales de forma cosmopolita como es el caso de los pastos (*Poaceas*). La mayoría de ellas se encontraron asociadas a situaciones de relleno o perturbaciones con otros sustratos diferentes a los locales, lo que explica su presencia circunscrita a esos lugares (Donghi et. al, 2016).

En el Santuario, hay presencia de tres especies de flora que se comportan de forma invasiva, estas son el lupino amarillo (*Lupinus luteus*), dedal de oro (*Eschscholzia californica*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

El espacio que comprende el Santuario es florísticamente diverso; de las 303 especies de flora vascular encontradas, el 36% corresponde a especies endémicas de Chile y de las cuales 13 especies corresponden a géneros endémicos. Respecto a las especies, el mayor número de especies corresponde a las compuestas (*Asteraceae*) con 41 especies y gramíneas (*Poaceae*) con 29 especies seguidas por las leguminosas (*Fabaceae*) con 17 especies. Esta diversidad vegetal tiene importantes implicancias para las comunidades costeras ya que las compuestas (tipo margaritas) y fabáceas son la mayor fuente alimenticia para insectos polinizadores; y las gramíneas (pastos) y sus semillas lo son de aves y roedores. De las especies de flora en categoría de conservación registradas se destacan las siguientes: en categoría en peligro se encuentra el Palo colorado (*Pouteria splendens (A.DC.) O. Kuntze*) y en categoría vulnerable se encuentra el quisquito rosado (*Neopoteria subgibbosa (Haw.) Britton et Rose*), Chagual (*Puya berteroniana Mez*), Quisquito (*Pyrrhocactus curvispinus (Bertero ex Colla) A. Berger*) y Quisco (*Trichocereus chiloensis (Colla) Britton et Rose var. litoralis (Johow) Faúndez*).

En el Anexo 1 se encuentra el listado de las especies de flora presentes en el Santuario.

### 3.8.2 Fauna

Con relación a la fauna presente en el Santuario de la Naturaleza, se destaca la presencia de artrópodos y entre ellos los himenópteros (abejas, avispas y hormigas) con 40 especies y los lepidópteros (mariposas) con 30 especies descritas para la zona. Esta diversidad en artrópodos es una importante base trófica para reptiles, aves, roedores y carnívoros, siendo frecuente encontrar sus restos en excrementos y egagrópilas (Elórtegui, 2005).

Otro grupo que llama la atención es la localización de un gran número (37 especies) de taxas de orthoptera (grillo, saltamontes y langostas) y que se concentran preferentemente en el espacio de pradera antropizada. Esto da cuenta de una oferta de alimento y hábitat de esta comunidad que con frecuencia es desestimada ecológicamente por la presencia de gran cantidad de flora adventicia.

Destaca un grupo muy importante de artropofauna de humedal, como es la familia Odonata (libélulas, matapiojos y caballitos del diablo). Se identificaron cuatro especies, dos de ellas muy sensibles a los hábitats intervenidos: matapijo gigante (*Phenes raptor*) y matapijo rojo (*Phyllopetalia apicalis*); siendo estas muy escasas en otros humedales de la zona. La diversidad de

odonatos sólo es posible en cuerpos de aguas libres de contaminantes y con pirámides tróficas bien consolidadas ya que estos insectos subacuáticos (estado larvario) son activos depredadores de peces, anfibios y otros insectos durante todo su desarrollo.

En casos puntuales destaca la presencia elevada del único artrópodo que hoy se encuentra con posibilidades de extinción y en solicitud de ser considerado el primero en categoría de conservación en Chile: el abejorro rojo (*Bombus dahlbomii*). Es la abeja de mayor tamaño nativa de Chile, forma colmenas y ha sido desplazada sistemáticamente de la región mediterránea de Chile por la introducción de abejorro europeo (*Bombus terrestris*) desde Europa hace más de una década (Ruz et. al, 2001; Ruz et. al, 2005 y Williams et. al, 2009).

Otro es la alta presencia de nidificación de mariposa del chagual (*Castnia psittacus*). Esta mariposa escasa sólo nidifica en comunidades poco alteradas de *Puya chilensis* y *Puya berteroana*.

En la comunidad de dunas primarias se encuentra una comunidad de artrópodos de hábitos principalmente nocturnos y que permanecen enterrados durante el día bajo la arena. Entre ellos destacan especies de la familia tenebrionidae y algunos arácnidos como el escorpión (*Brachisternus sp.*).

En el caso de vertebrados, se confirma la presencia de numerosas colonias de cururos (*Spalacopus cianus*), considerado en peligro según Reglamento de la Ley de Caza. Se reconoce el límite superior del matorral esclerófilo como área de colonias con registro de madrigueras activas. Las poblaciones de cururo ocupan los ambientes con praderas y vegetación arbustiva desde la parte alta del matorral hasta el plano inferior del desierto costero.

Otros mamíferos visibles en el matorral esclerófilo son el degú (*Octodon degus*) y zorro chilla (*Lycalopex griseus*). Este último ha dejado rastros de depredación sobre coleópteros de gran tamaño como la madre de la culebra (*Acanthinodera cummingi*) y frutos de litre. Con relación a los mamíferos que se encuentran en categoría vulnerable y que hay registros de presencia en el Santuario son: quique (*Galictis cuja Molina*), chungungo (*Lontra felina Molina*), coipo (*Myocastor coypus Molina*) y degu costino (*Octodon lunatus Osgood*).

También se observa abundancia y distribución de reptiles fuertemente asociados a las comunidades tipo *Lithrea caustica* -*Schinus latifolius* y tipo *Lithrea caustica*. En particular culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), lagarto de Zapallar (*Liolaemus zapallarensis*) y lagarto de kuhlman (*Liolaemus kuhlmanni*). Además, hay registros de lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus Gravenhorst*) y culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis Schlegel*). Todos en categoría vulnerable.

Se reporta gran número de anfibios juveniles de sapo de rulo (*Rhinella arunco*); especie endémica en estado vulnerable y muy sensible a la antropización del hábitat. Su presencia abundante indicaría, sumado a la presencia de odonatos, un buen estado de salud del cuerpo de agua y una buena calidad de esta. Además, se ha descrito la presencia de rana grande chilena (*Calyptocephalella gayi* Duméril & Bibron), sapo de cuatro ojos (*Pleurodema thaul* Lesson) también en categoría vulnerable.

Las aves observadas presentan una amplia distribución geográfica, especialmente en la zona central de Chile, la mayoría descrita como residente para el área en general (Elórtegui, 2005). Para el área de estudio existe un registro histórico de 80 especies entre las que destacan rayador (*Rynchops niger*), gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), perrito (*Himantopus melanurus*) entre otros.

La presencia de aves migratorias entre primavera y verano tales como *Calidris bairdii* (playero de Bird), Gaviota de Franklin (*Larus pipixcan*), Zarapito (*Numenius phaeopus*), chorlo nevado (*Charadrius alexandrinus*) y chorlo de collar (*Charadius collaris*), entrega la irrefutable evidencia que este humedal es una ruta de aves migratorias provenientes del hemisferio norte y que visitan nuestras costas para pasar el invierno boreal (Iturriaga, 2004). Es decir, a través de la Teoría de Grafos, es posible apreciar cómo por medio del Humedal de Tunquén se produce dispersión de individuos, migraciones y contribución al flujo energético, el cual además se intersecta con nodos provenientes de los cursos de aguas continentales (Pino, 2014). Las aves posibles de avistar en el Santuario y que están en categoría vulnerable: becacina (*Gallinago paraguaiae* Vieillot), torcaza (*Columba araucana* Lesson) y guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* Lesson).

Respecto a la fauna íctica, hay registros de tres especies nativas: pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus* Girard), pocha (*Cheirodon pisciculus* Girard) y bagre chico (*Trichomycterus areolatus* Valenciennes) las tres están en categoría vulnerable. Además de especies introducidas como Chanchito (*Cichlasoma facetum*), gambusia manchada (*Cnesterodon decemmaculatus*) y carpa (*Ciprinus carpio*).

En el Anexo 1 se encuentra el listado de las especies de fauna presentes en el humedal de Tunquén.

### 3.9 Antecedentes Arqueológicos

En el Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén hay presencia de 14 sitios arqueológicos, 3 hallazgos arqueológicos aislados (correspondientes a los códigos entre los sitios 3 y 16) y 1 sitio antropológico. Los sitios Punta Tunquén 1 (PT1) y Punta Tunquén 2 (PT2), se incluyen, pues se localizan muy cercanos al deslinde oeste del Santuario, a casi 100 m y 50 m de éste respectivamente,

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

pero se emplazan fuera del Santuario. En el Anexo 2 del presente Plan de Manejo se incluye el estudio arqueológico del sector de la Playa grande de Tunquén realizado por el arqueólogo Eduardo Silva (2014).

*Tabla 4 Sitios arqueológicos, antropológicos y hallazgos aislados registrados en el área declarada Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. Fuente: Informe Arqueología Santuario de la Naturaleza Tunquén (Ávalos y Valenzuela Ayala, 2016).*

Nº	Código	Nombre del Sitio Arqueológico	Nombre Anterior <sup>2</sup>	Cota (msm) <sup>3</sup>	Dimensiones <sup>4</sup> NS- EO
1	PT1	Punta Tunquén 1	Sector Humedal Alto 1 Sector Humedal Bajo 2	27	20 – 35

<sup>2</sup> Con Nombre Anterior se alude a los sitios o sectores arqueológicos identificados por J. Jara (CMN, 2014).

<sup>3</sup> Las cotas en Metros sobre el mar (msm) son valores aproximados.

<sup>4</sup> Medidas expresadas en metros.

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

2	PT2	Punta Tunquén 2	Sector Humedal Alto 2	28	40 – 40
3	HT3	Humedal Tunquén 3	Sector Humedal Bajo 1	10	20 – 35
4	BM4	Bajo del Maqui 4	-	25	60 – 50
5	BM5	Bajo del Maqui 5	-	28	60 – 50
6	QM6	Quebrada del Maqui 6	-	14	60 – 40
7	QM7	Quebrada del Maqui 7	-	12 – 19	90 – 60

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

<b>8</b>	QM8	Quebrada del Maqui 8	-	8 - 17	30 – 20
<b>9</b>	HT9	Humedal Tunquén 9	-	10	20 – 35
<b>10</b>	HT10	Humedal Tunquén 10	-	10	30 – 20
<b>11</b>	HT11	Humedal Tunquén 11	-	10	20 – 30
<b>12</b>	HT12	Humedal Tunquén 12	-	10	20 – 50
<b>13</b>	HT13	Humedal Tunquén 13	-	10	15 – 15
<b>14</b>	HT14	Humedal Tunquén 14	-	10	30 – 30

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

<b>15</b>	HT15	Humbral Tunquén 15	-	9	10 – 25
<b>16</b>	QM16	Quebrada del Maqui 16	-	7	20 – 50
<b>17</b>	BM_HA1	Bajo del Maqui	Sector Humbral Alto 3	27	$1 \times 1^5$
		Hallazgo Aislado 1			
<b>18</b>	BM_HA2	Bajo del Maqui  Hallazgo Aislado 2	-	26	$1 \times 1$
<b>19</b>	BM_HA3	Bajo del Maqui		29	$1 \times 1$
		Hallazgo Aislado 3			

<sup>5</sup> Se considera como área o unidad de superficie mínima para un hallazgo arqueológico: 1m x 1m.

20	VL_A1 <sup>6</sup>	Gruta Virgen de Lourdes Antropológico 1	-	12	3 x 3
----	--------------------	--	---	----	-------

### 3.10 Antecedentes Sociales

Tunquén es una localidad rural situada en el litoral central chileno perteneciente administrativamente a las Municipalidades de Casablanca y Algarrobo, en las provincias de Valparaíso y San Antonio.

Su población actual está compuesta por los descendientes de propietarios de la Hacienda de Tunquén; campesinos y pescadores, y por personas de estrato socioeconómico alto, provenientes de centros urbanos que fijan ahí su segunda permitidida en parcelas de agrado de una extensión promedio de 5.000 mt<sup>2</sup>

Al igual que otras localidades costeras, procesos de reinversión del orden de la propiedad como la reforma agraria no habrían tenido fuerza en Tunquén, al no registrarse movimientos de sindicalización o de intervención de organismos como la Corporación de reforma agraria (CORA) en la zona norte y sur de Algarrobo.

Las parcelas de Tunquén se caracterizan por no haberse desarrollado en el marco inmobiliario invasivo que hasta ahora habría logrado un equilibrio entre la calidad de predio rural y los usos que como segunda vivienda sus habitantes le han dado, no siendo evidentes proyectos inmobiliarios de gran envergadura y usos poco sostenibles con el entorno en cuanto a acceso a servicios básicos como el agua el cual se obtiene de pozos norias que se alimentan de aguas subterráneas o la energía eléctrica, que en varios casos es solar.

---

<sup>6</sup> La Gruta de la Virgen de Lourdes es considerada como un recurso cultural o sitio antropológico.

Durante los meses estivales, existe una demanda turística intensiva tanto por el flujo de personas como por las actividades realizadas, entre las que se destacan las actividades al aire libre, camping, deporte enduro y recreación.

Tunquén presenta una compleja y dispersa distribución de la población que no permite, en primera instancia, advertir las características distintivas de un centro poblado, con espacios de comunes como plazas públicas, e infraestructura comunitaria como sedes sociales, delegación municipal; biblioteca; escuela; clubes de fútbol o centros de madres, por lo que ante todo se configura como un conjunto de parcelaciones privadas con viviendas con distinto régimen de ocupación, cuyos residentes permanentes acceden a servicios como educación y empleo fundamentalmente en las capitales comunales de Algarrobo y Casablanca.

Tunquén aparece en los Planes de Desarrollo Comunal o PLADECOS de las municipalidades de Casablanca y Algarrobo principalmente destacado por sus atractivos turísticos, principalmente por el Humedal. Se la caracteriza como una localidad rural sin mayor inversión pública, entre otras cosas, suponen por los intereses de los propietarios por no alterar el entorno.

*“Los asentamientos rurales de Algarrobo son tan multifacéticos como los urbanos. Hay sectores como Tunquén en los que se han emplazado viviendas en parcelaciones sin uso agrícola, cuyos vecinos no sólo no demandan servicios ni urbanización, sino que además se resisten a que se efectúe algún tipo de inversión pública en su entorno.” (PLADECO de Algarrobo (2013-2016)*

Paralelo a esto, se identifica en la localidad potencial inmobiliario de interés a desarrollar por los gobiernos locales.

*“En los últimos 20 años, la situación estratégica de la comuna como punto de conexión entre los polos productivos y poblacionales más importantes del país, Valparaíso, San Antonio y Santiago representan una gran oportunidad para su desarrollo, a lo cual, sumado sus características climáticas, ha generado un desarrollo, por un lado, de importantes proyectos inmobiliarios como Santa Augusta y Tunquén, entre otros y por otro, del desarrollo vitivinícola” (PLADECO Casablanca (2014-2017).*

Sumado a lo anterior, Tunquén presenta una baja densidad poblacional (175 habitantes registrados en el censo 2002) por lo que no es de extrañar que se conciba a nivel comunal antes por sus recursos naturales que por su población.

Consistente con el contexto nacional, Tunquén presenta una mayoría de población económicamente activa, entre los 25 a 60 años. Respecto al nivel educacional, se registra una mayoría de la población que solo contaría con la enseñanza básica o primaria rendida. Destaca en paralelo la incidencia casi similar de personas que cursaron la media común y estudios superiores ya sea técnicos profesionales o universitarios. Con relación a las actividades económicas, las más representativas en la localidad son: construcción, agricultura, ganadería, caza y silvicultura y hogares privados con servicio doméstico.

En el Anexo 3 del presente Plan de Manejo se incluye el estudio sobre medio humano de Tunquén elaborado el 2016 por Nina Sepúlveda, Antropóloga Social.

## 4 OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Los objetos de conservación corresponden a elementos representativos de la biodiversidad del área donde se desean aplicar las estrategias de conservación. Estos fueron seleccionados en base a lo establecido en el decreto de Ley N° 75 que declara Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén y a información bibliográfica disponible.

**Artículo 3º, Objetos de protección.** *El Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén tendrá los siguientes objetos de protección: Las formaciones vegetacionales bosque esclerófilo costero y desierto costero; el sistema dunario; las especies de flora y fauna en estado de conservación y, en especial, la fauna íctica nativa, representada por las especies bagre Chico (*Trichomycterus areolatus*), pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*) y pocha (*Cheirodon pisciculus*); el humedal, conformado por el estero Casablanca y su estuario, y los servicios ecosistémicos asociados; y la singularidad paisajística.*

Si bien en el Decreto N° 75 se establecieron los objetos de protección antes mencionados, para efectos de este Plan de Manejo se seleccionaron seis objetos de conservación biológicos de filtro grueso<sup>7</sup> que, en su conjunto, aseguran la conservación de toda el área, y a partir de los cuales se definen objetivos específicos y acciones a implementar para la conservación de la biodiversidad y el patrimonio cultural.

El objeto de protección de *singularidad paisajística* no se definió como un objeto de conservación en sí mismo, pues se entiende que esta es una característica transversal a los seis objetos de conservación, ya que en su conjunto dan lugar a la singularidad paisajística, esto es, a características del paisaje únicas y particulares de la ecorregión mediterránea debido a su conformación geomorfológica y distintas formaciones vegetacionales.

Los objetos de conservación biológicos seleccionados para los 6 años son: Bosque y matorral esclerófilo; desierto costero; sistema dunario; el humedal conformado por el estero de Casablanca y su estuario, y los servicios ecosistémicos asociados; las aves playeras migratorias; y los peces nativos.

<sup>7</sup> “Los objetos de filtro grueso consideran ecosistemas y comunidades, las cuales al ser conservadas son capaces de cubrir las necesidades de conservación de diversas especies” (CONAF, 2017).

Las calificaciones del estado de viabilidad de los objetos de conservación se realizaron utilizando atributos ecológicos claves. Para cada objeto se determinaron posibles indicadores los cuales fueron definidos en base a la literatura científica. Las calificaciones resultantes se presentan en la siguiente tabla.

APROBADO

Tabla 5 Calificaciones de integridad de los objetos de conservación.

