

**“LÍNEA DE BASE TERRENO FISCAL CON  
ALTO VALOR EN BIODIVERSIDAD, REGION  
DE COQUIMBO, HUMEDAL EL CULEBRON”**



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO  
DE BIENES  
NACIONALES

**INFORME FINAL**

**MANDANTE:  
MINISTERIO DE BIENES NACIONALES**

**CONSULTOR:  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y  
BIOTECNOLOGÍA LIMITADA**

**VALPARAÍSO, ENERO 2009**

ÍNDICE .....	1
1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCION .....	4
2.1 ESTUDIO BIÓTICO .....	¡Error! Marcador no definido.
3. OBJETIVOS .....	5
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
4. ANTECEDENTES GENERALES .....	6
CAPITULO 1: GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 FUENTES DE INFORMACION .....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 METODOLOGIAS APLICADAS .....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE UNIDADES GEOLÓGICAS DEL PREDIO Y SU CONTEXTO.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1.1 GEOLOGÍA MACRO ESCALA .....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1.2 GEOLOGÍA MICRO ESCALA.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1.3 HIDROGEOLOGÍA MACRO ESCALA.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1.4 HIDROGEOLOGÍA MICRO ESCALA .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 2: GEOMORFOLOGÍA Y SITIO .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. FUENTES DE INFORMACION .....	¡Error! Marcador no definido.
2.2. METODOLOGIAS APLICADAS .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS Y FORMAS PRESENTES EN EL PREDIO Y ENTORNO INMEDIATO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.1 GEOMORFOLOGIA MACRO ESCALA .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.2 GEOMORFOLOGIA MACRO ESCALA – CUENCA DEL ESTERO EL CULEBRÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.3 GEOMORFOLOGÍA MICROESCALA .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 3: DEFINICIÓN DE OBJETO DE CONSERVACIÓN.....	37
CAPITULO 4: DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	38
4.1. FLORA Y VEGETACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1. METODOLOGIA.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. FAUNA.....	48
4.2.1 PECES CONTINENTALES .....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2 HERPETOZOOS (ANFIBIOS Y REPTILES).....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3 AVES .....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4 MAMÍFEROS.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.5 METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 5: ESTUDIO DE LIMNOLOGÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
5.1 METODOLOGIA .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 6: DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA DEL PREDIO FISCAL.....	92
CAPITULO 7: USOS DEL ESPACIO .....	93
7.1. METODOLOGIA .....	93
7.2 . UNIDADES INFRAESTRUCTURALES .....	93
7.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TRAMA VIAL PARA EL ACCESO Y CIRCULACIÓN INTERNA Y EXTERNA DEL PREDIO. ....	93
CAPITULO 8: ARQUEOLOGÍA.....	103

7.1	FUENTES DE INFORMACION .....	104
7.2	METODOLOGIAS APLICADAS .....	104
7.3	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	106
7.4	RESULTADOS.....	111
CAPITULO 9: LÍNEA DE BASE SOCIAL .....		113
6.	BIBLIOGRAFIA.....	125
6.2	GEOLOGÍA, HIDROLOGÍA.....	125
6.3	GEOMORFOLOGÍA Y SITIO .....	125
6.4	DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	126
6.5	ARQUEOLOGÍA.....	129
7.	ANEXOS.....	130
6.6	ARQUEOLOGIA .....	130
6.7	CATASTROS DE PUNTOS.....	132
6.8	CATASTRO DE PUNTOS.....	143

El Ministerio de Bienes Nacionales en la actualidad se encuentra impulsando una nueva línea estratégica en materia de gestión intencionada en la administración de la propiedad fiscal, la cual se enmarca dentro de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (diciembre 2003), del Plan de Acción de País para su implementación, y en el recientemente aprobado Sistema de Bienes Nacionales Protegidos, siendo su propósito la identificación, descripción, caracterización y planificación de territorios fiscales con un alto valor ambiental.

Es para este efecto que el Ministerio requirió contratar los servicios de ejecución de dos estudios de Línea Base en terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad en los sectores de “Estero el Culebrón” de la Región de Coquimbo y “Embalse Los Aromos” en la Región de Valparaíso. Estos estudios tienen como objetivo general lograr un conocimiento integral de los predios fiscales con alto valor de conservación de biodiversidad y así poder realizar una administración efectiva de ellos, porque el conocimiento de estos predios resulta ser, a su vez, fuente de información para la elaboración de las correspondientes Guías de Manejo de los mismos.

Las propuestas técnicas presentadas por INGAM están fundadas en los requerimientos exigidos en la Bases Técnicas de las Licitaciones y las proposiciones adicionales que el equipo técnico consultor elaboró en función de los resultados esperados en ambos estudios y conocimientos teóricos y prácticos. Las respectivas propuestas fueron aprobada por la contraparte técnica y están en plena ejecución del cronograma de actividades, modificado de acuerdo a lo establecido con la contraparte técnica.

Este primer informe de estado de avance tiene por objetivo la corrección de la presentación de los resultados preliminares, de acuerdo con la contraparte técnica y próximas etapas del estudio.

Este informe N° 1 tiene por objetivo la presentación del marco bibliográfico del Embalse Los Aromos de Limache, entregando un primer acercamiento al área, los cuales serán contrastados con la realidad en una segunda etapa, lo cual permitirá establecerse estados en el sistema ambiental, los contenidos abordados por este informe geología, hidrogeología, geomorfología y sitio, flora y vegetación, fauna, estudio de limnología, arqueología y línea de base social.

En un segundo informe dará cuanta de las actividades de terreno, el análisis posterior de la información a través de herramientas como el SIG Sistemas de Información Geográficos.

Los humedales son ecosistemas que dependen del agua, la que juega un rol fundamental en la formación y características de su estructura, así como sus funciones ecológicas. El agua da vida a lagos, pantanos, lagunas, y a muchos otros tipos de humedales. Los pueblos siempre han estado unidos a los humedales para su supervivencia, todas las civilizaciones se han desarrollado alrededor de los humedales, áreas de inmenso valor en términos biológicos, económicos y de calidad de vida.

Los humedales son los ecosistemas más productivos del mundo y desempeñan diversas funciones como control de inundaciones, puesto que actúan como esponjas almacenando y liberando lentamente el agua de lluvia, son protección contra tormentas, recarga y descarga de acuíferos (aguas subterráneas), control de erosión, retención de sedimentos y nutrientes, recreación y turismo. Además, los humedales actúan como filtros previniendo el aumento de nitritos, los cuales producen exceso de carga orgánica.

La relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que los humedales desempeñen estas funciones y generen vida silvestre, pesquería, recursos forestales, abastecimiento de agua y fuentes de energía. Además de embellecer el paisaje, los humedales también desempeñan un papel clave para la supervivencia de las aves, pues durante el periodo migratorio, éstas se detienen en los humedales para alimentarse y descansar, en sus largas travesías.

En la región de Coquimbo existen diferentes humedales y entre ellos se encuentra el Humedal El Culebrón en la desembocadura de Playa Changa. Según el CAACH este humedal se ubica en el extremo sur de la bahía de Coquimbo, a escasos metros del centro de la ciudad. Conformando junto a su playa adyacente uno de los sistemas de humedales más interesantes de la región.

Desde la perspectiva de la conservación el sitio alberga durante la época estival, la mayor concentración de Gaviotas de Franklin (*Larus pipixcan*) en la bahía de Coquimbo.

El humedal del Culebrón es un sitio considerado Prioritario por la “Estrategia de Biodiversidad de la Cuarta Región de Coquimbo”, sin embargo es el humedal más intervenido y amenazado del sistema, pero a la vez es el que presenta mayores potenciales productivas, estos conflictos son los que se busca caracterizar al igual que los elementos que dan forma al humedal. Esto mediante el levantamiento de información de la geología, hidrogeología, geomorfología y sitio, la definición de objeto de conservación, diversidad biológica, flora y vegetación, fauna, limnología, descripción ecológica del predio fiscal, usos del espacio, evaluación de paisaje, línea de base social, y arqueología, todo lo anterior nos permite generar una estructura base de las actividades que son permisibles en el área de interés.

### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Ejecución de dos estudios de línea de base para terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad a ejecutarse en los sectores de Estero Culebrón, en la IV Región de Coquimbo y Embalse los Aromos, en la V Región de Valparaíso, que consisten en hacer un levantamiento exhaustivo de información de las variables intraprediales y del entorno (área de influencia). Esto significa que se debe describir el área, determinando la ubicación y los límites del predio fiscal. Además, se debe realizar una caracterización del medio biofísico en el cual se emplazan, tales como, características abióticas, bióticas y los riesgos y amenazas asociadas. También es necesario realizar un análisis social y estudios específicos de algunas variables de uso, como el sistema de accesos y uso del territorio.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Lograr el conocimiento integral de cada uno de los predios, a través del levantamiento exhaustivo de variables que permitan caracterizar el medio abiótico, biótico y social de manera que sirvan de base para la elaboración de las guías de manejo.
- 2.- Identificar, caracterizar y espacializar el objeto de conservación para cada uno de los predios, y situarlo en el contexto ecológico en el cual se desarrolla.
- 3.- Para el predio fiscal Embalse los Aromos, elaborar una propuesta de zonificación ambiental del predio y una valorización ambiental del mismo en base a criterios propuestos.

Estos objetivos permitirán caracterizar ambientalmente el predio fiscal, integrándolo al Sistema de los Bienes Nacionales Protegidos.

#### 4. ANTECEDENTES GENERALES

El Humedal El Culebrón forma parte del sistema de Humedales Costeros de la Región de Coquimbo, los cuales comprenden parte importante del patrimonio natural más relevante de la región. Este se localiza específicamente en el borde costero de la comuna de Coquimbo, contiguo a el se encuentra el Predio Fiscal de interés para el Ministerio de Bienes Nacionales el cual ocupa una superficie predial aproximada de 19 hectáreas con un perímetro de 2.406 metros.

La comuna de Coquimbo cuenta con un sistema de humedales que comprende un total de 6 sitios, es decir, Estero Culebrón, Laguna Adelaida, Estero de Tongoy, Salinas Chica, Salinas Grande y Estero Pachingo.

La comuna de Coquimbo forma parte de la conurbación Coquimbo-Serena las cuales conforman el centro urbano regional, administrativamente Coquimbo pertenece a la Provincia del Elqui, posee una población del 203.036 habitantes (proyectada 2008 INE). Lo cual representa un 30% de la población regional, esta se divide en población femenina en un 53% y población masculina en un 47% mostrando la misma tendencia de todos los centros urbanos de importancia nacional, la ciudad de Coquimbo cuenta con una población eminentemente urbana concentrando 71% de la misma.