Objeto de conservación	Calificación de viabilidad
<b>Bosque y matorral esclerófilo</b>	Regular
<b>Desierto costero</b>	Regular
<b>Sistema dunario</b>	Regular
<b>Humedal conformado por estero Casablanca y estuario y los servicios ecosistémicos asociados</b>	Regular
<b>Aves playeras migratorias</b>	Regular
<b>Peces nativos</b>	Pobre

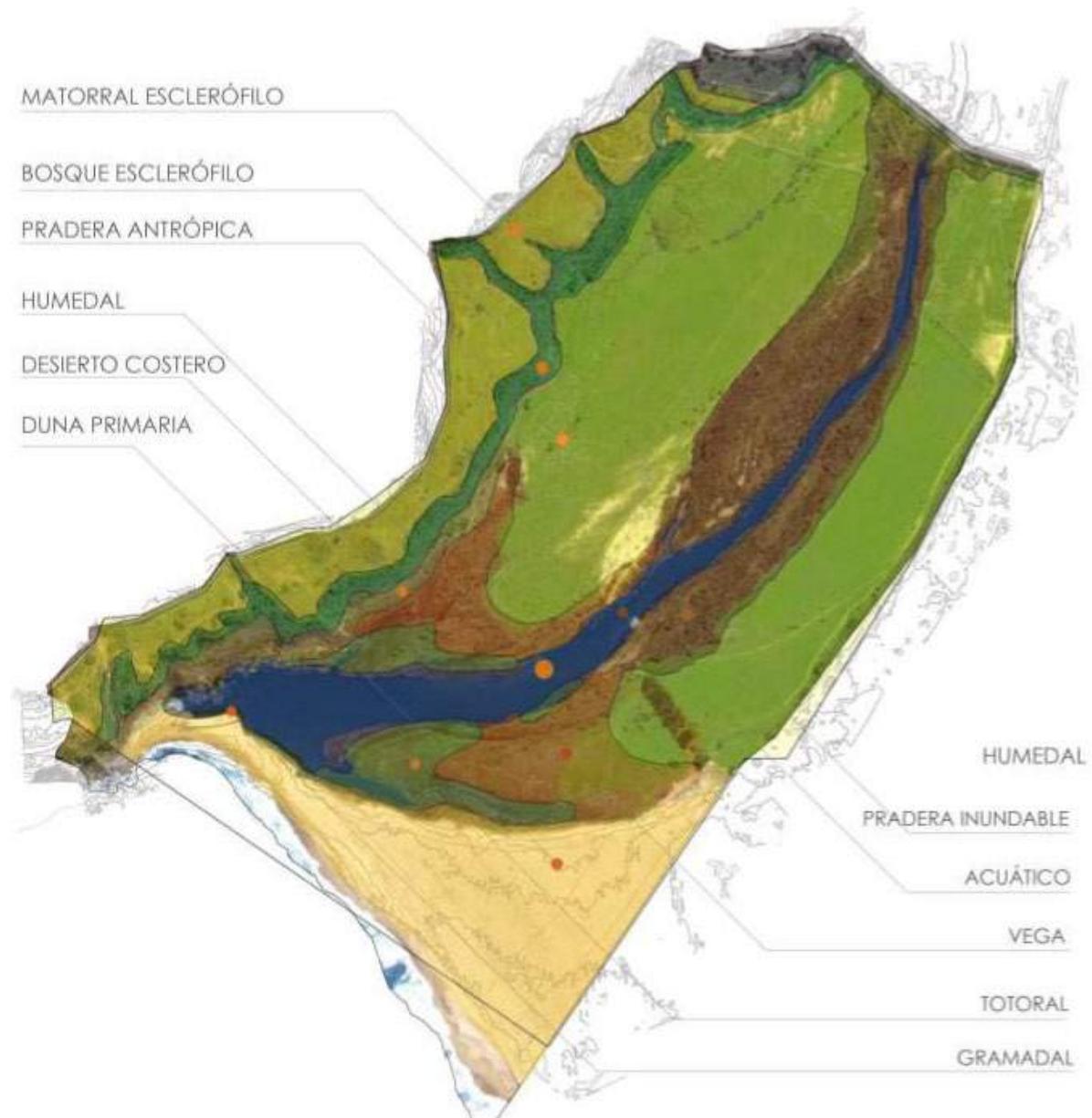


Figura 6 Distribución de los objetos de conservación del Santuario

## 4.1 Bosque y Matorral Esclerófilo

### 4.1.1 Bosque Esclerófilo Costero

Comunidad zonal tipo *Schinus latifolius* - *Cryptocarya alba* (Etienne et. al, 1984). Importante debido a los sitios de nidificación y cortejo.

Se encuentra creciendo en el fondo y partes bajas de las laderas de poca pendiente con exposición sur en el extremo noreste del humedal. Es sobre estos lugares protegidos que este bosque tiene un mayor desarrollo del suelo (materia orgánica-hojarasca) lo que permite la expresión arbórea. Es un bosque remanente que originalmente se extendía por toda la cuenca del estero Casa Blanca hacia el interior.

Bosque muy heterogéneo y conformado principalmente por árboles de hoja dura, aunque en este caso posiblemente la degradación macro regional favorece la penetración de elementos con afinidades desérticas (Luebert et. al, 2006). Y como en otros parches de este tipo de bosques al borde del mar su situación es de un estado sucesiones regresivo. (Rosenmann, 1983). Esto pone de manifiesto ya de entrada lo delicado de este tipo de ecosistemas (Elórtegui, 2016).

Posee una alta cobertura, lo que le da un aspecto con un dosel continuo y cerrado; sobre los árboles crecen varias lianas y en el piso algunos helechos del género *Adiantum*. Como especies arbóreas dominantes están el peumo (*Cryptocarya alba*), molle (*Schinus latifolius*), boldo (*Peumus boldus*) y corcolén (*Azara celastrina*); entre los arbustos se destacan el mayú (*Sophora macrocarpa*), colihue (*Chusquea cumingii*) y lechón (*Adenopeltis serrata*). Voquicillo (*Diplolepis menziesii*) y voqui negro (*Cissus striata*), son lianas comunes en este bosque. Las trepadoras soldadillo (*Tropaeolum tricolor*) y huanquí (*Dioscorea bryonifolia*) destacan en primavera (Elórtegui, 2016).

En relación a la fauna nativa presente en este ambiente, se destaca la presencia de especies endémicas de reptiles como la lagartija tenue (*Liolaemus tenuis*), culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*) y la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) y especies de aves nativas como el cachudito (*Anairetes parulus*), jilguero (*Carduelis barbatus*), bailarín chico (*Anthus correndera*), jote de cabeza negra (*Coragyps atratus*) y la turca (*Pteroptochos megapodus*) ave endémica de Chile.

Cabe destacar, que el bosque esclerófilo costero, se ha visto ampliamente reducido debido a la expansión demográfica y la intensa ocupación humana. Además, esta formación vegetal tiene solo un 1,1% de representatividad nacional dentro de las áreas protegidas y un 2,76% a nivel regional en la Región de Valparaíso (CONAMA - PNUD, 2005).

APPROBADO

#### 4.1.2 Matorral Esclerófilo

Comunidad zonal tipo *Lithrea caustica* -*Schinus latifolius* (Etienne et. al, 1982) contribuye a la conservación de *Spalacopus cianus*.

Esta comunidad de matorral se expresa sobre el acantilado muerto en la terraza expuesta hacia el sur por sobre la base de roca plutónica y que forma parte del límite norte de la cuenca del estero Casablanca en su desembocadura. Este hábitat se corresponde con la plataforma litoral de suave pendiente respaldada por un acantilado bajo degradado, originado por antigua erosión marina y sub-aérea actual. La acción del oleaje y mareas fueron un agente importante en la constitución de su extensión y pendiente. La verdadera magnitud de este proceso y su resultado se aprecia en los acantilados que se encuentran rodeando los márgenes de Tunquén (Donghi et. al, 2016).

En torno a las especies arbóreas dominantes el matorral se cierra y densifica. Integrantes de esta expresión de matorral denso y frecuentes en zonas más expuestas al clima marino y solana, son las especies arbustivas: *Baccharis macraei*, *Fuchsia lycioides*, *Eupatorium glechonophyllum*, *Eupatorium salvium*, *Bahia ambrosioides*, *Puya chilensis*, *Eryngium paniculatum*, *Ageratina glechonophylla*, *Lobelia excelsa*, *Lobelia polyphylla* y *Valeriana stricta*. En este entorno destacan algunos ejemplares de petrillo (*Myrceugenia rufa*) y paramela (*Adesmia balsamica*) ambos considerados en categoría “rara”. Las especies más frecuentes y que alcanzan en algunos casos dimensiones arbóreas son: molle (*Schinus latifolius*), molle peludo (*Schinus velutinus*), hüingán (*Schinus polygama*), litre (*Lithrea caustica*), corcolén (*Azara celastrina*) y lechón (*Adenopeltis serrata*). Sobre estos se encuentra la enredadera voqui negro (*Cissus striata*), pircún (*Anisomeria litoralis*) y especies de Dioscoreas. En lugares de microcuenca más húmedas y sombrías aparece flora de helechos del género *Adiantum* (Donghi et. al, 2016).

En el límite superior del matorral, la comunidad se fragmenta producto de intervenciones antrópicas anteriores. Aquí se constituye una pradera de estrato herbáceo que forma un tapiz denso y que se proyecta de forma continua en la meseta de la terraza. Esta formación es una comunidad en sucesión que muestra los primeros rasgos de recuperación del matorral esclerófilo original con presencia de romerillo (*Baccharis linearis*) y quebracho (*Senna candolleana*). En esta pradera se encuentra un mosaico con especies dominantes de gramíneas (*Piptochaetium montevidense*, *Aira caryophyllea*, *Bromus berterianus*) y un conjunto importante de geófitas entre las que destacan: violeta (*Calydorea xiphoides*), geófita de género endémico considerada en peligro; la orquídea pogonata (*Chloraea pogonata*) en categoría vulnerable y *Alstroemeria marticorenae* especie

recientemente descrita (Elórtegui, 2016). Es aquí donde ocurren con mayor fuerza ciertas relaciones a resguardar como son el ciclo anual de las colonias de abejorro rojo (*Bombus dahlbomii*) y la mariposa del chagual (*Castnia psittacus*). Además, es posible encontrar especies nativas como el zorro chilla (*Lycalopex griseus*), el chorlo de collar (*Charadrius collaris*), la loica (*Sturnella loyca*) y la rara (*Phytotoma rara*). Se destaca la presencia de aves endémicas como la perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*) tenca (*Mimus thenca*) y torcaza (*Columba araucana*) y el mamífero endémico cururo (*Spalacopus cyanus*).

#### 4.2 Desierto Costero

*Comunidad zonal tipo Lithrea caustica (Etienne et. al, 1982) nos permite acceder al comienzo de una comunidad biológica a través de la construcción del complejo entrampado del suelo. Aquí la dominancia en flora de líquenes y su interacción con la roca y sus especies colonizadoras nos permiten ir entendiendo cómo se ensamblan comunidades más complejas.*

La Comunidad zonal tipo *Lithrea caustica* es, por un lado, el borde inferior del matorral esclerófilo que ingresa al mosaico de roca plutónica y al sustrato arenoso; lo que explica la ausencia de datos de Iturriaga (2001). Por otro lado, Luebert & Pliscoff (Luebert et. al, 2006) sugieren que bajo ciertas condiciones orográficas y edáficas particulares, los pisos de vegetación permiten la intrusión de especies pertenecientes a otras comunidades.

La presencia dominante de litre (*Lithrea caustica*) nos indica el tipo de comunidad vegetacional. En ella esta especie adquiere una disposición arbustiva, “achaparrada” o incluso rastrera. Esta asociación restringida a roqueríos costeros ha sido descrita en Concón y más al norte en el arco de roca “La Ventana” en Puchuncaví (Elórtegui, 2005 y Elórtegui, 2015). Al igual que en dichas comunidades las especies típicas acompañantes son: *Haplopappus foliosus*, *Haplopappus chrysanthemifolius*, *Nolana crassulifolia*, *Bahia ambrosioides*, *Cistanthe grandiflora*, *Eriosyce subgibbosa*, *Lycium chilense*, *Polyachyrus poeppigii*, *Lobelia polyphylla*, *Puya chilensis*, *Trichocereus chiloensis* var. *litoralis*.

Esta comunidad presenta dos situaciones florísticas que le diferencian de las anteriores. La primera situación es una población muy densa de cardoncillo (*Ochagavia litoralis*), especie ausente en otros ecosistemas de roqueríos costeros y luego la abundante diversidad de flora liquénica crustosa de los géneros *Caloplaca*, *Parmelia* y *Tephromela*, y fructiculosa del género *Ramalina* presentes en las rocas plutónicas (Elórtegui, 2016).

En relación con la fauna nativa que habita en el desierto costero se destaca la presencia de: golondrina (*Tachycineta leucopyga*), picaflor chico (*Sephanoides galerus*), matapiojo rojo (*Phyllopetalia apicalis*), picaflor gigante (*Patagona gigas*), mariposa del chagual (*Castnia psittacus*), matapiojo (*Phenes raptor*) y el abejorro rojo (*Bombylius dahlii*) especie endémica de Chile.

APROBADO

### 4.3 Sistema Dunario

*La conformación de la duna primaria o embrionaria estaría dada por procesos físicos y climáticos estrechamente relacionados, lo que generaría playas que se caracterizan por ser de grano grueso, muy pobres en materia orgánica y por su escasa capacidad de retención de humedad y contenido de nutrientes, lo cual es un rasgo distintivo de las playas urbanas y periurbanas al sur de la desembocadura del río Aconcagua, sobre las cuales se asentará una comunidad vegetal intrazonal de tipo *Nolanetum paradoxae*. Esta comunidad vegetal está en un alto riesgo de extinción producto de la fuerte ocupación antrópica, siendo Tunquén la única excepción prístina a nivel de la región de Valparaíso.*

La comunidad de *Margyricarpo-Chorizanthetum vaginatae* (Kohler, 1970) y *Colletio hystricis - Schinetum polygamae* (Luebert, 2005) corresponden ambas a un matorral consolidado sobre paleodunas (holoceno-pleistoceno) de amplia distribución desde Concón a Papudo pero con un alto grado de intervención antrópica (Donghi et. al, 2016).

La comunidad intrazonal de tipo *Nolanetum paradoxae* (Kohler, 1970 y Ramírez et. al, 1992) se ubica sobre dunas primarias de alimentación costera permanente. En la región de Valparaíso el *Nolanetum* (dominancia de *Nolana paradoxa*) prefiere playas de sustratos de grano grueso de alta permeabilidad, muy pobres en materia orgánica y por lo tanto escasa capacidad de retención de humedad y contenido de nutrientes. Este tipo de sustrato se corresponde con la mayoría de las playas urbanas y periurbanas de la región al sur del Río Aconcagua y que no forman dunas altas. La alta ocupación antrópica de dichos ambientes ha convertido a esta comunidad intrazonal en el piso de vegetación con mayor riesgo de extinción junto a la comunidad de las dunas holocénicas de Concón (Donghi et. al, 2016).

La vegetación exhibe una cobertura que se incrementa desde la línea de alta marea hasta el borde de la pradera interior. Si bien, comparativamente no cuenta con un ensamble elevado en número de especies, su estructura fisionómica es de una alta regularidad y fragilidad. La diversidad de especies posee variadas formas de vida, como arbustos rastreros o bajos, plantas anuales, geófitas y suculentas (Donghi et. al, 2016). La estructura básica de la comunidad está conformada por los arbustos rastreros: dicha grande (*Ambrosia chamissonis*) y en menor proporción doca (*Carpobrotus chilensis*), suspiro celeste (*Nolana paradoxa*), anislao (*Asteriscium chilense*) y sanguinaria (*Polygonum sanguinaria*); estos configuran una estructura de islas que dan refugio y acompañan a especies de tamaños discretos. Entre las geófitas se encuentran: lirio costero (*Alstroemeria hookerii*

*subesp. recumbens*) considerada en estado vulnerable y euforbia (*Euphorbia portulacoides*). Entre las herbáceas están: blanquillo (*Leucheria cerberoana*), huilmo (*Sisyrinchium arenarium*), diente de león (*Taraxacum sp.*) y piojillo (*Poa bonariensis*) (Donghi et. al, 2016). Hacia el borde interior de las dunas primarias el piso de vegetación incorpora varias especies arbustivas que aumentan su cobertura debido al incremento de materia orgánica y formación de un suelo incipiente. Estas son: vautro (*Baccharis macraei*), junco (*Juncus sp.*) y sanguinaria (*Chorizanthe vaginata*) (Donghi et. al, 2016).

#### **4.4 Humedal conformado por estero Casablanca, estuario y servicios ecosistémicos asociados**

*Comunidad intrazonal tipo Typha angustifolia – Schoenoplectus californicus* (Arancibia, 2006)

Los humedales costeros representan ambientes de interfaz entre ecosistemas terrestres y marinos altamente sensibles a las características de las masas de agua que entran y salen de ellos (Niering, 1985). Se considerará como comunidad de humedal al cuerpo de agua y sus límites de crecimiento estacional invernal y surgimientos de la napa freática. En términos vegetacionales esto incluye al cuerpo de agua, el lecho fluvial llamado en la línea de base anterior como matorral higrófilo leñoso bajo denso y parte de la pradera inundable que presenta especies vegetales palustres.

Junto a la comunidad de matorral esclerófilo esta es la comunidad que concentra un mayor número de especies y por ende contiene relaciones ecológicas complejas que van más allá de sus propios límites. Las otras comunidades se relacionan físicamente con el humedal compartiendo ciclos biológicos, tránsito de especies y funcionalmente a través de flujos de materia y energía como es el caso de la red trófica, polinización y nidificación. Estos flujos se hacen aún más complejos si se considera que el cuerpo de agua funciona como una cadena transportadora de microelementos desde los valles interiores y que las especies migratorias que se alimentan, nidifican o mueren en el humedal comparten también microelementos cuyos orígenes pueden tener una fuente tan distante como el hemisferio norte.

Con relación a la fauna nativa presente en el humedal, existen registros bibliográficos donde se destaca la presencia de especies nativas como el pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*) y la rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) ambos en categoría de conservación vulnerable. Además de otras especies de fauna nativa como lagarto chileno (*Liolaemus chilensis*), sapo de rulo (*Bufo chilensis*) y aves como el picurio (*Podilymbus podiceps*), rayador (*Rynchops niger*),

huala (*Podiceps major*), siete colores (*Tachuris rubrigastra*), tagua (*Fulica armilata*), garza grande (*Casmerodius albus*) y el huairavillo (*Ixobrychus involucris*).

La comunidad del humedal se denomina a través de sus dos especies dominantes *Typha angustifolia* – *Schoenoplectus californicus*, ya que ellas marcan el momento más alto en la sucesión ecológica del cuerpo de agua. Dentro de esta comunidad se pueden distinguir según su fisionomía cinco espacios dinámicos que nos hablan de la comunidad en diferentes estadios (Elórtegui, 2016). Estos cinco tipos son respectivamente:

1. Acuático: corresponde a las especies estrictamente acuáticas que se desarrollan en la laguna y su afluente. Presenta especies sumergidas como elodea (*Elodea potamogeton*) y vinagrilla (*Myriophyllum quitense*), flotantes libres como gamba rusa (*Alternanthera philoxeroides*), helechito de agua (*Azolla filiculoides*), lenteja de agua (*Lemna gibba*), guata de sapo (*Limnobium laevigatum*) y emergentes como llantén de agua (*Alisma plantago-aquatica*), Veronica, (*Sagittaria montevidensis*) *anagallis-aquatica* y tangue amarillo (*Ludwigia peploides*) (Elórtegui, 2016).
2. Totoral: dominado por totora (*Typha angustifolia*), que llega a formar poblaciones muy densas de hasta 3 m de alto. Se desarrolla en sustratos inundados, dentro de la laguna, canales y en las orillas. Su mayor expresión se encuentra en los bordes del último tercio del cuerpo de agua. Otras especies que están presentes son carrizo (*Phragmites communis*), paragüitas (*Hydrocotyle ranunculoides*) y chascón (*Scirpus cernuus*) (Elórtegui, 2016).

- 
- 
3. Vega: también se puede llamar lecho fluvial, dominada por totora (*Schoenoplectus americanus*) y bistro (*Schoenoplectus californicus*). Se desarrollan en suelos saturados de agua adyacentes a las lagunas. Otras especies presentes son hierba del platero (*Equisetum bogotense*), caústico de vega (*Ranunculus muricatus*) y ranúnculo acuático (*Ranunculus aquatilis*) (Elórtegui, 2016).
  

---

  4. Granadal: dominado por pasto salado (*Distichlis spicata*) de 20 a 30 cm de alto. Se desarrolla en suelos arenosos en los cuales la napa freática está al alcance de las raíces. Dentro del humedal este tipo de comunidad se presenta en los bordes arenosos y salinos, próximos a la barrera entre las rocas y donde la condición del agua es salobre. Otras especies asociadas son *Juncus acutus* y *Juncus sp* (Elórtegui, 2016).