La comuna localizada en la cuenca del Limarí y limita al norte con la comuna Serena, al sur con la comuna de Ovalle y al este con la comuna de Andacollo.

Su relativa proximidad a Santiago y Valparaíso como asimismo al Paso Internacional Cordillerano Paso de Agua Negra hacia Argentina con una buena accesibilidad a través de la Ruta 5 y 41 respectivamente, lo privilegian en relación a otros lugares de locación similar. Cabe destacar, además, las excepcionales condiciones del Puerto de Coquimbo para transformarse en puerta de entrada a la región vía marítima, tanto a nivel nacional como internacional. Su acceso aéreo se hace a través del Aeródromo "La Florida" de La Serena distante 12 Km. de Coquimbo.

#### Imagen N°1

Fuente: Elaboración Propia

Las principales características físicas de la región están dadas por la existencia de tres valles fluviales que la dominan en sentido este-oeste, estos son Elqui, Limarí y Choapa,

los cuales forman las cuencas del mismo nombre éstas marcan el desarrollo de los asentamientos humanos y sus actividades productivas.

El poblamiento de la región ha estado marcado por el auge de la actividad minera principalmente del Hierro y Cobre, otros minerales. La minería del hierro se identifica en la actualidad con el mineral de El Romeral al norte de La Serena, el segundo más importante del país.

Aunque la región no cuenta con un desarrollo productivo en torno a la agricultura si se esperan para los próximos años un aumento en esta actividad impulsado la producción de frutas de exportación, particularmente de uva de mesa, la que se une a las tradicionales producciones de uva pisquera y vinera, como así también a la producción de primores de hortalizas.<sup>1</sup>

La riqueza de especies vegetales es un elemento que caracteriza a la IV Región de Coquimbo. Se trata de una zona de transición entre la región mediterránea árida y la región mediterránea semiárida, donde muchas especies de plantas nortinas encuentran su límite de distribución Sur, mientras que otras, cuyos óptimos hídricos de sobrevivencia más exigentes, encuentran su límite Norte (Osorio 1989). Entre los ríos Limarí y Choapa se extiende el interfluvio que limita con el valle del río Choapa, el de mayor expresión espacial de la región. Las condiciones climáticas van cambiando desde el templado marginal de estepa al de estepa templada con precipitaciones invernales (Novoa & López 2001).

Parte de esta riqueza natural está representada por El Humedal el Culebrón el cual está declarado como sitio Prioritario por la "Estrategia de Biodiversidad de la Cuarta Región de Coquimbo", este se localiza en el borde costero al norte de la comuna de Coquimbo en las coordenadas 29° 57' 45" de latitud y 71° 19' 30" de longitud, a metros del centro de la ciudad, en la playa Changas. Este es un humedal de tipo estuario y su importancia radica en el valor ornitológico que alberga, la cual se encuentra fuertemente presionada por las actividades de carácter antrópico como son el desarrollo inmobiliario, la ocupación para rellenos clandestinos con desechos principalmente derivados de la construcción, la contaminación urbana principalmente de desechos domiciliarios, la introducción de especies y el desarrollo de actividades recreativas, entre otras.

La franja Fiscal perteneciente al Ministerio de Bienes Nacionales no contiene partes significativas del Humedal sino que está contigua al cuerpo de agua principal desde el cual se desprende un brazo de agua en dirección a la propiedad fiscal al cual se asocia vegetación de tipo Trome y Totora, la cual alberga lugares de refugio y nidificación para las aves.

Imagen N° 1

---

<sup>1</sup> Memoria Explicativa Plan Regulador Comunal de Coquimbo





### 1.1 FUENTES DE INFORMACION

Con el objetivo de representar en forma gráfica la información disponible recopilada tanto bibliográficamente, como en terreno, se utilizarán la siguiente información cartográfica:

Escala Macro: Comuna de Coquimbo.

IGM, escala 1:50.000.

SAG, escala 1:50.000

Micro Escala: Humedal el Culebrón.

CIREN CORFO AGROLOGICO 1:10.000

### 1.2 METODOLOGIAS APLICADAS

Se identificaron y describieron las unidades geológicas del predio mediante la revisión de información bibliográfica del SERNAGEOMIN y/o Dirección General de Aguas, asimismo, se verificó en terreno las componentes geológicas del predio y su relación con el entorno, igualmente, se consideró la recopilación de información de suelos del CIREN.

Se describieron y caracterizaron las unidades hidrogeológicas considerando la dinámica del ecosistema definido, para lo cual se utilizará información disponible de SERNAGOMIN y DGA, más estudios realizados en sectores aledaños disponibles en [www.seia.cl](http://www.seia.cl) con el fin de establecer la dinámica hidrogeológica del área de estudio. Se establecieron los riesgos asociados a actividades antrópicas y naturales las cuales pueden incidir negativamente en el comportamiento área de estudio.

### 1.3 RESULTADOS

#### 1.3.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE UNIDADES GEOLÓGICAS DEL PREDIO Y SU CONTEXTO

##### 1.3.1.1 GEOLOGÍA MACRO ESCALA<sup>2</sup>

El entorno inmediato a la cuenca del Pan de Azúcar presenta las siguientes características geológicas de acuerdo a la información extraída desde el Mapa Geológico de Chile, versión Digital 2003 de SERNAGEOMIN:

Imagen N°1 Mapa Geológico entorno del área de estudio.

---

<sup>2</sup>Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapa Geológico de Chile versión digital, 2003



Fuente: SERNAGEOMIN, 1:250.000 (para mayor detalle vea anexos cartográficos)

**MP1m:** corresponde al Mioceno Superior-Plioceno, secuencia sedimentaria marina transgresivas con presencia de areniscas, limonitas, coquinas, conglomerados, calizas y fangositas. Esta unidad corresponde a la Formación Coquimbo, emplazamiento directo del área de estudio.

**Qe:** corresponde la Cuaternario, secuencia sedimentaria del Pleistoceno-Mioceno: depósitos eólicos, arenas finas a medias con intercalaciones bioclásticas en dunas y bajares tanto activos como inactivos. Se encuentra al norte inmediato del área de estudio.

**Jsg:** del Jurásico Medio-Superior (180-142 Ma) secuencia de rocas intrusitas: monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda. Se encuentra al sur y oeste del área de estudio.

**MP1c:** Mioceno Superior-Plioceno secuencia sedimentaria clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales, fluviales, conglomerados areniscas y limonitas. La encontramos al este del área de estudio.

En tanto, ya en el entorno más alejado del humedal, en orden de Este a Oeste podemos encontrar las siguientes unidades geológicas identificadas:

**J31:** Del Jurásico – Secuencias volcánicas continentales y marinas: lavas y aglomerados basálticos a andesíticos, tobas volcánicas, con intercalaciones de areniscas, calizas marinas y conglomerados continentales.

**Qa:** Pleistoceno Holoceno – Depósitos aluviales subordinariamente coluviales a lacustres: gravas, arenas y limos.

**JK3:** Jurásico Superior – Cretácico Inferior, secuencias volcánicas: lavas basálticas a riolíticas, domos, brechas y aglomerados andesíticos a dacíticos con intercalaciones clásticas continentales y marinas.

**Kiag:** Cretácico Inferior alto Cretácico Superior bajo (123-85 Ma): Secuencia de rocas intrusivas: Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita.

Es importante señalar que a nivel de análisis de la cuenca, esta se emplaza sobre las secuencias **MP1m, MP1c y Qa**, correspondiendo las tres a secuencias sedimentarias.

En el área de la bahía de Coquimbo las terrazas marinas logran su mayor desarrollo, extendiéndose hasta unos 25 kilómetros al interior del valle.

Sus condiciones estructurales son simples, los cerros que podemos observar corresponden a bloques levantados de batolito preterciario y se encuentran limitados por fallas de dirección Norte-Sur, las cuales están inactivas desde el Mioceno Medio. La composición de estos bloques es roca volcánica-sedimentaria del Cretácico Inferior (andesitas, calcáreos marinos, conglomerados y areniscas continentales, a menudo metamorfizadas por importantes penetraciones intrusivas (granodioritas, granito con filones de aplito) o alterados por fenómenos hidrotermales.

Imagen N°2 Levantamiento de Bloques del Batolito Preterciario



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos desde “Geografía IV Región de Coquimbo, IGM – 1988, (para mayor detalle vea anexos cartográficos)”*

En la Imagen numero 2 es posible observar un área achurada en color rojo correspondiente a los bloques del batolito preterciario identificados en el sector de las terrazas marinas, lugar que corresponde al entorno del Humedal el Culebrón y que le proporciona ciertas características.

El sector no achurado e inserto entre los bloques del batolito corresponden a Depósitos del Plioceno y Cuaternario dando origen a los valles.

En la bahía de Coquimbo se inicia el dominio de las terrazas de sedimentos marinos, alcanzando entre La Serena y Punta Lengua de Vaca su máxima expresión.

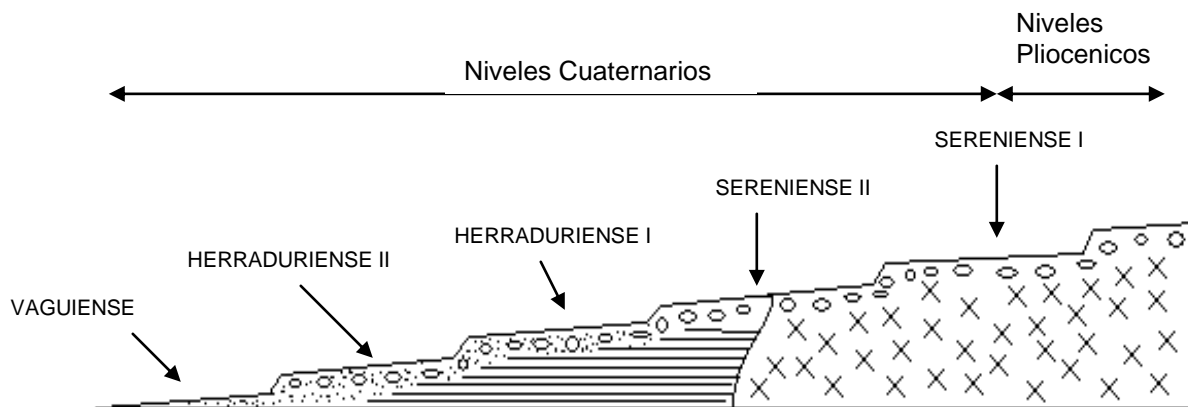
De acuerdo a lo señalado por Paskoff (1979), las terrazas se presentan como tres bloques principales, las cuales tienen algunas variaciones locales, y engranan hacia el Este con las terrazas fluviales desarrolladas por los cursos de agua. Estos tres grupos de terrazas se caracterizan a continuación:

1. Serenen (serenense): El superior más antiguo datado en el Pleistoceno inferior que cubre la mayor extensión, constituyendo una amplia superficie levemente inclinada en dirección al mar.
2. Herradurien (herraduriense): El nivel intermedio datado como de contemporáneo al Pleistoceno medio.
3. Veguien (veguense): La terraza más baja cuyo nivel le acarrea grandes problemas de drenaje con formaciones de vega y pantanos. La superficie freática se presenta a menos de 1 metro de profundidad, por lo cual la vegetación natural que la ocupa es de tipo psamófila, hidrófila y halófila.

Esta información se grafica en la imagen a continuación.

Imagen N°3 Levantamiento de Bloques del Batolito Preterciario

*Cortes a través de las Terrazas Marinas,  
Desde la Bahía de Coquimbo al Norte*



- |           |                        |      |                                       |
|-----------|------------------------|------|---------------------------------------|
| <b>XX</b> | Batolito Preterciario  | ○○   | Depósitos de playa: Bloques y rodados |
| —         | Materiales Pliocénicos | ●●●● | Depósitos de playa: Rodados y arenas  |

*Fuente: Geografía de Chile IGM, Geografía IV Región Coquimbo (1984)*

El origen de estas terrazas se debe a fenómenos de transgresión y regresión marina desde el Plioceno medio hasta el Holoceno. Como ejemplo de la importancia de estos movimientos marinos se puede observar en el Limarí, ya que durante el Plioceno inferior la desembocadura del río Limarí se hallaba en la bahía de Tongoy.

De acuerdo a lo señalado por Paskoff (1970) el río Limarí escurría hacia el Oeste hasta la localidad de Barraza donde iniciaba un codo en dirección Norte hasta alcanzar el mar. En el Plioceno medio y superior la transgresión marina invadió tanto el valle de Tongoy-Barraza como los relieves bajos que controlaban el curso del río impidiéndole mantener su dirección, por lo tanto, su desembocadura y rasgos de su curso inferior se perdieron, finalmente durante el Cuaternario antiguo se produce la retirada definitiva del mar y además un fenómeno de solevantamiento dando origen a los Altos de Talinay, generándose líneas de debilidad estructural de tipo transversal las cuales fueron utilizadas por el río Limarí dando origen a su curso actual y formar el valle que hoy conocemos.

### 1.3.1.2 GEOLOGÍA MICRO ESCALA

De acuerdo al Mapa Geológico de Chile, el Humedal El Culebrón y el área de terrenos fiscales se encuentra sobre la unidad **MP1m**, que corresponde a una secuencia sedimentaria marina transgresiva con presencia de areniscas, limonitos, coquinas, conglomerados, calizas y fangositas, correspondiendo a la *Formación Coquimbo*<sup>3</sup>, la que además presenta las siguientes características: conformada por un conjunto de sedimentos marinos y transicionales poco consolidados y aterrazados que afloran en la zona costera desde Illapel hasta La Serena. Es una secuencia arenosa poco consolidada de color amarillento con lentes de mayor granulometría en parte limosa con niveles de coquinas y en su parte superior areniscas amarillentas y conglomerados con bolones con niveles carbonatados y fosilíferos, no se reconocen niveles calcáreos.

Se dispone en estratos sub-horizontales cubriendo a unidades paleozoicas triásicas y jurásicas y son cubiertas por sedimentos eólicos antiguos y actuales, por arenas y gravas del pleistoceno. El ambiente de depositación corresponde a aguas someras litorales y cálidas.

De acuerdo la carta geomorfológica de 1966 realizada por Roland Paskoff muestra que la bahía de Coquimbo presenta depósitos de la época del Plio-Cuaternario del tipo arcillo-arenoso, depósitos de arena, acumulaciones de arenas-arenas movedizas (pantanosas), zonas pantanosas, hacia el noreste presenta dunas transversales.

#### Antecedentes Estructurales

En la región encontramos la mega falla Vicuña-Pocuro, siendo esta la más importante, ahora bien, en las inmediaciones del Humedal El Culebrón y el área de terrenos fiscales podemos encontrar, de acuerdo al Mapa Geológico de Chile versión Digital 2003 de SERNAGEOMIN, una falla observada, inferida y cubierta que cruza el sector sedimentario **Qa** en el sector Sureste de la cuenca del estero El Culebrón, en el sector Este del área de estudio, fuera de la cuenca de estero El Culebrón encontramos una falla normal. Ambas fallas no se encuentran identificadas por lo que no fue posible recabar mayor información acerca de ellas.

---

<sup>3</sup> Plan Intercomunal Costero de la Región de Coquimbo, capítulo 1.4 Medio Físico Natural, pág. 5  
INFORME FINAL

Imagen N°2 Fallas y Sistemas de Falla



Fuente: SERNAGEOMIN, 1:250.000 (para mayor detalle vea anexos cartográficos)

1: Falla Observada Inferida cubierta

2: Falla Normal

Cabe mencionar, que estructuralmente cuando se produjo el solevantamiento de los bloques del batolito preterciario se originaron fallas geológicas locales, las cuales se encuentran inactivas, por lo tanto, las inmediaciones de la bahía de Coquimbo, lugar donde se emplaza el humedal en estudio, se aprecia como un área tectónicamente estable.