5. Pradera inundable: dominada por especies arbustivas como chilca (*Baccharis salicifolia*), la irrupción de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), culén (*Otholobium glandulosum*) y herbáceas como roseta de los pantanos (*Selliera radicans*), romacilla (*Rumex acetocella*), romaza (*Rumex crispus*) y botón de oro (*Cotula coronopifolia*). Se desarrolla en suelos bien conformados pero saturados, adyacentes al cuerpo de agua. En este tipo de comunidad del humedal, la frontera con la comunidad de pradera se hace más difusa y varía según los ciclos estacionales o debería presentar variaciones mayores en los macrociclos climáticos “el niño-la niña” (Elórtegui, 2016).

En la porción terminal del estero desde la ruta F-818 hasta su desembocadura es posible apreciar que este sufre notables variaciones naturales crecidas invernales como la apertura de la barra como variaciones por efectos antrópicos (basuras en sus orillas, tránsito de vehículos por el cauce, lavado de carrocerías) (Zunino et. al, 2001). Lo anterior provoca cambios en su calidad de agua lo cual termina influyendo en la biota que se le asocia.

Existen dos planes de carácter metropolitano que regulan los usos del territorio en el área del Humedal de Tunquén. Uno es El Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, PREMVAL 2012 que comprende el territorio de las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana y Casablanca. El otro es Plan Regulador Intercomunal Satélite Borde Costero Sur que comprende la provincia de San Antonio, específicamente las comunas de Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena y San Antonio. Este último establece la existencia de una Zona de Protección ecológica Humedal (ZPE-H), que incluye los humedales.

La medida de protección está dada desde la cota máxima del humedal, más un área de 100 metros de ancho, el objetivo de esta protección es resguardar sectores de transición y ecotonos del humedal. Estas zonas deben ser mantenidas en estado natural, concentrando los esfuerzos en la preservación, para así asegurar la conservación del patrimonio paisajístico, el área de reproducción

de fauna, mamíferos y aves, y otros fenómenos naturales relevantes (Albornoz, 2013). Para estos sectores sólo está permitida la construcción de áreas verdes y equipamientos ecoturísticos, estando prohibida la subdivisión predial. El plan también establece una zona de protección costera (ZPBC-2) y una zona de protección ecológica por Vegetación (ZPE-V) que comprende zonas con coberturas nativas densas y semidensas.

El humedal, además de su importancia ecológica, ofrece servicios ecosistémicos tales como el suministro de agua para el consumo humano, para la agricultura, regulación del caudal (por ejemplo, regulación de crecidas), control de la erosión y el transporte de sedimentos, contribución a la formación de tierras y resiliencia ante tormentas, entre otros (ten Brink *et al.*, 2013). Cabe agregar que “todos estos servicios ecosistémicos mejoran la seguridad del agua, incluida la seguridad frente a peligros naturales, y la adaptación al cambio climático” (ten Brink *et al.*, 2013: 4).

Se selecciona el humedal conformado por el estero Casablanca, el estuario y sus servicios ecosistémicos asociados, debido a su importancia como hábitat para la fauna local y migratoria; para la potencial recarga de acuíferos; y mitigación y adaptación frente al escenario de cambio climático.

En términos generales, el humedal se conserva en estado regular debido a las amenazas que posee. A pesar de su estado, el humedal recibe una alta afluencia de aves migratorias.

#### 4.5 Aves playeras migratorias

Las aves playeras, son uno de los grupos de animales más móviles del planeta, son especialmente vulnerables a las perturbaciones ambientales y antropogénicas y, como grupo, su situación no es buena. Mundialmente, el 45% de las poblaciones de aves playeras del Ártico están disminuyendo. En la Ruta Migratoria del Pacífico el 11% de las poblaciones de aves playeras muestran descensos a largo plazo, del 46% se desconocen sus tendencias y el 43% son estables (Senner et. al, 2017).

Los hábitats que usan las aves playeras se han alterado drásticamente en el último siglo en el hemisferio occidental y, de hecho, en todo el mundo (Hassan et. al, 2005) muchas de estas aves migratorias de larga distancia, dependen de una serie de humedales y hábitats costeros que les ofrecen suficientes posibilidades de alimentarse, y reponer fuerzas para sus exigentes migraciones (Senner et. al, 2017).

El humedal de Tunquén, es parte de la red de humedales costeros presentes a lo largo de todo el continente americano. Los cuales son parte de una de las rutas principales de migración, la ruta del Pacífico la que es utilizada por aves que nidifican en América del Norte y que emigran al sur en busca de refugio y alimentación durante el invierno ártico. Según los registros de la plataforma internacional Ebird<sup>8</sup>, se destaca la importancia del humedal de Tunquén como sitio de descanso para las diversas aves migratorias entre las que se destacan por su abundancia la gaviota de Franklin (*Larus pipixcan*), Zarapito trinador (*Numenius phaeopus*), Gaviota de cáhuil (*Chroicocephalus maculipennis*), piquero (*Sula variegata*) y perrito (*Himantopus mexicanus*) entre otras.

Según la Estrategia de conservación de las aves playeras de la ruta del Pacífico de las Américas a lo largo de los distintos entornos durante sus ciclos anuales se han identificado siete grandes amenazas a lo largo de la ruta migratoria del Pacífico de las Américas que probablemente son responsables de la disminución o de la inestabilidad de las poblaciones de aves playeras las cuales son: Cambio Climático, Modificación del litoral y de los humedales, perturbación por actividades recreativas, especies invasoras y especies nativas problemáticas, acuicultura, uso y manejo del agua y desarrollo.

<sup>8</sup> <https://ebird.org/chile/home>

Cabe destacar que, durante el verano de 2018, se encontraron muertas 180 gaviotas de Franklin con lesiones visibles, pero no fue posible identificar la causa de muerte<sup>9</sup>.

APPROBADO

---

<sup>9</sup> <http://www.lun.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2018-02-09&Paginайд=10&bodyid=0>

#### 4.6 Peces nativos

*“Principalmente representada por las especies de bagre chico (*Trichomycterus areolatus*), pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*) y pocha (*Cheirodon pisciculus*)”*

La ictiofauna nativa de los sistemas límnicos de Chile se compone de 11 familias, 17 géneros y alrededor de 44 especies, incluyendo dos lampreas. De éstas, 81% son endémicas de la provincia biogeográfica chilena y 40% se encuentran clasificadas en peligro de extinción (Habit et. al, 2006). Entre las principales amenazas para la fauna de peces referidas a la alteración de hábitat se encuentran la construcción de embalses para centrales hidroeléctricas, la extracción de agua para riego, el vertido de residuos líquidos industriales y aguas servidas, la extracción de áridos, la canalización o semi canalización de los cauces, sustitución de bosque nativo por plantaciones forestales y contaminación difusa por pesticidas (Habit et. al, 2006). En cuanto a las amenazas biológicas, la de mayor impacto es el efecto de especies de peces introducidas (22 en el país), para las que en la mayoría de los casos se desconoce su real efecto sobre la ictiofauna nativa (Habit et. al, 2006).

Las tres especies de peces que se destacan para el humedal de Tunquén son: bagre chico (*Trichomycterus areolatus*), pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*) y pocha (*Cheirodon pisciculus*). Las que se encuentran en categoría de conservación Vulnerable (ver Tabla 6) y poseen amenazas similares, son vulnerables a la depredación por especies introducidas, son susceptibles a la pérdida y fragmentación de hábitat por actividades antrópicas (como canalización, extracción de áridos, contaminación y disminución de disponibilidad de agua).

Según el levantamiento de línea de base realizado por el Centro de Ecología Aplicada durante el 2017 no se encontraron ejemplares de las especies. Sin embargo, se registró la presencia de la especie nativa lisa (*Mugil cephalus*) que tiene una categoría de conservación de Preocupación menor y las especies introducidas carpa (*Cyprinus carpio*) y chanchito (*Australoheros facetus*).

*Tabla 6 Categorías de conservación principales especies de fauna íctica del Santuario de la Naturaleza humedal de Tunquén (Fuente: elaboración propia basada fichas de especies de MMA).*

Especies de peces	Categoría de Conservación	Criterios Reglamento de Clasificación de Especies
<b>bagre chico</b> <i>(Trichomycterus areolatus</i> Valenciennes, 1848)	Vulnerable	VU A2be <sup>10</sup> La especie presenta según índice de abundancia muestreado, una reducción de la población de un 48,7% en los últimos 10 años.
<b>pezjerrey de escama chica</b> <i>(Basilichthys microlepidotus</i> Jenyns, 1842)	Vulnerable	VU A2bce; B2ab(iii) <sup>11</sup> La extensión de la presencia no alcanza los 500 km2, llegando a una disminución del número poblacional de esta especie del 31,1%, se estima presente solo en ocho localidades y, por último, presenta disminución de la calidad del hábitat por disminución de los niveles hídricos para usos antrópicos, construcción de centrales hidroeléctricas y por efectos causados por especies exóticas invasoras.
<b>Pocha</b> <i>(Cheirodon pisciculus</i> Girard, 1854)	Vulnerable	VU B2ab(iii) <sup>12</sup> B2 Área de Ocupación menor a 2.000 km2. Estimada menor a 200 km2. B2a Se sabe que no existe en más de 10 localidades. Posiblemente más de seis localidades no más de diez. B2b(iii) Disminución de la calidad del hábitat por perturbación y transformación de su área de ocupación, derivada introducción de especies exóticas invasoras,

<sup>10</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=192&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha_independiente.aspx?EspecieID=192&Version=1)

<sup>11</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=163&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha_independiente.aspx?EspecieID=163&Version=1)

<sup>12</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=170&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websitio/ficha_independiente.aspx?EspecieID=170&Version=1)

El bagre chico (*Trichomycterus areolatus* (Valenciennes, 1848)) según la ficha de especies del Ministerio de Medio Ambiente<sup>13</sup> está presente en ambientes de ritrón<sup>14</sup> comúnmente bajo las piedras en las aguas “muertas” (debajo de bolones) en fuertes corrientes o al borde del flujo principal donde el agua es baja o forma pozones entre las piedras. Se distribuye extensamente en los ambientes límnicos de Sudamérica con una amplia distribución en Chile, principalmente desde la región de Coquimbo hasta Los Lagos. En relación con sus aspectos reproductivos, la ficha indica que esta especie realiza el desove entre octubre y diciembre. En cuanto a su alimentación se consideran como peces carnívoros, consumen toda variedad de organismos que tengan contacto con el fondo, crustáceos, larvas de insectos invertebrados; efemeropteros, dípteros y tricópteros.

El pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*, (Jenyns, 1842)) de acuerdo con Campos et. al (Campos et. al, 1998) su rango de distribución se extiende desde la región de Atacama a la región de Valparaíso. Según la ficha de especies del Ministerio de Medio Ambiente<sup>15</sup>, es una especie que vive refugiada entre la vegetación acuática en aguas dulceacuícolas bien oxigenadas, con velocidades bajas, transparentes y con profundidades mínimas de 40 centímetros. Con relación a su periodo de reproducción, se ha descrito entre los meses de agosto y enero, donde las hembras liberan sus huevos en forma de racimo, debido a los filamentos que cada uno posee y se pueden fijar a plantas acuáticas. En varios trabajos se concluye que estas especies tienen una reproducción prolongada y en algunos casos se ha constatado la existencia de desoves fraccionados, sugiriendo un aumento de la fecundidad (Comte et. al, 1987). La alimentación consiste en la etapa juvenil de

<sup>13</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=192&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha_independiente.aspx?EspecieID=192&Version=1)

<sup>14</sup> Ritrón: ríos de los primeros órdenes que en Chile pueden incluso llegar al orden 5. De menor longitud que los potamones, bajo caudal, gran pendiente y altas velocidades. Aguas heladas (máx. 20°C), fondo formado por piedras grandes. Se distinguen dos zonas: los rápidos, de altas velocidades y fondo pedregoso. Los pozones, con aguas lentes y fondo de material más fino. Ambas zonas se van alternando. Las aguas de los ritrones hacen el mayor aporte de sólidos disueltos y de nutrientes orgánicos e inorgánicos (DGA, 1998).

<sup>15</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=163&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha_independiente.aspx?EspecieID=163&Version=1)

microorganismos del plancton y cuando adultos ingieren además moluscos, insectos acuáticos, crustáceos y algunos vegetales.

La pocha (*Cheirodon pisciculus* (Girard, 1854) según la ficha de especies del Ministerio de Medio Ambiente<sup>16</sup> es una especie endémica de Chile que concentra una distribución en la zona central desde Vallenar en río Huasco hasta la cuenca hidrográfica del río Maipo. Se indica que es un pez carnívoro, ocupa la zona superficial de los cursos de agua, prefiriendo aquellos lugares en que las aguas se remansa cerca de las orillas y con abundante vegetación subacuática. Tiende a formar cardúmenes que se asientan en zonas de poca profundidad.

## 5 AMENAZAS

Las amenazas pueden ser actividades humanas o fenómenos naturales alterados por la actividad humana o cuyo impacto aumenta por causa de otras actividades humanas que degradan o perturban a los objetos. Se identificaron las amenazas directas e indirectas que poseen los objetos de conservación. En total se identificaron 13 amenazas para los objetos de conservación. Las estrategias de conservación que se aplicarán a futuro se enfocan principalmente en las amenazas que poseen valores jerárquicos de “muy alto” y “alto”. Debido a que son estas las que generan un mayor impacto sobre los objetos de conservación. A continuación, en la tabla 7 se presentan las principales amenazas identificadas para los objetos de conservación del Santuario Humedal de Tunquén.

Tabla 7 Principales Amenazas de los objetos de conservación.

<sup>16</sup> [http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha\\_independiente.aspx?EspecieID=170&Version=1](http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/websciudadana/ficha_independiente.aspx?EspecieID=170&Version=1)

Amenazas / Objetos de conservación	Desierto Costero	Humbral conformado por estero, estuario y servicios ecosistémicos asociados	Matorral y bosque esclerófilo	Sistema dunario	Aves playeras migratorias	Peces nativos	Resumen de amenazas
Presencia especies exóticas invasoras		Media	Alta			Muy Alta	Alta
Incendios			Alta				Media
Tala ilegal			Media				Baja
Ganadería no regulada			Baja	Alta	Baja		Media
Extracción áridos		Alta	Baja	Muy Alta	Baja	Media	Alta
Camping ilegal	Alta	Media	Baja	Baja	Baja		Media
Extracción no sustentable de agua		Muy Alta				Muy Alta	Muy Alta
Modificación de cauces		Media				Media	Media
Caza/pesca ilegal					Media	Media	Baja
Fuentes de contaminación hídrica		Alta				Muy Alta	Alta
Microbasurales	Baja	Baja		Baja	Baja		Baja
Tránsito de Vehículos				Muy Alta	Baja		Alta
Tenencia irresponsable de mascotas					Baja		Baja
	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Baja	Muy Alta	Muy Alta

## 5.1 Extracción no Sustentable de Aguas

El Manual RAMSAR Nº8 (Manual RAMSAR, 2010) sobre lineamientos en relación con el agua plantea que *“la extracción excesiva de agua de los humedales, de las zonas de captación de agua en que aquellos se encuentran, así como la contaminación del agua que los alimenta, pueden dar lugar a*

*importantes cambios en los procesos ecológicos que tienen lugar en los humedales. Estos, a su vez, suelen provocar cambios en los patrones físicos y químicos del hábitat con la consiguiente, y generalmente irreversible, pérdida de biodiversidad. No hay grado alguno de manejo cuidadoso del terreno o de la vegetación que pueda mitigar esos cambios. Los ecosistemas de humedales necesitan agua en el volumen suficiente, en el momento oportuno y de la calidad adecuada". Los humedales proporcionan servicios ecosistémicos (los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza) esenciales, incluso mediante su función de regulación y abastecimiento de agua. De manera que existe un vínculo inextricable entre el manejo del agua y el "uso racional de los humedales" (CONAF, 2013).*

La sequía junto a la extracción de agua superficial y subterránea, producto de actividades como la agricultura y el desarrollo inmobiliario, incrementan los impactos ambientales generados en el humedal de Tunquén. El uso inapropiado y excesivo del agua a menudo disminuye la calidad del agua y aumenta la salinidad de las tierras (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008). El principal factor forzante en el funcionamiento de los humedales es el patrón hidrológico, por lo que las diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal generan una variedad de respuestas dentro de estos (SAG, 2006).

La extracción de agua superficial y subterránea fue identificada como una amenaza para los objetos de conservación, principalmente para el humedal, bosque y matorral esclerófilo. Como resultado del análisis de las amenazas, fue considerada como "alta" debido a que esta acción aumenta el estrés hídrico de la zona, y afecta el componente fundamental de los humedales. Los efectos generados por la extracción desmedida de agua se pueden revertir, pero es necesario un esfuerzo de los actores locales para una coordinación y un uso eficiente del recurso en el territorio.

A grandes rasgos, hoy por hoy en relación con la conservación y salvaguarda del Humedal de Tunquén, el grupo con mayor poder en cuanto a ocupación y control de los recursos, pero de menor interés en cuanto a conservación, dado el uso intensivo que hace de sus recursos, estaría conformado por las inmobiliarias, así como por el "Condominio Santa Augusta" de Quintay, dueñas de derechos de agua en Tunquén. Con relación a este grupo cabría establecer contacto, conocer sus intereses y proyecciones, así como identificar puntos de convergencia en los que resultan estratégicos, tales como, control del recurso agua.

Se prevé que la Región de Valparaíso será una de las más afectadas por la variabilidad en las precipitaciones por el Cambio Climático. La escasez hídrica y el aumento de fenómenos climáticos extremos serán determinantes sobre la cantidad y la calidad de los recursos hídricos, lo que, sumado

al aumento de las demandas de agua de los territorios, podría generar un contexto de vulnerabilidad para el desarrollo regional.

## 5.2 Presencia de Especies Exóticas Invasoras

Las especies exóticas invasoras son consideradas no originarias de la zona, y como una amenaza de importancia para el sector. De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), una especie invasora es aquella especie exótica o traslocada que ha sido introducida accidental o intencionalmente fuera de su distribución natural, y que tiene la capacidad de colonizar, invadir y persistir, y su introducción y dispersión amenazan la diversidad biológica, causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana. Las especies invasoras son una de las principales amenazas para la biodiversidad (Clavero et. al. 2005 y Sax et. al, 2008). Los mamíferos exóticos representan una de las causas principales de las extirpaciones y extinciones de aves alrededor del mundo (Blackburn et. al, 2004).

Los factores que favorecen la presencia de especies invasoras son múltiples y dependen de la especie involucrada. La globalización actual facilita el movimiento y la introducción de especies (Shine et. al, 2000). Uno de los más importantes es la presencia de caminos. El incremento de la actividad turística es otro factor que podría contribuir a las invasiones. Una especie introducida e invasora, puede afectar a las especies silvestres nativas de cuatro formas: por depredación, por competencia, por hibridación y por transmisión de enfermedades) (Bonacic et. al, 2014).

Para los fines del presente Plan de Manejo, las especies invasoras, asilvestradas y domésticas más relevantes son: las especies de fauna íctica como carpa común (*Cyprinus carpio*), chanchito (*Australoherus facetus*), y fauna terrestre como conejos (*Oryctolagus cuniculus*), liebres (*Lepus europaeus Pallas*), perros (*Canis lupus*) y gatos (*Felis catus*). Algunas de las especies mencionadas son parte de las cien especies invasoras más dañinas del mundo.

Debido a las características de las especies consideradas como amenaza, la opción de erradicación es inviable, pero existen opciones de control de las poblaciones. Sin embargo, el manejo a largo plazo de estas amenazas requiere de esfuerzos y políticas públicas a niveles territoriales superiores.

La especie carpa común (*Cyprinus carpio*), alcanza los 20 kg de peso, presenta hábitos omnívoros, alimentándose de macrófitas, peces, larvas de insectos y moluscos. Presenta una alta fecundidad, reproduciéndose en primavera, con posturas de hasta 300 mil huevos por kilogramo de peso, madurando sexualmente al tercer o cuarto año de vida (Campos et. al, 1993).

La especie chanchito (*Australoherus facetus*), es un pez nativo de Uruguay, sur de Brasil y norte de Argentina. Es una especie generalista de hábitat, registrándose en ríos, humedales, lagunas y lagos. De origen subtropical, desova en período estival cuando el agua alcanza mayores temperaturas. Tiene hábitos omnívoros, alimentándose de insectos, moluscos, crustáceos, macrófitas, larvas de anfibios, alevines y peces adultos de menor talla, como especies de los géneros *Galaxias* y *Cheirodon*.

Durante la última década, el aumento de perros vagos se ha convertido en un problema público importante en nuestro país que afecta directamente los derechos de las personas, la salud pública, la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad (Bonacic et. al, 2014). En Chile se estima que existe un perro por cada tres personas (López et. al, 2012), mientras que la proporción ideal es de uno por cada diez (Bonacic et. al, 2014). Lo anterior ha agudizado el problema principalmente por dos causas: por una parte, existe una incapacidad de los dueños de perros para criarlos a todos y por otro, el número de personas interesadas en criar perros abandonados es menor al número actual de perros sin dueño. Bajo este contexto, los animales son abandonados, dejados a su suerte, desprovistos del cuidado y albergue adecuado, sobreviviendo en malas condiciones, con escasez de alimento, ataques de otros perros o simplemente atropellados (Garde et. al, 2009). Existe evidencia de ataques de perros a huemules, zorros, pudúes, flamencos, chungungos y otras especies protegidas (Silva-Rodríguez et. al, 2010 y Silva-Rodríguez et. al, 2012). Con relación a la transmisión de enfermedades, la fauna terrestre es la más susceptible al contagio de enfermedades transmitidas por perros. Por ejemplo, en el Parque Nacional Fray Jorge se ha reportado la transmisión de distemper desde perros a zorros (Acosta-Jamett, 2009). Además, los perros son un nicho permanente de contagio de rabia.

Los gatos domésticos (*Felis catus*) son depredadores que los seres humanos han introducido a nivel mundial (Fitzgerald, 1990). Es un depredador que ha causado importantes disminuciones en las poblaciones de fauna residente en islas del mundo, llegando incluso, a extinguirlas (Moors, 1984; Brockie et. al, 1988; Ebenhard, 1988; Richman et. al, 1988; Schofield, 1989; Arnaud et. al, 1993 y Alcover et. al, 1994), sobre todo en aquellas en las cuales las especies nativas presentan bajos números poblacionales (Smith et. al, 1996); en contraparte, su erradicación ha propiciado la recuperación de las poblaciones de las especies residentes (Veitch, 1980). La creciente evidencia de tres continentes indica que los gatos también pueden reducir localmente las poblaciones de aves y mamíferos de la parte continental (Crooks et. al, 1999) y causar una proporción sustancial de la mortalidad total de la fauna (Balogh et. al, 2011 y Baker et. al, 2008).

El conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) es una especie nativa de la Península Ibérica. Fueron introducidos en Chile aparentemente con propósitos comerciales. Prefiere ambientes abiertos, semiáridos con matorral y suelo que le permita cavar madrigueras (Fernández et. al, 2007 y Fuentes et. al, 1983). La gran fecundidad exhibida por esta especie, así como su importancia peletera y comestible, probablemente motivaron su introducción en diversas regiones del mundo (ej. Asia, África, Australia, Nueva Zelanda y América), incluyendo numerosas islas oceánicas (Camus et. al, 2008). Esta especie no sólo logró expandir su distribución geográfica, sino que alcanzó abundancias poblacionales considerables, al punto de causar perjuicios económicos al sector silvo-agropecuario y convertirse, de paso, en una especie plaga. Las primeras advertencias categóricas sobre los perjuicios del conejo las hacen Philippi, en 1885, Miers, en 1900, y Castillo, en 1912, quien ya advierte los primeros signos de una plaga de conejos en Chile central (Jaksic F & Fuentes E. 1998) (Jaksic et. al, 1998). El conejo ha generado un profundo cambio en la distribución espacial de hierbas nativas probablemente favoreciendo o facilitando el éxito de malezas como también una grave alteración a la sucesión del matorral nativo (Jaksic et. al, 1980; Jaksic et. al, 1981; Simonetti et. al, 1983; Fuentes et. al, 1983; ; Fernández et. al, 2007; Camus et. al, 2008 y Castro et. al, 2008). Según el estudio realizado en el marco del Proyecto GEF Especies Exóticas Invasoras del Ministerio del Medio Ambiente se estima que el conejo genera una pérdida anual de \$3.249.337 dólares. De este monto, \$2.982.998 dólares corresponden a pérdidas económicas por impacto a componentes de la biodiversidad y \$266.339 dólares a impactos en plantaciones forestales y frutales. Proyectando estas pérdidas a 20 años y asumiendo que la cantidad de conejos se mantiene, en 20 años Chile habrá perdido al menos \$93.428.455 dólares (MMA, 2017).

La presencia de especies exóticas en el Humedal de Tunquén es una amenaza considerada “alta”. La presencia de gatos y perros afectan a las aves y mamíferos pequeños, impidiendo el descanso y debido a la posible depredación de ejemplares adultos, crías e incluso huevos en el caso de las aves. El conejo y la liebre son especies que afectan principalmente a la flora y vegetación, debido a que contribuyen al ramoneo de las plántulas de vegetación nativa y depredación de sus semillas.

Con relación a las especies invasoras de flora, en el Santuario, hay presencia de tres especies de flora que se comportan de forma invasiva, estas son el lupino amarillo (*Lupinus luteus*), dedal de oro (*Eschscholzia californica*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

El lupino amarillo que se encuentra en un estado inicial de colonización de Tunquén por lo que se sugiere una rápida acción para erradicar las plantas adultas (sector los cipreses) y una revisión anual en primavera de individuos juveniles. Es un buen síntoma no haber detectado el *Chrysanthemoides monilifera*, especie sudafricana muy agresiva en el resto de las zonas costeras de la región.

### 5.3 Fuentes de Contaminación Hídrica

Se define la contaminación del agua como la introducción por el hombre en el ambiente acuático de elementos abióticos o bióticos que causen efectos dañinos o tóxicos, perjudiquen los recursos vivos, constituyan un peligro para la salud humana, obstaculicen las actividades marítimas (incluida la pesca), menoscaben la calidad del agua o disminuyan los valores estéticos y de recreación (FAO, 1992).

El exceso de plaguicidas que se utiliza en la agricultura se mueve a través del ambiente contaminando los suelos, el aire, el agua y la biota (Carvalho et. al, 1998 y Carvalho, 1993). La repercusión ecológica de éstos puede ir desde pequeños trastornos hasta grandes daños ecológicos, con repercusiones en los peces, las aves y mamíferos, y sobre la salud humana (Pimentel, 1997).

### 5.4 Extracción de Áridos

El desarrollo urbano y las parcelas de agrado son considerados como uno de los factores contribuyentes a la creciente extracción de áridos que se produce en el estero Casablanca. Esto debido a que contribuyen a la pérdida de hábitat y a la destrucción del ecosistema. En Chile, el crecimiento urbano y el desarrollo de actividades forestales han afectado la funcionalidad y biodiversidad del paisaje (Rojas et. al, 2017). Los cambios de uso de suelo y especialmente la urbanización son una de las principales amenazas para la biodiversidad afectando al paisaje a través de la fragmentación y la pérdida de hábitat; (Laurence et. al, 1997 y Fahrig, 2003). Además de fragmentar el hábitat preexistente, generan una transformación morfológica de los suelos al ser excavados, nivelados, rellenados y despojados de vegetación (Osorio, 2009).

### 5.5 Tránsito de Vehículos

El tránsito de vehículos motorizados sobre los humedales pueden generar a los diversos factores ambientales impactos negativos, tales como: ocurrencia de colisiones entre los vehículos y la fauna silvestre, aumento de la concentración de material particulado levantado por el tránsito en tierra y aumento de los niveles basales de ruido, lo que se traduce en el riesgo potencial de interrumpir la comunicación entre las especies por interferencia acústica (Van der Ree, Jaeger, Van der Grift y Clevenger, 2011). Cabe destacar que la intensidad de estos impactos aumenta en la medida que la velocidad de los vehículos es mayor (Gestión Ambiental Consultores, 2010).

Además, según Cerasa y Martínez (2007), se pueden observar efectos como la disminución de la calidad visual del paisaje natural; pérdida de cobertura vegetal; disminución de la calidad o pérdida de hábitat de diferentes organismos (como por ejemplo la destrucción de sitios de nidificación o de

madrigueras), así como también la compactación del suelo, lo que implica una pérdida de volumen y densificación de éste.

Otros impactos importantes de señalar reportados por González (2014) son: el abandono o cambio de hábitat por parte de la fauna, lo que conlleva a una alteración en la cadena trófica; movimientos de migración de aves, donde el problema surge cuando estas áreas alternativas no tienen la suficiente extensión o se encuentran demasiado lejos, en cuyo caso el éxito reproductivo y supervivencia de la especie puede llegar a disminuir; limitación y/o restricción a la colonización de nueva avifauna, además del aumento de la mortalidad de especies, principalmente de aves, ya sean sus huevos, polluelos o especies adultas.

La calidad del medio físico de igual manera se puede ver amenazada, ya que podría ocurrir una modificación del régimen hidrológico o hidrogeológico del sector donde se emplazan los humedales; podrían alterarse las características morfológicas de éstos, o también, podría suceder que se vertieran residuos sólidos y/o líquidos de cualquier naturaleza que puedan afectar la calidad de las aguas superficiales o subterráneas que alimentan y mantienen el funcionamiento de los humedales (Decreto Alcaldicio N° 2215, 2013).

Por último, el efecto acumulativo de todos los impactos anteriores provoca una disminución en el interés turístico en la zona donde se emplazan los humedales (Cerasa y Martínez, 2007).

## 5.6 Incendios

Para algunos ecosistemas boscosos, el fuego, generado naturalmente, actúa como regulador de la dinámica ecológica. Sin embargo, estos ecosistemas no están preparados para la gran cantidad de incendios producidos por la acción humana año a año. La propagación de incendios forestales, sobre todo en la zona de media montaña, causa la pérdida de vegetación con desarrollo radicular profundo, el suelo queda desprotegido, y pierde su estabilidad; y ante un evento de precipitación extremo, pierde equilibrio, desencadenando aluviones y desprendimiento de rocas (ADAPT, 2015).

Las causas de incendios en Chile son en casi su totalidad de tipo antrópico asociadas principalmente a causas accidentales (tránsito, recreación, quema de desechos agrícolas) que dan cuenta de más del 58 % de los incendios (Hantelhoff, 2010). CONAF 2018 indica que el 99% de los incendios forestales a nivel nacional y en un 100% a nivel regional son atribuibles a descuidos, negligencias o intencionalidad, ocasionados y de responsabilidad del ser humano. Entre los factores indirectos que inciden sobre el riesgo de incendio se encuentran las fogatas asociadas al turismo no regulado. Además de las quemas realizadas por agricultores locales y accidentes eléctricos. Adicionalmente,

un factor de gran importancia que podría contribuir tanto a la frecuencia como a la intensidad de incendios es la disminución de precipitaciones lo cual incidirá en un aumento de la ocurrencia y área afectada por incendios forestales (González et. al, 2010).

APROBADO

## 6 ANÁLISIS DE SITUACIÓN

Una vez identificadas las amenazas que afectan a los objetos de conservación se identificaron los factores contribuyentes de las amenazas y las interrelaciones que se generan entre éstas y sus factores. En la Figura 7 se presenta el diagrama de situación del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén en el que se observan las variadas conexiones entre factores contribuyentes y amenazas lo que nos entrega una visión de la complejidad del sistema y contribuye a la definición de estrategias para mitigar las amenazas.

Los factores contribuyentes identificados en el análisis de situación varían desde situaciones netamente locales, hasta procesos vinculados a políticas de desarrollo regional. Esto justifica el por qué el trabajo a realizar no debe estar limitado territorialmente al Humedal de Tunquén sino que también se debe realizar un trabajo a nivel de las comunas de Casablanca y Algarrobo debido a que el Santuario está emplazado en el límite comunal de éstas. El futuro del Santuario y del territorio circundante depende de políticas tanto a nivel municipal como a nivel de Gobierno Regional o de Estado.

El análisis de situación permite afinar las estrategias de mitigación de amenazas e identificar otras para mejorar la capacidad de conservación (Granizo et. al, 2006). Para contribuir a la mitigación de las amenazas de los objetos de conservación identificados, es necesario el trabajo con múltiples actores de diversos sectores considerando escala local, regional y nacional.

- a. **Sector Público:** El Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Sur establece zonas de extensión urbana en sectores aledaños al Santuario en conjunto con el creciente desarrollo inmobiliario y parcelas de agrado en el sector lo que conlleva a una presión para la naturaleza, desde el cambio de uso de suelo, hasta la contaminación y presión sobre ecosistemas clave como el agua. Por lo que es de suma importancia que los servicios públicos, municipalidades y autoridades locales, estén comprometidos con la conservación del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén para establecer políticas locales, regionales y nacionales para la protección de los recursos naturales.

- b. Sector Privado:** En el sector del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén existen diversas empresas que debido a sus actividades pueden influir directamente en la calidad del ecosistema. Principalmente del rubro inmobiliario y una faena de extracción de áridos que se encuentra emplazada en el sector del Badén del estero de Casablanca, muy próxima al Santuario.
- c. Academia:** Diversas universidades han aportado a la generación de conocimiento para la conservación del Santuario principalmente en materia de avifauna y vegetación.

d. **ONG:** ONG locales realizan actividades en el sector y en la zona circundante las que han contribuido a la conservación del humedal y al desarrollo de educación ambiental en el sector.

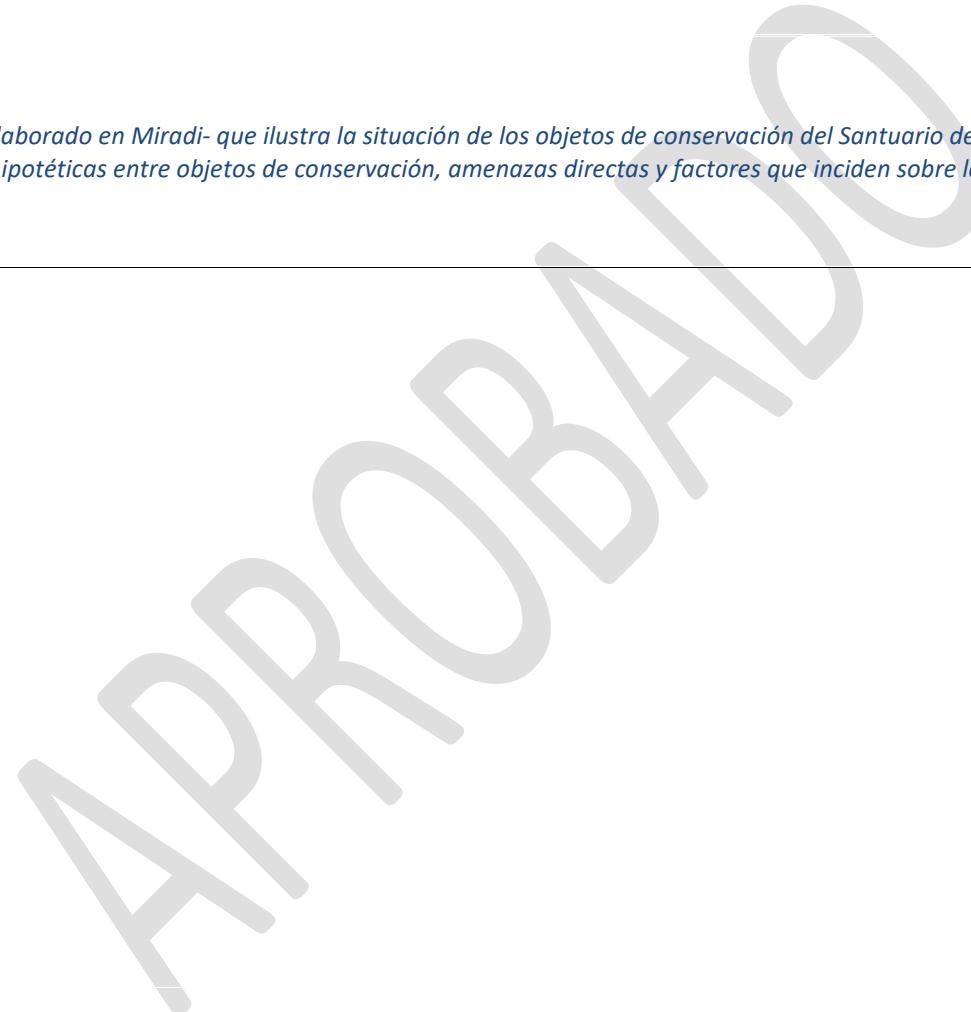
e. **Actores Locales:** Corresponden a la comunidad local y los vecinos. Son representados a través de juntas de vecinos y representantes de los condominios. Su rol es clave para la conservación del lugar debido a que son los que realizan actividades en el sector y los que contribuirán al resguardo para su conservación.

f. **Visitantes:** Los visitantes que llegan al sector pueden contribuir al desarrollo de algunas amenazas identificadas como incendios, abandono de perros, microbasurales, etc. Pero a su vez, son un potencial debido a que representan una oportunidad de desarrollo de turismo en el sector.

## PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN



*Figura 7 Modelo conceptual –elaborado en Miradi- que ilustra la situación de los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. Las flechas ilustran relaciones hipotéticas entre objetos de conservación, amenazas directas y factores que inciden sobre las amenazas.*



## 7 ZONIFICACIÓN

La zonificación provee una definición adicional y ayuda a la implementación del Plan de Manejo siendo su finalidad generar estrategias de manejo para facilitar el logro de los objetivos (Thomas et. al, 2003). Es una medida de ordenamiento territorial, la que organiza el territorio basado en los objetivos de conservación que posee el Santuario de la Naturaleza para asegurar un uso y desarrollo de actividades compatibles con la conservación de los recursos naturales y culturales del área.

Se consideraron los siguientes criterios y variables para la zonificación del área protegida:

- Características físicas del territorio
- Usos humanos históricos del territorio
- Características de los ecosistemas y su importancia
- Objetos de conservación definidos en la declaratoria de Santuario de la Naturaleza
- Fragilidad de los recursos y de los ambientes
- Potencialidades para el uso público

La zonificación permitiría el uso recreativo y educativo de los alrededores de las zonas de uso público, pero al mismo tiempo mantendría un nivel mínimo de perturbaciones en otros lugares donde el hábitat y/o las especies hayan sido identificados como más vulnerables al impacto humano. En el Anexo 4 se presenta la Normativa General del Santuario.

En la Tabla 8 se presentan los usos definidos para el Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén y en la figura 8 se muestra la distribución.