### **1.3.2 DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DEL PREDIO Y SU ENTORNO INMEDIATO.**

#### **1.3.2.1 HIDROGEOLOGÍA MACRO ESCALA**

El Humedal El Culebrón pertenece al sistema hidrológico que nace en la quebrada del mismo nombre, presenta un escurrimiento de tipo permanente recoge aguas de una napa subterránea que fluye desde el sector de Andacollo y emerge a la superficie, además de excedentes de riego generados por el canal Bellavista, y de las precipitaciones. Según datos de la DGA (2003) el caudal de descarga del acuífero presenta un comportamiento de tipo cíclico, con un valor medio máximo de 1,96 m<sup>3</sup>/h para el año 1992, mientras que el valor mínimo se registró en el año 2000 con un valor medio de 0,27 m<sup>3</sup>/h. Cabe señalar que este comportamiento no es atribuible directamente a las precipitaciones.

La cuenca del Pan de Azúcar que alberga al Estero El Culebrón y a la Quebrada El Romeral, corresponde a una cuenca preandina exorreica de régimen pluvial, su hoya hidrográfica presenta un caudal medio es de 0,61 m<sup>3</sup>/seg, su principal afluente es la quebrada Agua del Romeral, tiene un uso agrícola de importancia ambiental puesto que da origen al humedal El Culebrón en el sector de su desembocadura en la playa Changa.

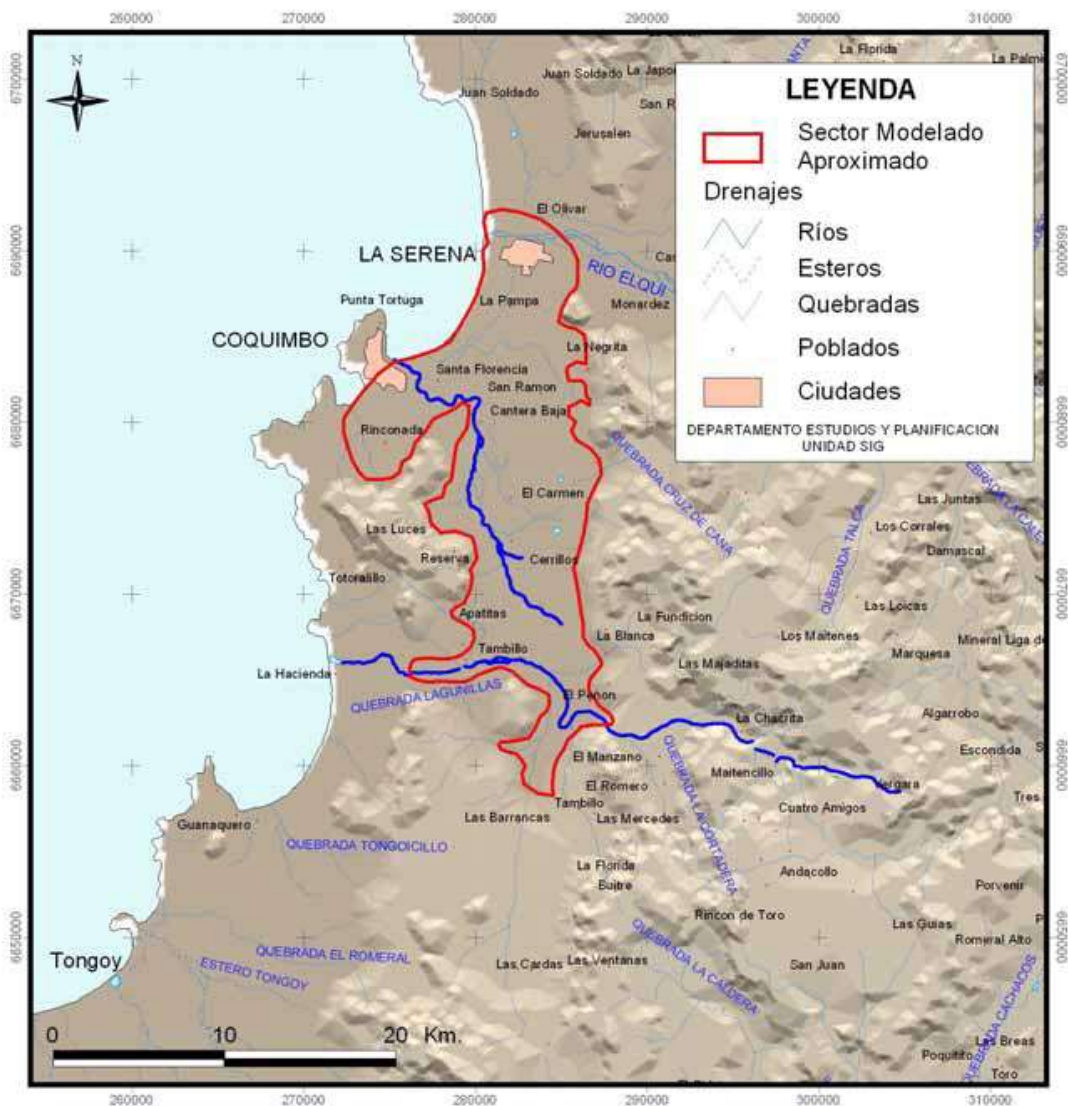
La cuenca del Pan de Azúcar se emplaza principalmente en la comuna de Coquimbo, además, es en esta comuna donde se produce la desembocadura del Estero el Culebrón que da origen al humedal en estudio.