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Tabla 8 Zonificación Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén

Zonificación	Ecosistemas representados	Hectáreas	Porcentaje
<b>Zona de uso intangible</b>	Humedal, ecotonos y áreas de inundación estacional	31	32,30
<b>Zona de uso restringido</b>	Bosque esclerófilo, dunas, praderas de pastoreo, playa	35,98	37,5
<b>Zona de uso permitido</b>	Matorral esclerófilo	9.44	9,83
<b>Zona de uso intensivo</b>	Praderas de pastoreo norte	10,4	10,84
	Pradera de pastoreo sur	10	10,42%
<b>TOTAL</b>		95,97	100%

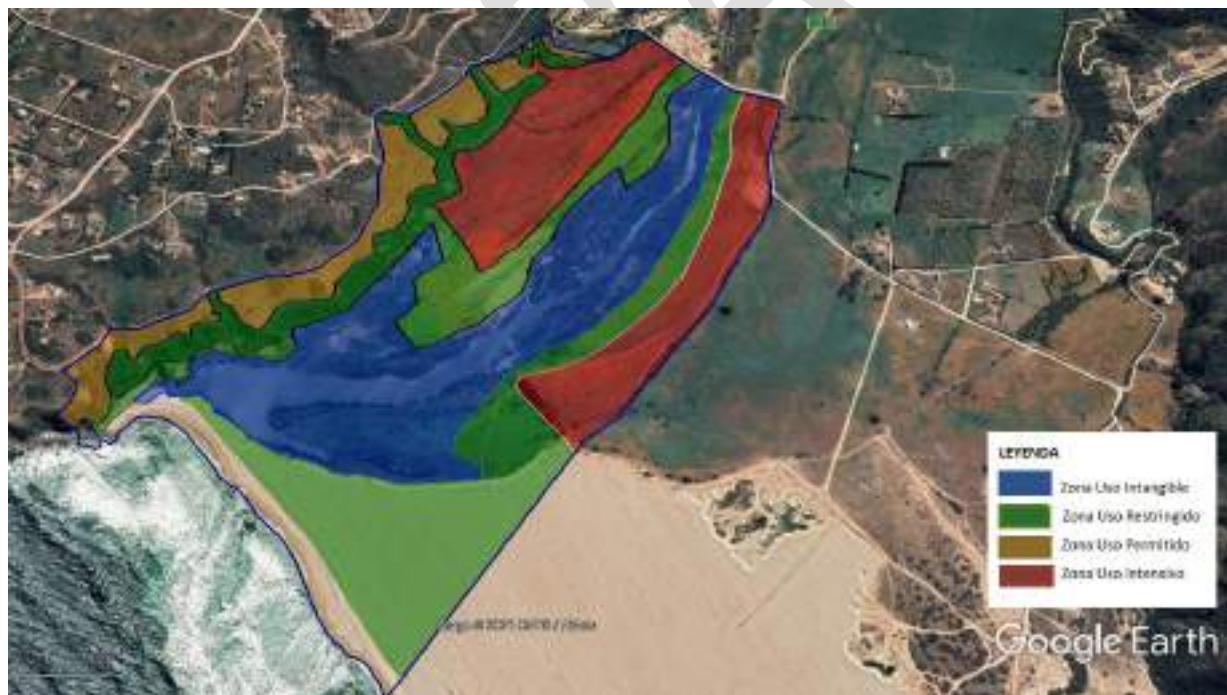


Figura 8 Zonificación de usos del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. Cartografía elaborada utilizando una proyección UTM WGS84 huso 19 sur.

## PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

A continuación se presenta la descripción de los usos definidos para el Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén junto a los detalles específicos de usos permitidos de cada zona. Además, en la tabla 9 se detallan las actividades generales permitidas en cada zona.

*Tabla 9 Actividades permitidas por zona*

	Intangible	Restringido	Permitido	Intensivo
Actividades limitadas y relacionadas con la conservación de los recursos y el mantenimiento de los procesos naturales de los ecosistemas. No se permite la entrada de visitantes.				
Público controlado y moderado, actividades de educación ambiental sin instalaciones, recreación primitiva, investigación científica autorizada, desarrollo de proyectos de monitoreo y restauración ecológica.				
Se permitirá la instalación de señalética, la cual se dirigirá principalmente a resguardar el control de las amenazas.				
No se permitirá el desarrollo de ninguna actividad de uso público.				
Se permitirá el desarrollo actividades de uso público con restricción de número de visitantes.				
Se permite la presencia e influencia de visitantes y facilidades. Se permitirá el desarrollo actividades de uso público con restricción de número de visitantes.				
No se permitirá la construcción de nuevos caminos, huellas o senderos.				
Se permitirá la construcción de infraestructura básica, el manejo de especies invasoras, el uso de portones o cercos para limitar el acceso.				
Se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo, actividades recreativas y de educación ambiental de baja densidad, senderos en toda la zona de uso permitido.				
Se permitirá la construcción de infraestructura para la administración, servicios y otras, compatibles a los objetos de conservación y a los objetivos de desarrollo del santuario de la naturaleza junto a sus accesos correspondientes. Solo en las zonas definidas.				
Se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo, actividades recreativas relativamente densas y de educación ambiental, viveros de plantas, senderos, accesos, casa estadía investigadores o guardaparques, cafetería o restaurante, accesibilidad pública.				
No se permite la presencia de animales domésticos.				
No se permite la liberación de fauna silvestre, a menos que el animal esté siendo liberado en su sitio de origen.				
Se permitirá el desarrollo de actividades de educación ambiental, recreación, ecoturismo y desarrollo de proyectos de restauración ecológica.				

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

	Intangible	Restringido	Permitido	Intensivo
Se permitirá el desarrollo de actividades de educación ambiental y recreación con acceso limitado y desarrollo de proyectos de restauración ecológica.				
Se permite la investigación científica debidamente autorizada. Sin embargo, no se permite el uso de químicos, y en el caso de manejos letales, sólo se permitirá cuando se cuente con los permisos pertinentes y, adicionalmente, exista motivo fundado que permita prever que la información generada contribuirá a la conservación de la especie de interés, o se trate de una especie invasora.				
Se permite el manejo de especies invasoras, el uso de portones o cercos para limitar el acceso y actividades de monitoreo.				
Se permitirá el manejo de flora y fauna solamente previa autorización por parte de la Administración del Santuario. Actividades limitadas y relacionadas con la conservación de los recursos y el mantenimiento de los procesos naturales de los ecosistemas.				
No se permitirá el desarrollo de ninguna actividad de uso público.				
No se permite el acceso a vehículos motorizados, exceptuando para fines de administración o monitoreo.				
La ejecución de toda obra, acción o actividad regulada en la zonificación establecida en el presente plan de manejo, es sin perjuicio del cumplimiento de la normativa ambiental y sectorial que corresponda.				

## 7.1 Zona de Uso Intangible

Consiste normalmente en áreas naturales que han recibido un mínimo de alteración causada por el hombre. Contiene ecosistemas únicos y frágiles, especies de flora o fauna o fenómenos naturales que merecen protección completa para propósitos científicos o control de medio ambiente.

El objetivo general de manejo es preservar el medio ambiente natural permitiendo solamente uso científico y funciones de protección y conservación del humedal.

El ecosistema que está comprendido en la Zona de uso intangible corresponde al humedal, ecotono y áreas de inundación estacional. Abarca una superficie de 31 hectáreas.

## 7.2 Zona de Uso Restringido

Consiste normalmente en áreas naturales que tienen un mínimo de intervención humana. Puede contener ecosistemas únicos, especies de flora o fauna o fenómenos naturales de valor científico que son relativamente resistentes y que podrían tolerar un moderado uso público.

El objetivo general de manejo es preservar el ambiente natural permitiendo solamente uso científico, la educación ambiental sin instalaciones y la recreación procurando mantener las funciones de protección y conservación del humedal.

El ecosistema que está comprendido en la zona de uso restringido corresponde al bosque y matorral esclerófilo, las dunas, la playa y parte de la pradera de pastoreo. Abarca una superficie de 35,98 hectáreas.

La pradera de pastoreo es un área que se encuentra altamente intervenida, pero debido a que es el área que está a continuación del humedal también será de uso restringido con el fin de disminuir el impacto de los visitantes en las cercanías del humedal.

Además, es necesario indicar que en esta zona en el sector de las dunas hacia la playa, se delimitará un sendero que permitirá el acceso a la playa de Tunquén, según lo establecido por el Ministerio de Bienes Nacionales que garantiza el derecho al libre acceso bienes nacionales de uso público como a playas de mar. El Santuario no ejercerá las funciones de control de cantidad de visitantes a la playa ni realizará estudios de capacidad de carga para la playa de Tunquén.

### 7.3 Zona de Uso Permitido

Consiste en áreas naturales o intervenidas. Contiene sitios de paisajes sobresalientes.

El objetivo general de manejo es facilitar el desarrollo para la educación ambiental, recreación intensiva, desarrollo del turismo e instalación de infraestructura para la administración, servicios y otras, compatibles a los objetos de conservación y a los objetivos de desarrollo del santuario de la naturaleza de manera tal que armonicen con el ambiente y provoquen el menor impacto posible sobre éste y la belleza escénica.

Se deberán mantener la vegetación presente en el sector sin introducir especies vegetales o animales no compatibles con el ecosistema, la introducción de sustancias tóxicas o contaminantes y cualquier actividad susceptible de producir daños o alteraciones innecesarias. Contempla una superficie de 9.44 hectáreas, principalmente de matorral esclerófilo.

Además de los usos establecidos en la tabla 9, se permitirá el desarrollo de las siguientes actividades y construcciones: estacionamientos, control de acceso, actividades de conservación, turismo y recreación, baños, eco-lodge y restaurant, acceso a senderos interpretativos, miradores, *hides* de avistamiento de aves con hospedaje limitado, reforestación y recuperación de pradera, matorral y bosque esclerófilo, venta de parcelas para construcción de infraestructura para la administración, servicios y otras, compatibles a los objetos de conservación y a los objetivos de desarrollo del santuario de la naturaleza con bajo coeficiente de constructibilidad, de características geográficas, ecológicas y escénicas que garanticen la protección permanente de la flora y vegetación nativa del lugar y el desplazamiento de fauna nativa. Se permitirá la aplicación de instrumentos como Derecho Real de Conservación o Servidumbre Voluntaria.

Además, se prohibirá:

- La iluminación de los jardines, sugiriendo que sea localizada.
- Plantación de especies exóticas.
- Introducción de especies vegetales o animales no compatibles con el ecosistema.
- Introducción de sustancias tóxicas o contaminantes y cualquier actividad susceptible de producir daños o alteraciones innecesarias.

#### 7.4 Zona de Uso Intensivo

Según el Manual para la planificación del Manejo de las áreas Protegidas del SNASPE (2017), las zonas de uso intensivo son “áreas con características específicas de interés para el turismo, de fácil accesibilidad, disponibilidad de recursos naturales y que se prestan para actividades recreativas relativamente densas y generación de infraestructura habilitante asociada a ellas”. Además, debido al reducido tamaño del Santuario, es que parte de esta área será utilizada para desarrollar la infraestructura necesaria para la Administración con el fin de facilitar la gestión y su administración.

El objetivo general de manejo es minimizar el impacto sobre el ambiente natural y el contorno visual de las instalaciones de administración y de todas aquellas actividades que no concuerden con los objetivos del Santuario, minimizar distracciones al disfrute, movimiento y seguridad de los visitantes.

Algunas de las instalaciones que se esperan construir son: administración general, centro de visitantes, restaurantes, cafeterías, baños, estacionamientos, cabañas, camping, actividades de prevención de riesgos al visitante, bodegas, actividades compatibles con el objetivo del Santuario. Lo anterior, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Contempla una superficie de 20,4 hectáreas y debido a las características del Santuario, esta zona estará emplazada en dos sectores, ya que éste posee dos accesos. En la Figura 9 se presenta la distribución de las zonas de uso intensivo.



Figura 9 Distribución de las zonas de uso intensivo

- Zona de uso intensivo norte (10,4 hectáreas):** posee un acceso por la ruta F-818 y está emplazada al norte del humedal en la comuna de Casablanca. Comprende un sector que históricamente fue sembrado con legumbres, y que actualmente es una pradera de pastoreo con vegetación principalmente exótica y altamente intervenida. En la zona existe una casona de adobe estilo casa chilena que era utilizada por los inquilinos del antiguo fundo de Tunquén, el que plantaba choclos, porotos, papas y limones.

Además de los usos establecidos en la tabla 9, se permitirá el desarrollo de las siguientes actividades y construcciones: estacionamientos, control de acceso, restauración de la casona para actividades de conservación, educación, turismo, recreación e investigación, baños,

cafetería en eco-lodge, hospedaje con fines de investigación, viña orgánica y de cultivos biodinámicos, acceso a senderos interpretativos, miradores, refugios para avistamiento de aves, reforestación y recuperación de pradera, matorral y bosque esclerófilo.

- **Zona de uso intensivo sur (10 hectáreas):** posee un acceso por el camino Público a playa de Tunquén a continuación de la ruta F818, está emplazada al sur del humedal en la comuna de Algarrobo. En el área se encuentran los estacionamientos (0,74 hectáreas) a la playa de Tunquén y es el principal acceso a la playa. Es un sector que está altamente intervenido, la zona de estacionamientos carece de vegetación y posee un suelo compactado y erosionado producto del tránsito de vehículos. El resto de la zona corresponde a una pradera de pastoreo con vegetación principalmente exótica y altamente intervenida.

Además de los usos establecidos en la tabla 9, se permitirá el desarrollo de las siguientes actividades y construcciones: actividades de conservación, turismo y recreación, tales como: control de accesos, servicios de camping sustentable, sitios de acampada, mirador de campistas, eco-lodge, miradores, senderos interpretativos.

## 8 PLAN DE ACCIÓN

El objetivo de las estrategias de conservación es eliminar o mitigar las presiones que están alterando y causando un daño funcional en los ecosistemas, y que por lo tanto disminuyen la integridad ecológica de los objetos de conservación. Para mitigar las amenazas críticas se deben remover las fuentes de presión activas y así la presión asociada a la amenaza disminuirá.

- I. Las estrategias definidas para el Santuario Humedal de Tunquén se basan en las amenazas actuales y futuras y la salud de los objetos de conservación y son las siguientes: Diseño e implementación de un plan de control y vigilancia
- II. Diseño e implementación de Plan de prevención y contingencia de incendios
- III. Diseño e implementación de un plan de restauración ecológica

Por lo general, las estrategias se enfocan en amenazas indirectas que contribuirían a las amenazas que se busca controlar. La implementación de estrategias implica asumir que ciertos resultados se producirán como consecuencias de estas. El seguimiento de su implementación es clave debido que solo así es posible conocer el avance del Plan de Manejo, además de identificar si las estrategias están mitigando las amenazas críticas que conducen al mantenimiento o mejoramiento de la salud de los objetos de conservación.

Para lograr la implementación del Plan de Manejo se requiere de una gobernanza activa y de un compromiso formal de parte de las diversas instituciones para la implementación de las actividades identificadas durante el proceso de participación.

En la siguiente tabla se muestran las estrategias definidas junto a las principales actividades a realizar, las fechas y los socios con los que se deben implementar las actividades.

*Tabla 10 Relación entre Estrategias de Conservación y los objetos de conservación del SNHT.*

Objetos de conservación	Objetivos año 1– año 6	Estrategias	Amenazas críticas	Actores involucrados	Metas año 1 – año 6
<b>Matorral y bosque esclerófilo</b>	Para el año 6, la cobertura vegetacional del matorral y bosque esclerófilo dentro del Santuario deberá haber aumentado en un 30% sobre la superficie catastrada durante el año 1.	II	Incendios	CONAF	Para el año 1 se establecerán todas las acciones necesarias para la prevención de incendios en el Santuario.
		III	Presencia de especies exóticas invasoras	CONAF, MMA, SAG	Para el año 6 la vegetación exótica deberá estar controlada.
		I	Tala ilegal	CONAF	Para el año 6 la tala ilegal deberá haber disminuido en un 90%.
<b>Desierto costero</b>	Para el año 6, la cobertura vegetacional del desierto costero dentro del Santuario deberá haber aumentado en un 20% sobre la superficie catastrada durante el año 1.	I	Camping ilegal	Carabineros, Municipalidad de Casablanca y Algarrobo	Para el año 6 el camping ilegal deberá haber disminuido en un 100%.
<b>Sistema dunario</b>	Para el año 6, la cobertura vegetacional del sistema dunario dentro del Santuario deberá haber aumentado en un 20% sobre la superficie catastrada durante el año 1.	I	Extracción de áridos	Municipalidad de Casablanca y Algarrobo, DOH, SMA	Para el año 1 la extracción de áridos deberá estar regulada y se declara incompatible con los objetos de conservación según la zonificación aplicable. En caso de ejecutarse en una zonificación que lo permita, esta deberá cumplir con la normativa ambiental respectiva.
			Tránsito de vehículos	Gobernación Marítima, Carabineros	Para el año 4 la extracción de áridos que está fuera de los límites del santuario deberá estar regulada e identificados los sitios que pueden estar habilitados para la actividad.
			Ganadería no regulada	SAG, ganaderos	Para el año 3 la abundancia de ganado deberá haber disminuido en un 80%.

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Objetos de conservación	Objetivos año 1– año 6	Estrategias	Amenazas críticas	Actores involucrados	Metas año 1 – año 6
<b>Humedal conformado por estero, estuario y servicios ecosistémicos asociados</b>	Para el año 6, el humedal mantiene una buena calidad de agua, con temperatura promedio de 12°C y PH entre 7,1 -7,9.	III	Extracción no sustentable de agua del estero Casablanca	DGA	Para el año 3 deberá estar identificado el balance hídrico para que el humedal mantenga su equilibrio natural y funciones ecológicas.
			Fuentes de contaminación hídrica	Municipalidad de Casablanca y Algarrobo, vecinos y visitantes	Para el año 2 la abundancia de basura en el Santuario deberá haber asociada al turismo disminuido en un 80%.
			Extracción de áridos	Municipalidad de Casablanca y Algarrobo, DOH, SMA	Para el año 1 la extracción de áridos deberá estar regulada y se declara incompatible con los objetos de conservación según la zonificación aplicable. En caso de ejecutarse en una zonificación que lo permita, esta deberá cumplir con la normativa ambiental respectiva.
			Presencia de especies exóticas invasoras	MMA	Para el año 3 la extracción ilegal de áridos fuera de los límites del santuario deberá haber disminuido en un 100%.
<b>Peces nativos</b>	Para el año 6, la condición de hábitat del humedal habrá mejorado en un 30% para el desarrollo de las especies de peces nativos.	III	Extracción no sustentable de agua del estero Casablanca	Municipalidad de Casablanca y Algarrobo, DGA	Para el año 3 deberá estar definido el caudal ecológico del estero Casablanca para los peces nativos.
			Fuentes de contaminación hídrica	Municipalidad de Casablanca y Algarrobo, vecinos y visitantes	Para el año 3 deberán estar identificadas todas las posibles fuentes de contaminación hídrica presentes en la cuenca del estero Casablanca.
			Presencia de especies exóticas invasoras	MMA	Para el año 6, la abundancia de especies exóticas vinculadas al humedal deberá haber disminuido en un 50%.

Objetos de conservación	Objetivos año 1– año 6	Estrategias	Amenazas críticas	Actores involucrados	Metas año 1 – año 6
<b>Aves playeras migratorias</b>	Para el año 6, la riqueza promedio anual de avifauna migratoria en mayor a cinco especies.	I	Caza ilegal	SAG	Para el año 6, la caza ilegal de aves habrá disminuido en un 90%.