Hidrológicamente la carta geomorfológica de 1966 realizada por Roland Paskoff muestra que el estero que alimenta al humedal presenta una escorrentía de tipo perenne simple. Así mismo, el estero El Culebrón presenta pendientes de erosión con alturas mayores a 10 m. y su lecho se encuentra sobre la formación Coquimbo la cual posee arenas y areniscas suaves de origen en el Plioceno medio a superior.

La hoya de la cuenca hidrográfica presenta un promedio de precipitaciones entre el año 1990 y 2005 de 98,95 mm

El área de estudio correspondiente al Humedal El Culebrón y la cuenca del estero del mismo nombre forman parte del “Valle Pan de Azúcar”.

Imagen N°3



Fuente: Informe Técnico Aplicación del Modelo Hidrogeológico Valle Pan de Azúcar.

Algunas características relevantes de este valle que se describen en el Informe Técnico de Aplicación del Modelo Hidrogeológico corresponde al siguiente detalle:

- Valle cuyo basamento rocoso se encuentra a una profundidad media sobre los 300 metros a 800 metros como máximo de profundidad.
- Se identifican tres estratos o capas: el estrato superior corresponde a granulometrías arcillosas, las que en sectores se vuelven casi impermeables, su espesor varía entre los 20 y 40 metros. El estrato inferior lo conforman varias capas de distintas granulometrías presentándose alternancias de capas permeables y poco permeables, su espesor va entre 30 y 40 metros. Finalmente el estrato más profundo tiene contacto con el basamento rocoso y se tienen pocos antecedentes de él, pero se tratarían de capas semi permeables e impermeables.
- Las mayores permeabilidades según las pruebas de bombeo, son del orden de  $1 \cdot 10^{-3}$  (m/s) y corresponden a transmisibilidades del orden de 1.000 m<sup>2</sup>/día.

- En el valle existe una disminución drástica de la transmisibilidad en el sector del cordón Pan de Azúcar debido a depositación de sedimentación fina proveniente de los cerros.
- La principal recarga del acuífero proviene del drenaje de cuencas laterales por medio de las quebradas La Cortadera, Las Cardas, Martínez entre otras. En menor grado también existe recarga debido a la infiltración de riego y precipitaciones.
- Descargas naturales en forma de escorrentía superficial; corresponden al Estero El Culebrón y forma de dren a la Quebrada Lagunilla mientras que las descargas naturales en forma subterránea a la Quebrada Peñuelas, el Estero El Culebrón en su parte inferior en contacto con el mar.
- En cuanto a las descargas artificiales, existían según un catastro realizado en 1997 un total de 163 pozos, de los cuales 115 estaban en uso, de ellos 83 están insertos en el área de interés. La explotación promedio el año 1993 fue de 563 litros/segundo mientras que en el año 1997 alcanzó los 607 litros/segundo.
- Finalmente en cuanto a los niveles freáticos, estos muestran un sostenido descenso entre los años 1992 y 1997 el descenso varía entre 7 y 10 metros. Este hecho se hace más latente en la zona ubicada entre Santa Filomena y Lagunillas.

Con respecto al caudal que presenta el estero El Culebrón, la DGA proporcionó los siguientes datos tomados en la estación Estero Culebrón en el Sifón, cuya localización se encuentra en las coordenadas UTM N6.681.306 y E279.427 (proyección UTM Huso 19 DATUM PSAD 56).

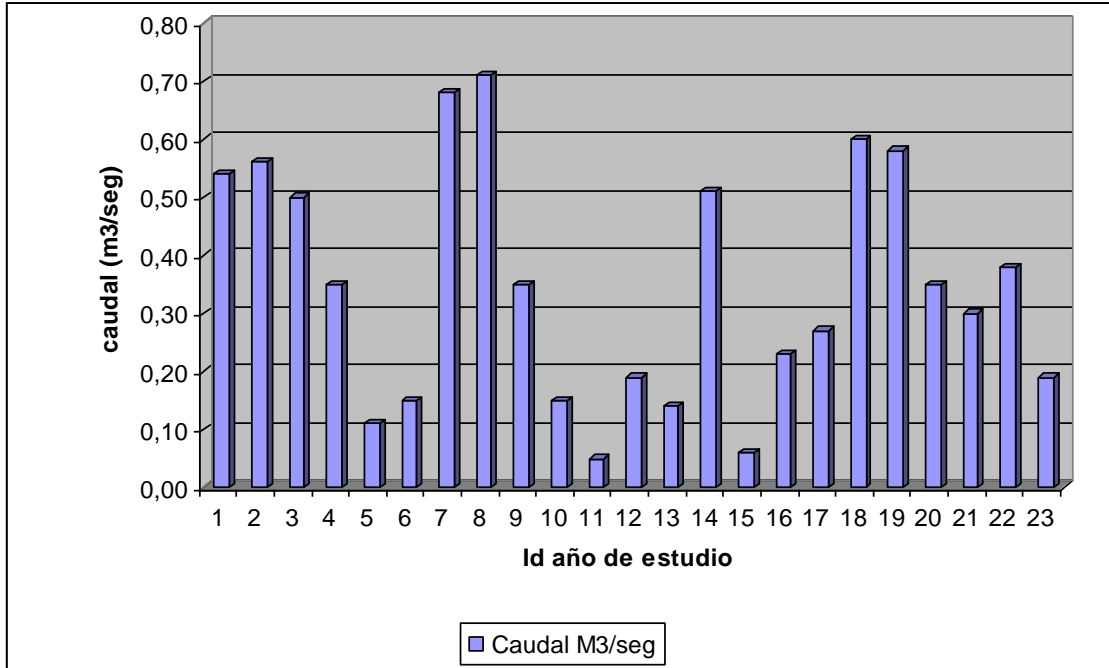
ID año estudio	Año	Caudal M3/seg
1	1986	0,54
2	1987	0,56
3	1988	0,5
4	1989	0,35
5	1990	0,11
6	1991	0,15
7	1992	0,68
8	1993	0,71
9	1994	0,35
10	1995	0,15
11	1996	0,05
12	1997	0,19
13	1998	0,14
14	1999	0,51
15	2000	0,06
16	2001	0,23
17	2002	0,27
18	2003	0,6
19	2004	0,58
20	2005	0,35
21	2006	0,3