## 8.1 Estrategia I Diseño e implementación de un plan de control y vigilancia

Metas Año 1 – Año 6		Principales Actividades	Actores Relevantes
<b>1.1. Para el año 6, la caza y pesca ilegal de aves habrá disminuido en un 90%.</b>		1.1.1 Diagnóstico de caza/pesca ilegal en el Santuario 1.1.2 Instalación de señaléticas informativas 1.1.3 Plan de difusión de zona prohibida de caza y pesca en comunidad de Algarrobo y Casablanca 1.1.4 Capacitación de Inspectores de caza ad honorem a voluntarios locales. 1.1.5 Monitoreo de caza y pesca ilegal en el Santuario.	SAG, vecinos, municipalidad Casablanca/Algarrobo, Sernapesca
<b>1.2. Para el año 6 la tala ilegal deberá haber disminuido en un 90%.</b>		1.2.1 Diagnóstico de cobertura arbórea presente en el Santuario. 1.2.2 Catastro de tala ilegal en Santuario. 1.2.3 Instalación de señaléticas informativas. 1.2.4 Monitoreo de tala ilegal.	Conaf, vecinos Santuario
<b>1.3. Para el año 6 el camping ilegal deberá haber disminuido en un 100%.</b>		1.3.1 Construcción de cerco perimetral Santuario. 1.3.2 Instalación de señaléticas informativas. 1.3.3 Aumento de fiscalización de carabineros e inspectores municipales en la prohibición de camping. 1.3.4 Registro de acceso de visitantes al Santuario. 1.3.5 Habilitación de zona de camping en Santuario.	Carabineros, municipalidad Casablanca/Algarrobo
<b>1.4. Para el año 3, la extracción ilegal de áridos fuera de los límites del santuario deberá haber disminuido en un 100%.</b>		1.4.1 Catastro de sitios de extracción de áridos en la cuenca del estero Casablanca. 1.4.2 Fiscalización municipal de los permisos de extracción de áridos en cuenca, cierre de faenas no habilitadas.	DOH, municipalidad de Casablanca/Algarrobo, faenas de extracción de áridos, CMN, MMA y SMA
<b>1.5. Para el año 4 la extracción de áridos fuera de los límites del santuario deberá estar regulada e identificados los</b>		1.5.1 Estudio de identificación de sitios de extracción de áridos en la cuenca que no generen impactos significativos al Santuario. 1.5.2 Registro oficial de zonas habilitadas para extracción de áridos en la cuenca.	

Metas Año 1 – Año 6		Principales Actividades	Actores Relevantes
<b>sitios que pueden estar habilitados para la actividad.</b>	1.5.3	Apoyo para la elaboración de Ordenanza municipal de extracción de áridos.	
<b>1.6. Para el año 2 el tránsito de vehículos por el Santuario deberá haber disminuido en un 100%.</b>	1.6.1	Instalación de señaléticas informativas.	Carabineros, municipalidad de Casablanca/Algarrobo, Gobernación Marítima, Consejo Monumentos y MMA
	1.6.2	Cierre de posibles accesos vehiculares al Santuario.	
	1.6.3	Coordinación con municipalidades, carabineros y gobernación marítima para denunciar vehículos que circulen en playa.	
	1.6.4	Campaña de educación informativa, sobre los daños generados por los vehículos motorizados en la playa.	
<b>1.7. Para el año 3 la abundancia de ganado deberá haber disminuido en un 80%.</b>	1.7.1	Instalación de señaléticas informativas.	SAG, INDAP, ganaderos, municipalidad de Casablanca/Algarrobo
	1.7.2	Acuerdo con ganaderos del sector para una relocalización progresiva del ganado	
	1.7.3	Identificación de zonas provisorias para la ubicación del ganado y cuantificación de capacidad de carga.	
	1.7.4	Cierre de las zonas para ubicación del ganado.	
	1.7.5	Identificación de zonas aptas para ganado fuera del Santuario.	

## 8.2 Estrategia II Diseño e implementación de plan de prevención y contingencia de incendios.

Metas Año1– Año 6		Principales Actividades	Actores Relevantes
<b>2.1 Para el año 2 se establecerán todas las acciones necesarias para la prevención de incendios en el Santuario.</b>	2.1.1	Reunión con CONAF	CONAF, vecinos Santuario, bomberos Algarrobo/Casablanca
	2.1.2	Diagnóstico del Santuario e identificación de riesgos de incendios	
	2.1.3	Taller de prevención de incendios, localidad de Tunquén	
	2.1.4	Elaboración de Plan de Prevención de Incendios	
	2.1.5	Implementación de Plan de Prevención de incendios en Santuario	
	2.1.6	Formación de brigada de prevención de incendios en Tunquén	

### 8.3 Estrategia III Diseño e implementación de un plan de restauración ecológica

Metas Año 1 – Año 6		Principales Actividades	Actores Relevantes
<b>3.1. Para el año 6 la vegetación exótica deberá estar controlada.</b>	3.1.1	Identificación de zonas prioritarias para la extracción de vegetación exótica.	Conaf, municipalidad de Casablanca/Algarrobo
	3.1.2	Implementación de plan de control de vegetación exótica.	
	3.1.3	Campaña informativa para vecinos fomentando a plantar nativo en parcelas de agrado.	
	3.1.4	Implementación de plan de restauración de vegetación nativa en zonas priorizadas.	
<b>3.2. Para el año 6, la abundancia de especies exóticas vinculadas al humedal deberá haber disminuido en un 50%.</b>	3.2.1	Identificación de principales especies exóticas del humedal susceptibles a generar un daño relevante.	MMA, Conaf, municipalidad de Casablanca/Algarrobo
	3.2.2	Plan de control de especies exóticas.	
	3.2.3	Creación o restauración de hábitats para especies nativas en humedal.	
<b>3.3. Para el año 3 deberá estar identificado el balance hídrico para que el humedal mantenga su equilibrio natural y funciones ecológicas.</b>	3.3.1	Catastro de derechos de agua otorgados en la cuenca del estero Casablanca	DGA, CNR, MMA, Conaf, municipalidad de Casablanca/Algarrobo
	3.3.2	Diseño del balance hídrico para el humedal de Tunquén.	
	3.3.3	Plan de restauración ecológica de riberas.	
	3.3.4	Acuerdos con usuarios del agua para disminuir el consumo de agua.	
	3.3.5	Campaña educativa para consumo responsable.	
	3.3.6	Fiscalización de los usos de agua en la cuenca.	
<b>3.4. Para el año 3 deberá estar definido el caudal ecológico del estero Casablanca para los peces nativos.</b>	3.4.1	Estudio de caudal ecológico del estero Casablanca para peces nativos.	DGA, MMA
<b>3.5. Para el año 2 la abundancia de basura en el Santuario deberá haber asociada al turismo disminuido en un 80%.</b>	3.5.1	Instalación de señaléticas informativas.	Mun. Casablanca /Algarrobo, vecinos, visitantes
	3.5.2	Construcción de cerco perimetral del Santuario.	
	3.5.3	Campaña de educación informativa sobre la importancia de no botar basura en la playa.	

	3.5.4	Acuerdo formal con municipios para limpieza y retiro de basura.	
	3.5.5	Campañas de limpieza periódicas con voluntarios y vecinos del Santuario.	
<b>3.6. Para el año 3 deberán estar identificadas todas las posibles fuentes de contaminación hídrica presentes en la cuenca del estero Casablanca.</b>	3.6.1	Catastro de posibles fuentes de contaminación de agua de la cuenca de Casablanca.	
	3.6.2	Firma de compromisos con empresas vinculadas a las fuentes de contaminación, con el compromiso de no contaminar el humedal e invertir para la conservación del área.	
	3.6.3	Creación de un plan de contingencia y prevención de contaminación hídrica para el estero Casablanca.	
	3.6.4	Establecer un mecanismo de alerta temprana en caso de contaminación.	municipalidad de Casablanca/Algarrobo, Seremi Salud, vecinos, visitantes y SEA (en caso de proyectos vinculados al SEIA)

## 9 PROGRAMAS DE MANEJO

Debido que es el primer plan del Santuario y es necesario establecer una administración sólida y sustentable económicamente en el tiempo es que se definieron dos programas los cuales poseen actividades asociadas con el objetivo de distribuir de forma eficiente las responsabilidades y los presupuestos asociados a cada ítem. Cada uno estará encargado de desarrollar actividades de acuerdo con sus lineamientos, tiempos, responsabilidades y trabajando entre programas cuando se requiera. Para cada programa se han definido acciones a implementar durante los próximos cinco años. Una vez transcurrido estos años se debería actualizar el plan de manejo.

En la siguiente figura se presentan los programas de Manejo del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén.

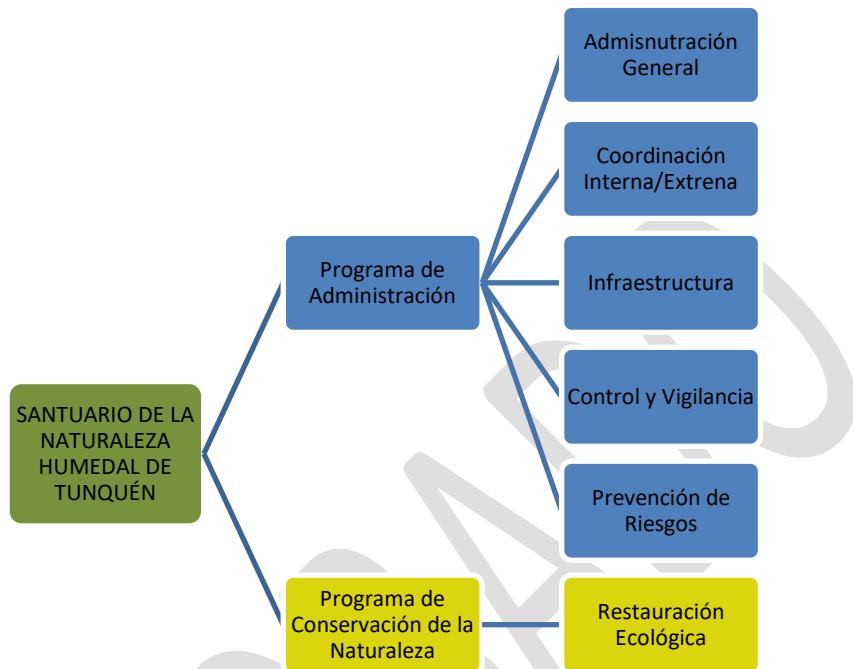


Figura 10 Estructura de programas del Plan de manejo

## 9.1 Programa de Administración

Será la base de nuestras actividades y es el principal programa, previo a la creación de futuros programas es necesario la correcta estructuración y funcionamiento del programa de administración. Es un programa transversal que tiene como principal función la gestión del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén, tanto en términos financieros como operativos. Es responsable de la implementación del Plan de Manejo, involucra la integración de las actividades realizadas, evaluación de desempeño de estrategias y personal, y en función de lo anterior, toma de decisiones referentes a cambios necesarios en el plan. Para lo cual será fundamental en los próximos años establecer las condiciones mínimas de infraestructura y personal para el desarrollo de las

actividades. Para la contratación de guardaparques y el equipo en general se dará prioridad a la gente local con el objetivo de contribuir al desarrollo local. Se espera que durante los cinco años del presente plan de manejo se realice un trabajo con poco personal y se establezcan las bases para que el Santuario sea sustentable económicoamente.

Durante la primera fase se deberá crear un plan de administración eficiente y búsqueda de financiamiento para preparar el Santuario y formar el equipo de trabajo para la futura operación de este. Es importante considerar, que este plan deberá estar diseñado para que el Santuario se pueda mantener en el tiempo. Además, se deberá crear un plan de comunicación y marketing para lograr difundir las actividades a desarrollar para crear una imagen y dar a conocer el Humedal de Tunquén como un destino turístico único por su patrimonio natural y cultural. Se deberá considerar la información de funcionamiento del Santuario, servicios, horarios, normativa, etc. Además se trabajará con la localidad a fin de potenciar a Tunquén como un destino turístico.



*Figura 11 Organización inicial del Santuario de la Naturaleza.*

En la figura 11 se muestra la organización inicial que tendrá el Santuario. El directorio deberá estar formado por la propietaria o representante legal del Santuario, junto a un equipo técnico que será el soporte para la toma de decisiones para la implementación de actividades en el territorio y apoyo para la búsqueda de financiamiento de este. El administrador será el responsable de la ejecución de las actividades en terreno, de las relaciones con los actores locales y sector público, la prevención

de riesgos y de la búsqueda de financiamiento para el Santuario. Además se considera la contratación de un guardaparque quien deberá ser el responsable de la limpieza del lugar y del control de acceso de los visitantes. En la medida que la organización del Santuario se consolide, se podrá aumentar el número de guardaparques en caso de ser necesario.

Las principales funciones del Programa de Administración:

*Tabla 11 Funciones del programa de administración*

FUNCIONES	DESCRIPCIÓN GENERAL
<b>Administración general del Santuario</b>	Deberá velar por el buen uso de los recursos disponibles, la supervisión de personal, coordinar el plan anual de trabajo y asignar los recursos correspondientes para cada uno de los programas. Es responsabilidad completa del administrador.
<b>Prevención de riesgos</b>	Es rol fundamental del Programa de Administración velar por la salud y seguridad de sus funcionarios y colaboradores, para de esta forma dar cumplimiento a la Ley 16.744 que “Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales” y sus decretos asociados.
<b>Coordinación con otros actores en el territorio</b>	Debido a las características que posee el Santuario es que se hace necesario la coordinación entre los entes de gobierno (nacional, regional y comunal) que poseen la potestad para ejercer acciones de fiscalización y planificación ante eventos que así lo requieran. Además, es el encargado de gestionar alianzas entre y convenios con los diversos sectores considerando el sector público, privado, ONG, academia y comunidad local.
<b>Coordinación del equipo de trabajo</b>	Se debe evaluar anualmente el desempeño del personal contratado, decidir nuevas contrataciones y decidir eventuales desafectaciones de acuerdo con las políticas y procedimientos vigentes. El programa de administración contribuirá a la formación continua del personal administrativo y de campo. Se realizarán talleres teóricos y/o prácticos cuya finalidad es contribuir a reforzar aquellos aspectos que son fundamentales para el adecuado desempeño tanto del equipo de guardaparques y el equipo administrativo. Estos podrán abordar diversas temáticas que incluyen, pero no se limitan a uso de software, técnicas de monitoreo, metodologías de educación ambiental y patrimonial,

FUNCIONES	DESCRIPCIÓN GENERAL
	<p>herramientas de gestión, prevención de riesgos, entre otros, siempre y cuando formen parte del plan anual de trabajo dentro del Plan de Manejo.</p> <p>Adicionalmente y a través de colaboración con otras organizaciones, así como con aquellos profesionales y académicos que desarrollan trabajos en el humedal, se realizarán talleres teóricos y/o prácticos cuya finalidad es contribuir a reforzar aquellos aspectos que son fundamentales para el adecuado desempeño tanto del equipo de guardaparques como del equipo administrativo.</p>
<b>Infraestructura y mantenimiento de equipos</b>	<p>Se realizarán las actividades vinculadas a la construcción y mantención de senderos, señalética e infraestructura en general, además de las compras de equipos. La conducta regular sería que los guardaparques reporten posibles daños de la infraestructura y se deberán solicitar los fondos o materiales necesarios para el mantenimiento.</p>
<b>Control y vigilancia</b>	<p>Tiene como rol el llevar a cabo los patrullajes de rutina y también el responder en forma rápida ante la denuncia de eventos que pudiesen amenazar al Santuario. En casos de urgencia se debe</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. visitar el sitio con la mayor prontitud posible</li> <li>2. determinar la magnitud del evento</li> <li>3. responder a la contingencia inmediata (en caso de ser factible)</li> <li>4. informar al asistente técnico de la contingencia</li> <li>5. sistematizar la información (fotografía y coordenadas de la contingencia)</li> <li>6. Realizar la denuncia a las autoridades competentes</li> </ol> <p>La denuncia será registrada en una base de datos elaborada con estos fines, donde se incluirá el motivo de la denuncia, hora y medio de comunicación utilizado, la autoridad convocada, el tiempo que tomó a la autoridad responder, y si se dio solución al problema.</p>

FUNCIONES	DESCRIPCIÓN GENERAL
	Se deberá tener el registro de los visitantes, el control de animales domésticos, prevención y combate de incendios, ganadería, cazadores, pescadores y tala ilegal.

El equipamiento requerido para la correcta implementación del presente programa es la siguiente:

- ❖ Oficina equipada
- ❖ Vehículo
- ❖ Uniforme

APROBADO

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

ESTRATEGIA GENERAL	Nº	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE MANEJO	FUENTE DE CUMPLIMIENTO	1	2	3	4	5	6	CAPACIDAD DE EXTERNALIZACIÓN DE ESTRATEGIA
Prevención y contingencia de incendios	2.1.1	Reunión con CONAF	Administración	Acta							Interno
Administración	A	Actualización según necesidades identificadas en PM	Administración	Actualización Plan							Interno
Administración	A	Realizar un plan de prevención de riesgos	Administración	Informe							Interno
Administración	A	Elaborar Plan Operativo Anual en función del Plan de Manejo	Administración	Informe							Interno
Administración	A	Creación de un Plan de Administración Eficiente del SN	Administración								
Administración	A	Creación de un Plan de comunicaciones del SN	Administración								
Control y vigilancia	1.1.5	Monitoreo de caza ilegal en SN Tunquén	Control y vigilancia	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.2.4	Monitoreo de tala ilegal	Control y vigilancia	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.3.3	Aumento de fiscalización de carabineros e inspectores municipales en la prohibición de camping	Control y vigilancia	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.3.4	Registro de acceso de visitantes SN	Control y vigilancia	Registro visitantes							Interno
Control y vigilancia	1.4.2	Fiscalización municipal de los permisos de extracción de áridos en cuenca, cierre de faenas no habilitadas	Control y vigilancia	Registro Monitoreo							Externo
Prevención y contingencia de incendios	2.1.6	Formación de brigada de prevención de incendios en Tunquén	Control y vigilancia	Registro							Externo
Administración	A	Establecer un registro de visitantes	Control y vigilancia	Registro							Interno

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Control y vigilancia	1.1.3	Plan de difusión de zona prohibida de caza en comunidad de Algarrobo y Casablanca	Coordinación	Plan de difusión						Externo
Control y vigilancia	1.1.4	Capacitación de Inspectores de caza ad honorem en Tunquén	Coordinación	Certificación						Externo
Control y vigilancia	1.6.3	Coordinación con municipalidades, carabineros y gobernación marítima para denunciar vehículos que circulen en playa	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Control y vigilancia	1.7.2	Acuerdo con ganaderos del sector para una relocalización progresiva del ganado	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Restauración ecológica	3.3.4	Acuerdos con usuarios del agua para disminuir el consumo de agua	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Restauración ecológica	3.5.4	Acuerdo formal con municipios para limpieza y retiro de basura	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Restauración ecológica	3.6.2	Firma de compromisos con empresas vinculadas a las fuentes de contaminación, con el compromiso de no contaminar el humedal e invertir para la conservación del área	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Administración	A	Coordinación entre autoridades y entes fiscalizadores	Coordinación	Acta						Interno
Administración	A	Generación de acuerdos de colaboración para la conservación	Coordinación	Acuerdos firmados						Interno
Administración	A	Establecer el equipo de trabajo del Santuario	Coordinación	informe con definición de roles						Interno
Administración	A	Establecer una mesa de coordinación con otros actores del territorio	Coordinación							Interno
Control y vigilancia	1.1.2	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética						Interno
Control y vigilancia	1.2.3	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética						Interno

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Control y vigilancia	1.3.1	Construcción de cerco perimetral SN	Infraestructura								Interno
Control y vigilancia	1.3.2	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética							Interno
Control y vigilancia	1.3.5	Habilitación de zona de camping en SN	Infraestructura	Habilitación zona camping							Interno
Control y vigilancia	1.6.1	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética							Interno
Control y vigilancia	1.6.2	Cierre de posibles accesos vehiculares al SN	Infraestructura	Infraestructura							Interno
Control y vigilancia	1.7.1	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética							Interno
Control y vigilancia	1.7.4	Cierre de las zonas para ubicación del ganado	Infraestructura	Infraestructura							Interno
Restauración ecológica	3.5.1	Instalación de señaléticas informativas	Infraestructura	Señalética							Interno
Restauración ecológica	3.5.2	Construcción de cerco perimetral SN	Infraestructura	Cerco perimetral							Interno
Administración	A	Construcción de infraestructura	Infraestructura	Infraestructura							Interno
Administración	A	Mantención de señalética e infraestructura	Infraestructura	Infraestructura							Interno
Prevención y contingencia de incendios	2.1.2	Diagnóstico del Santuario e identificación de riesgos de incendios	Prevención Riesgos	Informe							Externo
Prevención y contingencia de incendios	2.1.4	Elaboración de Plan de Prevención de Incendios	Prevención Riesgos	Plan prevención incendios							Externo
Prevención y contingencia de incendios	2.1.5	Implementación de Plan de Prevención de incendios en Santuario	Prevención Riesgos	Informe							Interno
Administración	A	Adquisición y mantención de elementos de protección personal	Prevención Riesgos	compra equipos							Interno

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Administración	A	Elaboración y ejecución de plan de emergencia	Prevención Riesgos	informe					Interno
Administración	A	Registrar y documentar eventos de accidentes y enfermedades laborales	Prevención Riesgos	Informe anual					Interno

## 9.2 Programa de Conservación de la Naturaleza

La finalidad de este programa es llevar a cabo las estrategias de conservación y manejo identificadas en el Plan de Manejo. En este contexto, el Programa tiene un enfoque central en controlar y mitigar las principales presiones de los objetos de conservación que se encuentran presentes en el Santuario de la Naturaleza y su entorno. El objetivo de este programa es mantener un monitoreo sistemático con el objetivo de conocer el estado en que se encuentra el ecosistema local, los objetos de conservación y las amenazas y analizar si estos varían en función de la implementación de las estrategias para la conservación.

Debido que el Santuario está actualmente iniciando sus iniciativas de conservación este programa se trabajará en conjunto con universidades y ONG, para que pueda ser implementado a bajo costo. Por ello es fundamental establecer convenios formales con la academia para el desarrollo de investigación y éstas deben ser acordes a los objetivos de manejo del área y a las necesidades de la administración.

Con el objetivo de no duplicar esfuerzos de investigación, es necesario poseer un registro de éstas y mantener un procedimiento formal para el desarrollo de la investigación el que debe contener al menos:

- i. Recepción, proceso y sistematización de solicitudes de investigación
- ii. Informar sobre procedimientos relevantes (zonificación, formularios, reglamentos y otros que pudieran aplicar)
- iii. Requerir autorizaciones de captura emitidas por la autoridad competente si corresponde.
- iv. Recepción, proceso y sistematización de solicitudes de apoyo
- v. Proveer información relevante de prevención de riesgos
- vi. Recepción y sistematización de trabajos científicos generados
- vii. Conformación de consejo científico asesor
- viii. Establecer alianzas que permitan generar la información científica requerida para fortalecer actividades de conservación en la zona.

## PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Las principales investigaciones requeridas para la implementación del Plan de Manejo del Santuario son las siguientes:

- ❖ Estudio de balance hídrico del Humedal de Tunquén y calidad del agua del estero Casablanca
- ❖ Catastro de usos de suelos de la cuenca del estero Casablanca
- ❖ Diagnóstico de la percepción ambiental y patrimonio cultural de la población Tunquén.
- ❖ Estudio de las especies exóticas invasoras presentes en el Santuario que generan un mayor impacto en el ecosistema
- ❖ Diagnóstico de la abundancia de rana africana y fauna íctica del estero Casablanca.
- ❖ Identificar los derechos de agua y pozos inscritos en la cuenca del estero Casablanca.
- ❖ Plan de restauración ecológica del Santuario

Tabla 12 Actividades de conservación

ESTRATEGIA GENERAL	Nº	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE MANEJO	FUENTE DE CUMPLIMIENTO	1	2	3	4	5	6	CAPACIDAD DE EXTERNALIZACIÓN DE ESTRATEGIA
Control y vigilancia	1.1.1	Diagnóstico de caza ilegal en SN Tunquén	Conservación	Informe							Externo
Control y vigilancia	1.2.1	Diagnóstico de cobertura arbórea presente en SN	Conservación	Informe							Externo
Control y vigilancia	1.2.2	Catastro de tala ilegal en SN.	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.4.1	Catastro de sitios de extracción de áridos en la cuenca del estero Casablanca	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.5.1	Estudio de identificación de sitios de extracción de áridos en la cuenca que no generen impactos significativos al SN	Conservación	Informe							Externo

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

ESTRATEGIA GENERAL	Nº	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE MANEJO	FUENTE DE CUMPLIMIENTO	1	2	3	4	5	6	CAPACIDAD DE EXTERNALIZACIÓN DE ESTRATEGIA
Control y vigilancia	1.5.2	Registro oficial de zonas habilitadas para extracción de áridos en la cuenca	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Control y vigilancia	1.5.3	Apoyo para la elaboración de Ordenanza municipal de extracción de áridos	Conservación	Acuerdos firmados							Externo
Control y vigilancia	1.6.4	Campaña de educación informativa sobre los daños generados por los vehículos motorizados en la playa.	Conservación	Registros fotográficos							Externo
Control y vigilancia	1.7.3	Identificación de zonas provisorias para la ubicación del ganado y cuantificación de capacidad de carga	Conservación	Informe							Interno
Control y vigilancia	1.7.5	Identificación de zonas aptas para ganado fuera del SN	Conservación	Informe							Externo
Prevención y contingencia de incendios	2.1.3	Taller de prevención de incendios, localidad de Tunquén	Conservación	Listas asistencia							Externo
Restauración ecológica	3.1.1	Identificación de zonas prioritarias para la extracción de vegetación exótica	Conservación	Informe							Externo
Restauración ecológica	3.1.2	Implementación de Plan de control de vegetación exótica	Conservación	Informe Plan de control							Externo
Restauración ecológica	3.1.3	Campaña informativa para vecinos fomentando a plantar nativo en parcelas de agrado	Conservación	Informe para vecinos fomentando a plantar nativo en							Externo
Restauración ecológica	3.1.4	Implementación de plan de restauración de vegetación nativa en zonas priorizadas	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Restauración ecológica	3.2.1	Identificación de principales especies exóticas del humedal susceptibles a generar un daño relevante	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Restauración ecológica	3.2.2	Plan de control de especies exóticas	Conservación	Informe control							Externo
Restauración ecológica	3.2.2	Creación o restauración de hábitats para especies nativas en humedal	Conservación	Informe restauración de hábitats para especies							Externo

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

ESTRATEGIA GENERAL	Nº	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE MANEJO	FUENTE DE CUMPLIMIENTO	1	2	3	4	5	6	CAPACIDAD DE EXTERNALIZACIÓN DE ESTRATEGIA
Restauración ecológica	3.3.1	Catastro de derechos de agua otorgados en la cuenca del estero Casablanca	Conservación	Informe							Externo
Restauración ecológica	3.3.2	Diseño del balance hídrico para el Humedal de Tunquén	Conservación	Informe balance hídrico para el							Externo
Restauración ecológica	3.3.3	Plan de restauración ecológica de riberas	Conservación	Informe restauración							Externo
Restauración ecológica	3.3.5	Campaña educativa para consumo responsable	Conservación	Registros fotográficos							Externo
Restauración ecológica	3.3.6	fiscalización de los usos de agua en la cuenca	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Restauración ecológica	3.4.1	Estudio de caudal ecológico del estero Casablanca para peces nativos.	Conservación	Informe							Externo
Restauración ecológica	3.5.3	Campaña de educación informativa sobre la importancia de no botar basura en la playa	Conservación	Registros fotográficos							Externo
Restauración ecológica	3.5.5	Campañas de limpieza periódicas con voluntarios y vecinos del SN	Conservación	Registros fotográficos							Externo
Restauración ecológica	3.6.1	Catastro de posibles fuentes de contaminación de agua de la cuenca de Casablanca	Conservación	Informe							Externo
Restauración ecológica	3.6.3	Creación de un Plan de contingencia y prevención de contaminación hídrica para el estero Casablanca.	Conservación	Plan Contingencia							Externo
Restauración ecológica	3.6.4	Establecer un mecanismo de alerta temprana en caso de contaminación	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Administración	A	Realizar un catastro de estudios científicos relacionados al Sitio Prioritario	Conservación	Base datos							Externo
Administración	A	Establecer un protocolo para el desarrollo de investigación	Conservación	Protocolo de investigación							Interno
Objetos de Conservación	OC	Monitoreo de ecosistemas mediante SIG	Conservación	Registro Monitoreo							Externo
Objetos de Conservación	OC	Monitoreo in situ	Conservación	Registro Monitoreo							Externo

## 10 MONITOREO DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN

OBJETO DE CONSERVACIÓN	OBJETIVO	ATRIBUTOS ECOLÓGICOS		INDICADOR	UNIDADES	FRECUENCIA
<b>Matorral y bosque esclerófilo</b>	Para el 6°año, la cobertura vegetacional del matorral y bosque esclerófilo dentro del SN deberá haber aumentado en un 30% sobre la superficie catastrada durante el 1°año.	Tamaño	Área de bosque y matorral esclerófilo	% Superficie total de matorral y bosque	ha.	anual
		Contexto del Paisaje	Tamaño mínimo	Tamaño de fragmentos (% por clases de fragmentos, las clases son por tamaño)		
<b>Desierto Costero</b>	Para el 6°año, la cobertura vegetacional del desierto costero dentro del SN deberá haber aumentado en un 20% sobre la superficie catastrada durante el 1°año.	Condición	Diversidad de especies nativas	Diversidad de especies nativas	N°	semestral
<b>Sistema Dunario</b>	Para el 6°año, la cobertura vegetacional del sistema dunario dentro del SN deberá haber aumentado en un 20% sobre la superficie catastrada durante el 1°año.	Tamaño	Área de duna	Superficie total del sistema dunario	ha.	semestral
		Condición	Hábitat saludable para otras especies	Abundancia de flora nativa	N°	estacional
		Contexto del Paisaje	Conectividad	Distancia a sistema dunario más cercano	km.	anual
<b>Humedal conformado por</b>	Para el 6°año, el humedal mantiene una buena calidad	Tamaño	Área del humedal	Superficie total espejo de agua	ha.	estacional

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

OBJETO DE CONSERVACIÓN	OBJETIVO	ATRIBUTOS ECOLÓGICOS		INDICADOR	UNIDADES	FRECUENCIA
estero y estuario, y servicios ecosistémicos asociados	de agua, con temperatura promedio de 12°C y PH entre 7,1 -7,9.	Condición	Nivel de agua	Profundidad máxima	m	estacional
			Calidad de agua	Parámetros fisicoquímicos	T°C, pH, Conductividad eléctrica	estacional
		Contexto del Paisaje	Conectividad	Caudal de entrada al humedal	l/s	anual
Peces Nativos	Para el 6ºaño, la condición de hábitat del humedal habrá mejorado en un 30% para el desarrollo de las especies de peces nativos.	Tamaño	Tamaño mínimo poblacional	Abundancia de peces nativos	Nº peces presentes por especie	estacional
		Condición	Peces nativos	Riqueza de especies	Nº especies presentes	estacional
		Contexto del Paisaje	hábitat disponible	Superficie total espejo de agua	ha.	estacional
Aves Playeras migratorias	Para el 6ºaño, la riqueza promedio anual de avifauna migratoria es mayor a 5 especies.	Tamaño	Tamaño mínimo poblacional	Abundancia de aves migratorias	Nº aves presentes por especie	estacional
		Condición	Aves migratorias	Riqueza de especies	Nº especies presentes	estacional

## 11 PRESUPUESTO

El presupuesto corresponde a un marco referencial basado en las experiencias de otros planes de manejo a partir del cual es posible elaborar estrategias de financiamiento para los próximos cinco años.

*Tabla 13 Detalle presupuesto de Mano de obra básica*

Mano de Obra Básica	COSTO UNITARIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	TOTAL
Administrador	\$1.000.000	Mensual	\$12.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000	\$72.000.000
Guardaparque	\$560.000	Mensual	\$0	\$6.720.000	\$6.720.000	\$6.720.000	\$6.720.000	\$33.600.000
Prevención de riesgos	\$1.000.000	Anual	\$250.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$5.250.000
	<b>TOTAL</b>		<b>\$12.250.000</b>	<b>\$19.720.000</b>	<b>\$19.720.000</b>	<b>\$19.720.000</b>	<b>\$19.720.000</b>	<b>\$110.850.000</b>

*Tabla 14 Detalle presupuesto de Vehículos*

Vehículos	COSTO UNITARIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	TOTAL
-----------	----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DE TUNQUÉN

Moto	\$4.000.000	Inversión	\$0	\$4.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4.000.000
Mantenciones motos	\$50.000	Cada 2500 km	\$0	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$1.000.000
Combustible Moto	\$10.000	Mensual	\$0	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$600.000
Equipamiento seguridad moto	\$800.000	Por Persona	\$0	\$800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$800.000
Kayak 1	\$400.000	Inversión	\$0	\$0	\$400.000	\$0	\$0	\$0	\$400.000
Kayak 2	\$400.000	Inversión	\$0	\$0	\$400.000	\$0	\$0	\$0	\$400.000
Mantenciones Kayaks	\$100.000	Anual	\$0	\$0	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$400.000
Equipamiento seguridad Kayak	\$250.000	Inversión	\$0	\$0	\$250.000	\$0	\$0	\$0	\$250.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$0</b>	<b>\$5.120.000</b>	<b>\$1.470.000</b>	<b>\$420.000</b>	<b>\$420.000</b>	<b>\$420.000</b>	<b>\$7.850.000</b>

Tabla 15 Detalle de presupuesto de infraestructura

	COSTO UNITARIO		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		TOTAL	
Mantención señalética	\$ 1.000.000	anual	\$	-	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 5.000.000	
Mantención Infraestructura	\$ 5.000.000	anual	\$	-	\$ 1.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 21.000.000	
Construcción de infraestructura	\$ 9.000.000	inversión	\$	-	\$ 9.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$ 9.000.000	
Construcción de señalética	\$ 600.000	señalética	\$	2.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$ 2.400.000	
Cerco	\$ 72.000	metro lineal	\$	14.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$ 14.400.000	
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>15.672.000</b>	<b>\$</b>	<b>16.800.000</b>	<b>\$</b>	<b>11.000.000</b>	<b>\$</b>	<b>6.000.000</b>	<b>\$</b>	<b>6.000.000</b>	<b>\$</b>	<b>6.000.000</b>	<b>\$</b>	<b>6.000.000</b>	<b>\$</b>	<b>51.800.000</b>

## 12 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Jamett, G. 2009. The role of domestic dogs in diseases of significance to humans and wildlife health in central Chile. Submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, University of Edinburgh, The Institute of Zoology, London.
- Adapt Chile, Unión Europea. 2015. Plan Local de Cambio Climático, Comuna de Lampa 2015. Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático. Disponible en: <http://www.adapt-chile.org/esp/wp-content/uploads/2017/12/PLCCLampa.compressed.pdf>
- Albornoz, E. 2013. Tesis, Propuesta de plan de manejo para el parque Humedal de Tunquén. Santiago, Universidad Andrés Bello.
- Alcover, J. & M. McMinn. 1994. Predators of vertebrates on islands. BioScience 44(1):12-18.
- Arancibia, J. 2006. Flora vascular en la desembocadura del Río Aconcagua. Valparaíso, An. Mus. Hist. Nat. 25: 34-46.
- Armesto, J.J., Rozzi, R., Smith-Ramírez, C. y Arroyo, M.T.K. 1998. "Conservation targets in South American temperate forests". Science, 282: 1271-1272.
- Arnaud, G., A. Rodríguez., A. Ortega-Rubio & S. Álvarez-Cárdenas. 1993. Predation by cats on the unique endemic lizard of Socorro Island (*Urosaurus auriculatus*) Revillagigedo, México. Ohio J. Sci. 93(4): 101-104.
- Ávalos, H. 2016. Informe Inspección Arqueológico-Geológica Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. Viña del Mar.
- Baker P. J., Molony S., Stone E., Cuthill I. C. & Harris S. 2008. Cats about town: is predation by free-ranging pet cats (*Felis catus*) likely to affect urban bird populations? IBIS 150, (Suppl. 1): 86–99
- Balogh A. L., Ryder T. B. & Marra P. P. 2011. Population demography of Gray Catbirds in the suburban matrix: sources, sinks, and domestic cats. J. Ornithol. 152, 717–726.
- Bird, E. 2008. Coastal Geomorphology: An introduction. 2nd Edition. J. Wiley & Sons Ltd. 411p.
- Blackburn, T.M., P. Cassey, R.P. Duncan, K.L. Evans & K.J. Gaston. 2004. Avian extinctions and mammalian introductions on oceanic islands. Science 305: 1955-1958.
- Bonacic, C., & Abarca, C. 2014. Hacia una política y legislación para el control de poblaciones de cánidos y calidad de vida de las personas: un enfoque multidisciplinario. Centro de Políticas Públicas UC, Chile. 65:1-14.
- Brockie, R.E., L.L. Loope, M.B. Usher & O. Hamann 1988. Biological invasions of island nature reserves. Biological Conservation 44:9-37.
- Campos, H., Dazarola, G., Dyer, B., Fuentes, L., Gavilán, J., Huaquín, L., Martínez, G., Meléndez, R., Pequeño, G., Ponce, F., Ruiz, V., Sielfeld, W., Soto, D., Vega, R. y Vila, I. 1998. Categorías de

- conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Chile, Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47:101-122.
- Campos, H., F. Alay, V.H. Ruiz & J.F. Gavilán. 1993. Antecedentes biológicos de la fauna íctica presente en la hoya hidrográfica del río Bío-Bío. En: Seminario Limnología y Evaluación de Impacto Ambiental (Eds. O. Parra & F. Faranda), pp. 70-72. Ediciones Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Chile.
  - Camus P., Castro S., Jaksic F. 2008. El Conejo Europeo en Chile: Historia de una Invasión Biológica. Historia 41(2):305-339. 2008. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71942008000200001#8](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71942008000200001#8)
  - Carvalho, F. P.; D. D. Nhan; C. Zhong; T. Tarakes; S. Klaine. 1998. Tracking Pesticides in the Tropics, Bulletin IAEA 40 (3): 24-30.
  - Carvalho, F. P.; R. J Hance. 1993. Pesticides in Tropical Marine Environments: Assessing Their Fate», IAEA Bulletin 2, 14-19.
  - Castro, S., Muñoz, M. & Jaksic, F. 2008. Transit towards floristic homogenization on oceanic islands in the south-eastern Pacific: Comparing pre-European and current floras. Journal of Biogeography 34: 213-222. 2008
  - Ceresa, D. y Martínez L. 2007. Determinación de impactos ambientales causados por el desarrollo urbano en el estero Culebrón, IV región, Chile, aplicando metodología SIG. (Tesis de pregrado, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile). Recuperado de: <http://documentos.dga.cl/MED4720.pdf>
  - Clavero, M., & García-Berthou, E. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. Trends in Ecology & Evolution, 20(3), 110.
  - Comte, S. y Vila, I.P. 1987. Modalidad Reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns). En el Río Choapa (Pises: Atherinidae). Departamento de Ciencias Ecológicas U. de Chile.
  - CONAF. 2013. Boletín Ramsar 2013 Adaptado proyecto Chile México. Los humedales cuidan del agua. Chile Disponible en: [http://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1386778253Boletin\\_Ramsar\\_2013\\_adaptado\\_proyectoChileMexico.pdf](http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1386778253Boletin_Ramsar_2013_adaptado_proyectoChileMexico.pdf)
  - CONAF 2017. Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE. Santiago de Chile, Chile. 230 pp.
  - CONAMA. 2005. Estrategia nacional para la conservación y uso racional de los humedales en Chile. Santiago.
  - CONAMA-CEA. 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago.
  - CONAMA-PNUD. 2005. Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica, región de Valparaíso. Santiago.
  - CORE Valparaíso. 2014. Minuta Comisión de Ordenamiento Territorial. Valparaíso. 3p.

- Correa-Araneda F, J. Urrutia y R. Figueroa. 2011. Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 325-340.
- Crooks K. R. & Soule M. E. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400, 563–566
- Decreto Alcaldicio N° 2215 de 2013 [I. Municipalidad de Santo Domingo]. Ordenanza Municipal de Protección de Humedales. Diciembre 31 de 2013.
- Di Castri, F. E. R. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago, Universidad Católica de Chile.
- Dohghi, P. y Donghi, J. 2016. Unidad de Habitar Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén.
- Ebenhard, T. 1988. Introduced birds and mammals and their ecological effects. *Swedish Wildlife Research*. 13(4):1- 53.
- EBird 2019. <https://ebird.org/chile/hotspot/L663912?yr=all&m=&rank=mrec>
- Elórtegui, S. 2005. Las dunas de Concón: el desafío de los espacios silvestres urbanos. Viña del Mar, Ediciones Taller La Era. 112 p.
- Elórtegui, S. 2015. Informe sobre la biodiversidad del Geositio La Ventana de Puchuncaví.
- Elórtegui, S. 2016. Sinópsis biológica del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. Valparaíso.
- Eskuche, U. 1992. La vegetación de las dunas marítimas de América Latina. *Bosque* 13(1): 23-28.
- Etienne, M., Del Pedregal, J. y Álvarez, M. 1984. Cartografía de la vegetación de la zona árida mediterránea de Chile. *Transecto III. Terra Aridae* 3: 1-91.
- Etienne, M., González, C. y Prado, C. 1982. Cartografía de la vegetación de la zona árida mediterránea de Chile. *Transecto II. Terra Aridae* 1: 81-126.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34, 487–515. Recuperado de <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- FAO. 1992. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades a fin. Informes sobre temas hídricos, Santiago de Chile.
- Fernández A & F Salz 2007. The european Rabbit (*Oryctolagus cuniculus l.*) as seed disperser of the invasive opium poppy (*papaver somniferum l.*) in Robinson Crusoe Island, Chile. *Mastozoología Neotropical* 14(1): 19-27. 2007
- Fitzgerald B. J. 1990. in *The Domestic Cat: The Biology of its Behaviour* eds Turner D. C., Bateson P. 123–150 Cambridge University Press.
- Fuentes Er, Fm Jaksic & J Simonetti 1983. European rabbits versus native rodents in central Chile, effects on shrub seedlings *Oecologia* 58: 411-414. 1983
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Editorial Universitaria.

- Garde, E., & Pérez, G. 2009. Preliminary investigation of human perceptions of the street dog population in Chile, November and December 2008. Veterinarians Without Borders, Canada.
- Gestión Ambiental Consultores. (2010). Proyecto Línea de Transmisión 2x220 Kv Maitencillo – Caserones. Recuperado de: [http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/articles-65070\\_documento.pdf](http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/articles-65070_documento.pdf)
- González G. (2014). Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos. Recuperado de: [http://www.sag.cl/sites/default/files/producto\\_ii\\_v3.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/producto_ii_v3.pdf)
- González G., Lara A., Urritia R. & Bosnich J. 2010. Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33º - 42º S). Bosque 32(3):215-219,2011.
- Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benitez, Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Isola, S. Y Castro, M. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito. The Nature Conservancy y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 204p.
- Habit, E., Dyer, B. y Vila, I. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Concepción, Gayana [online]. vol.70, n.1 [citado 2019-06-30], 100-113pp. Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-65382006000100016](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382006000100016&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0717-652X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382006000100016>
- Hantelhoff H. 2010. Los grandes incendios forestales en Chile 1985-2009. Documento de Trabajo Nº539. Santiago, Chile. CONAF. 78 p
- Hassan, R., Scholes, R. y Ash, N. 2005. Millennium ecosystem assessment: current state and trends. Washington, D.C., USA, Island Press.
- Iturriaga, L. 2004. Informe Técnico Humedal de Tunquén.
- Jaksic F. & Fuentes ER.1980. Why are native herbs in the Chilean matorral more abundant beneath bushes: microclimate or grazing? Journal of Ecology 68: 665-669. 1980
- Jaksic, F. & Fuentes, E. 1988. El conejo español: un convidado de piedra. En: Ecología del paisaje en Chile central: estudios sobre espacios montañosos. Fuentes E & S Prenafeta (Eds.) Edic. Universidad Católica, Santiago. Pp 88- 101. 1988
- Jaksic, F. & Soriguer, R. 1981. Predation upon the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Mediterranean habitats of Chile and Spain: A comparative analysis. Journal of Animal Ecology 50: 269-281. 1981
- Kohler, A. 1970. Geobotanische Untersuchungen an Küstendünen Chiles zwischen 27 un 42 Grad, südl. Breite. Bot. Jahrb. Syst. 90: 55-200.
- Kohler, A. 1971. La vegetation des dunes maritimes du Chili. Colloques Phytosociologiques 1: 17-23.
- Laurance, W. & Bierregaard R. 1997. Remanentes Forestales Tropicales: Ecología, Conservación y gestión de comunidades fragmentadas. Chicago: University of Chicago Press.

- López, J., Abarca, K., y Acosta-Jamett, G. 2012. Características de las mascotas caninas de cuatro ciudades de Chile. XVII Congreso Chileno de Medicina Veterinaria Valdivia, noviembre 2012.
- Luebert, F. 2005. Comunidades vegetales. En: Dunas de Concón: el desafío de los espacios silvestres urbanos (Elórtegui, S. ed). Viña del Mar, Taller La Era. 22p.
- Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago, Ed. Universitario. 316 p.
- Marquet, P. A., S. Abades y I. Barría. 2012. Distribución y conservación de humedales costeros: una perspectiva geográfica. Pp. 1-19. En: Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable. (Eds. J.M. Fariña y A. Camaño). Ediciones UC, Santiago de Chile. 437 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2017. Chile estaría perdiendo más de \$59 mil millones al año por la presencia de siete especies exóticas invasoras, publicado el martes 26 de septiembre de 2017.
- MMA-CEA. 2011. Diseño del inventario Nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Santiago.
- Niering, R. 1985. Wetlands. The audubon society nature guides. Alfred A. Knopf Inc. 638p.
- Osorio, C. 2009. Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente del humedal de Valdivia 1991-2007. Tesis de Magíster en Asentamientos humanos y medio ambiente, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile, 133 pp
- Pimentel, D.; A. Greiner. 1997. Environmental and Socio-Economic Cost of Pesticides Use», Techniques for Reducing Use: Environmental and Economic Benefits, D. Pimentel (Ed.), John Wiley & Sons, Chichester. Inglaterra. 51-78.
- Pino, K. 2014. Rehabilitación Parque Santuario Humedal de Tunquén. Santiago.
- PLADECO Plan de desarrollo Comunal de Algarrobo (2013-2016). P.22 disponible en línea: <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/transparencia/2014/PLADECO%202013-2016.pdf>
- PLADECO Plan de desarrollo Comunal de Casablanca (2014-2017) P.27 disponible en línea: [http://transparencia.municasablanca.cl/1\\_07\\_Pladeco/PLADECO%202014-2017\\_CASABLANCA.pdf](http://transparencia.municasablanca.cl/1_07_Pladeco/PLADECO%202014-2017_CASABLANCA.pdf)
- Primario, 2014. Expediente técnico Santuario de Naturaleza Humedal de Tunquén.
- Quezada, J., González, G., Dunai, T., Jensen, A. y Juez-Larré, J. 2007. Alzamiento litoral Pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. Revista Geológica de Chile, Vol. 34 1:81-96.
- Ramírez, C., San Martín, C. y San Martín, J. 1992. Vegetación y dinámica vegetacional en la duna litorales chilenas. Bosque 13(1): 41-48.
- Richman, A., T. Case, & T. Schwaner. 1988. Natural and unnatural extinction rates of reptiles on islands. American Naturalist. 131(5):611-630.

- Rojas C., De La Barrera F., Aranguiz T., Munizaga J., Pino J. 2017. Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía / ISSN 0326-8373 / 2017, 26 (2), 155-182.* Disponible en: <http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/pdf/reuge/v26n2/v26n2a07.pdf>
- Romero, C. 2013. Descripción de Zonas Homogéneas: Unidades Pendientes, Erosión y Geomorfología. Valparaíso.
- Rosenmann, E.D. 1983. Estudio de la dinámica de la vegetación en el sector costero de la Región de Coquimbo. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile.
- Ruz L. y Herrera, R. 2001. Preliminary observations in foraging activities of *Bombus dahlbomii* and *Bombus terrestris* (Hym.: Apidae) on native and nonnative vegetation in Chile. *Acta Horticulturae.* 561: 165-169.
- Ruz, L. y Vivallo, F. 2005. Las abejas de la cordillera de Nahuelbuta. En Smith-Ramírez C, J Armesto y C Valdovinos C (ed) *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile.* Editorial Universitaria.
- San Martín, J., Ramírez, C. y San Martín, C. 1992. La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. *Bosque* 13(1): 29-39.
- Sax, D. F., & Gaines, S. D. (2008). Species invasions and extinction: the future of native biodiversity on islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 11490-11497.
- Schofield, E. 1989. Effects of introduced Plants and Animals on Island vegetation: Examples from the Galápagos Archipelago. *Biol.Conserv.* 3(3):227-237.
- Secretaría del Convenio Sobre la Diversidad Biológica. 2008. *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo.* Montreal, 56 páginas.
- Senner, S. E., Andres, B. A. y Gates, H. R. 2017. *Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas.* Nueva York, Nueva York, EE. UU., National Audubon Society. Disponible en: <http://www.shorebirdplan.org>
- Serey, I., Sillard, C., Pizarro, N. y Rodríguez, J. 1976. Diversidad de la vegetación de las dunas de Concón. *Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso* 9: 23-27.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG); Centro de Ecología Aplicada (CEA). 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Santiago. Chile. 81 pp
- Shine, C., N. Williams & L. Gündling. 2000. A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. UICN, Gland.
- Silva-Rodríguez, E. A., & Sieving, K. E. (2012). Domestic dogs shape the landscape-scale distribution of a threatened forest ungulate. *Biological Conservation*, 150(1), 103-110.
- Silva-Rodríguez, E. A., Verdugo, C., Aleuy, O. A., Sanderson, J. G., Ortega-Solís, G. R., Osorio-Zúñiga, F., & González-Acuña, D. (2010). Evaluating mortality sources for the Vulnerable pudu pudu in Chile: implications for the conservation of a threatened deer. *Oryx*, 44(01), 97-103.

- Simonetti Ja & Er Fuentes. 1983. Shrub preferences of native and introduced Chilean matorral herbivores. *Oecologia Applicata* 4: 269-272 1983
- Smith, A.P. & D.G. Quin. 1996. Patterns and causes of extinction and decline in Australian conilurine rodents. *Biological Conservation* 77:243-267
- Strahler, A. y Strahler, A. 1989. *Geografía física*. 3ra Edición. Omega Ediciones. 550 p.
- ten Brink P., Russi D., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. y Davidson N. (2013) *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad relativa al agua y los humedales*. Resumen ejecutivo.
- Thomas, L., y Middleton, J. 2003. Guidelines for management planning of protected areas. Gland y Cambridge: IUCN.
- Van der Ree, R., J. A. G. Jaeger, E. A. Van der Grift, and A. P. Clevenger. (2011). Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving towards larger scales. *Ecology and Society* 16(1): 48. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art48/>
- Veitch, C. 1980. Feral cats on Little Barrier Island. *Wildlife a Review* No.11: 62-64. New Zealand Wildlife Service Department of Internal Affairs.
- Williams, P.H. y Osborne, J.L. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*. 40: 367-387.
- Zunino, S. y Arancibia, J. 2001. *Flora y fauna de vertebrados de Tunquén*. V región. Valparaíso, Universidad de Playa Ancha.

## 13 ANEXOS

**13.1 Anexo 1 listado de las especies de flora y fauna del Santuario (Digital).**

**13.2 Anexo 2 Estudio Arqueológico de la Playa grande de Tunquén (Digital).**

**13.3 Anexo 3 Estudio sobre Medio Humano de Tunquén (Digital).**

**13.4 Anexo 4 Normativa General del Santuario**

El Santuario de la Naturaleza cumplirá con lo dispuesto por la legislación ambiental chilena vigente, específicamente en:

- Ley de Monumentos Nacionales N° 17.288
- Ley Sobre Recuperación del bosque nativo y Fomento Forestal 20.283
- Ley de Tenencia responsable de Mascotas
- Ley N° 4.601 de Caza
- Otras regulaciones sectoriales

A continuación, se presenta la Ordenanza General del Santuario de la Naturaleza basada en la Ordenanza General para cualquier ASP (CONAF, 2017).

### *13.4.1 Del uso público*

**Artículo 1.** Los usuarios del Santuario deberán cumplir en todo momento con las leyes y reglamentos vigentes, normativas del Santuario de la Naturaleza, las ordenanzas de las Municipalidades aledañas y las regulaciones que se establecen en esta Normativa.

**Artículo 2.** El uso público estará condicionado a las condiciones ambientales específicas existentes (e.g. días de riesgo “Alto” de incendios). Por ello, la Administración podrá ejercer medidas administrativas tales como el cierre de senderos, zonas de camping y el cierre total del Santuario (en caso de alerta roja comunal, provincial y regional, según corresponda), entre otros, cuando fuere necesario.

**Artículo 3.** Todos los visitantes deben ingresar – y salir - por los accesos oficiales del Santuario, en horarios de atención de ésta. Las actividades de uso público que se desarrollen al interior del SN sólo podrán realizarse en lugares habilitados y señalizados por la Administración.

**Artículo 4.** Las siguientes actividades quedan prohibidas dentro del santuario:

- Cortar y extraer vegetación nativa.
- Cazar o capturar fauna silvestre.
- Molestar a la fauna y/o proporcionarles alimentos.
- Utilización de vehículos motorizados, de bicicletas, cuatrimotos, motos en áreas no habilitadas. especiales para uso de vehículos.
- Prohibido utilizar parlantes o cualquier artefacto que emita sonidos a altos volúmenes.
- Daño de infraestructura asociada al Santuario.
- Crear nuevos senderos o caminos no habilitados para el uso público.
- Utilizar o derramar productos tóxicos y/o contaminantes.
- Arrojar basura u otros desperdicios.
- Acceder y/o acampar en áreas no habilitadas.

**Artículo 5.** Se evitará la realización de actos y espectáculos que sean incompatibles con los objetivos del Santuario y de sus programas de manejo, y/o que afecten a los recursos naturales o culturales de éste. Excepcionalmente, podrán ser permitidos aquéllos que no interfieran con el normal desarrollo del Santuario, debiendo ser autorizados por la administración del Santuario.

**Artículo 6.** Toda actividad turística que realicen externos al Santuario deberá estar autorizada por los administradores del santuario.

#### *13.4.2 De las mascotas*

**Artículo 7.** Se prohíbe el ingreso de toda clase de mascotas al Santuario. Quedan exceptuados de esta prohibición los perros lazarillos acompañando a personas con capacidades diferentes.

#### *13.4.3 Del uso del fuego*

**Artículo 8.** Según lo establece la Ley 20.653, se prohíbe encender fuego o la utilización de fuentes de calor, salvo aquellas explícitamente aceptadas, y en aquellos lugares previamente definidos, demarcados y acondicionados por la Administración.

**Artículo 9.** En forma particular, al interior del Santuario queda prohibido:

- Fumar
- Lanzar elementos encendidos
- La eliminación de desperdicios o basuras por medio del fuego.
- El uso de fogatas de cualquier especie en cualquier lugar del SN.
- El incumplimiento de estas prohibiciones habilitará a la administración realizar la respectiva denuncia a Carabineros o al Consejo de Monumentos Nacionales.

#### *13.4.4 De las investigaciones*

**Artículo 10.** Todas las investigaciones científicas desarrolladas al interior del Santuario deberán contar con un permiso formal entregado por la administración, en el cual se detallarán las actividades y metodologías que podrán ser realizadas durante el estudio. Si el proyecto contempla la captura, colecta, o manejo de individuos de flora y/o fauna silvestre o de recursos culturales, éste deberá considerar, los permisos sectoriales asociados.

**Artículo 11.** El equipo investigador deberá atenerse a las indicaciones sobre período, lugar y método de trabajo autorizados por la administración.

**Artículo 12.** El investigador, se compromete a realizar una charla de a lo menos 15 minutos de duración a la administración acerca de la investigación y alcances.

**Artículo 13.** Antes de iniciar las campañas a terreno, el investigador deberá informar a la Administración el periodo de estadía y los lugares a visitar.

*13.4.5 De las filmaciones.*

**Artículo 14.** El uso de drones sólo se permitirá, con previa autorización, para fines administrativos, casos de emergencia, y con fines de investigación y filmación en los casos que no afecten los objetos de conservación.

*13.4.6 Del uso del espacio aéreo*

**Artículo 15.** El uso de helicópteros, drones y otras aeronaves sólo se permitirá, con previa autorización, para fines administrativos, casos de emergencia, y con fines de investigación y filmación en los casos que no afecten los objetos de conservación.

*13.4.7 De las obras*

**Artículo 16.** No se permitirá la construcción de obras ajena a la planificación sin autorización del CMN. En caso de ser necesario y, acorde con la legislación pertinente, estas deben estar contempladas en el plan de manejo.

**Artículo 17.** El diseño y localización de las obras debe ser compatible con aspectos de seguridad, conservación de los recursos naturales y culturales presentes, evitando o minimizando alteraciones o daños a dichos recursos. Se deberá utilizar un diseño que permita conjugar la calidad estética con la funcionalidad, integrando armónicamente las obras con el paisaje. El diseño debe comprender consideraciones relativas a proporciones, color, textura y localización, a fin de lograr una conjunción armónica, sin producir competencia entre atractivos y valores naturales, rasgos culturales asociados y obras artificiales.

**Artículo 18.** Las obras conducentes a la acumulación y a la distribución de agua en el Santuario pueden ser emplazadas en las zonas de uso intensivo o permitido, siempre y cuando sean exclusivamente para el uso al interior del Santuario.

**13.4.8 *Del manejo de flora y fauna silvestres***

**Artículo 19.** Solamente se permitirá el manejo de flora y fauna silvestre vinculado a los objetivos de manejo del Santuario por parte de la Administración o por medio de convenios formales. Sin perjuicio de lo anterior, esta actividad deberá contar con los permisos legales correspondientes emanados del Servicio Agrícola y Ganadero.

**Artículo 20.** No se permitirá la liberación, translocación o reintroducción de especies de flora o fauna silvestres, a menos que sea autorizado por la Administración y cuente con estudios técnicos respectivos y un análisis de riesgos asociados. Sin perjuicio de lo anterior, esta actividad deberá contar con los permisos legales correspondientes emanados del Servicio Agrícola y Ganadero.

**13.4.9 *Del manejo de recursos naturales y culturales***

**Artículo 21.** Se protegerán las fuentes de agua y los sistemas hidrológicos naturales, manteniendo, regulando o mejorando la cantidad y calidad del agua.

**Artículo 22.** No se permitirá la extracción de materiales como tierra, ripio, arena, bolones, etc.

**Artículo 23.** Se permitirán las labores de conservación, puesta en valor e interpretación de objetos culturales, siempre y cuando consideren el entorno natural y no impliquen riesgo de destrucción del recurso cultural, la naturaleza o de la seguridad para las personas.