22	2007	0,38
23	2008	0,19

Fuente: DGA

De un total de 23 años de observación se aprecia un comportamiento irregular del caudal con años de muy bajo caudal y otros muy altos. Cabe destacar que a excepción del año 2008 el resto de los años de observación contaron con entre 10 y 12 meses de observación, obteniéndose el siguiente gráfico:

Grafico N°1



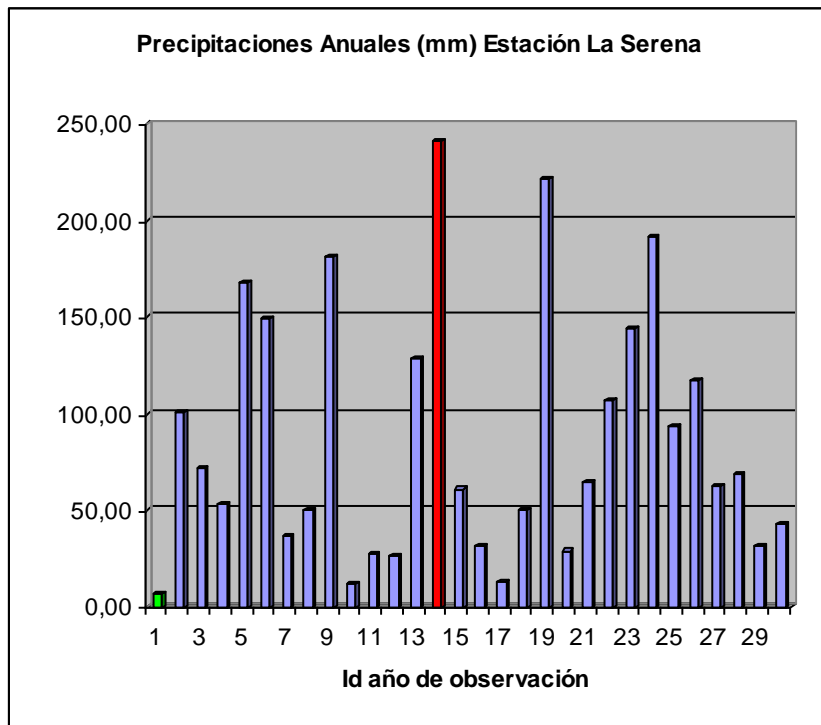
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la DGA

Las variables climáticas de este sector poseen características propias que la identifican dándole a la región una identidad propia. Su principal característica es la presencia de nubosidad y nieblas costeras que disminuyen a medida que van ingresando hacia el interior. Específicamente en el sector costero interviene la corriente fría de Humboldt, responsable de la variación térmica y el origen de las nieblas. La denominada zona climática costera<sup>4</sup> abarca unos 40 kilómetros desde el mar hacia el interior, se caracteriza por su condición marítima suave con baja oscilación térmica diaria y estacional, alta humedad y bajas precipitaciones.

Con respecto a las precipitaciones del área, se utilizaron los datos proporcionados por la DGA a través de su estación "La Serena (Escuela Agrícola)" la que se encuentra bajo el código BNA 04335002-1, ubicada en la subcuenca del río Elqui bajo en las coordenadas UTM 6689401N y 282215E, obteniéndose la siguiente tabla:

<sup>4</sup> Revista Geográfica de Chile Terra Australis; 28: 69-94 (1984-85); Contribución a la Definición del Semiárido Chileno; Adriano Roviria Pinto, dpto. Geografía Universidad de Chile.

Id	Año	Precip. (mm)
1	1979	7,2
2	1980	101
3	1981	72,3
4	1982	53,3
5	1983	167,9
6	1984	148,8
7	1985	36,7
8	1986	50,1
9	1987	181,6
10	1988	11,7
11	1989	27,4
12	1990	26,5
13	1991	128,8
14	1992	240,9
15	1993	61
16	1994	31,9
17	1995	13,1
18	1996	50
19	1997	221,8
20	1998	29
21	1999	65
22	2000	106,6
23	2001	144,2
24	2002	191,9
25	2003	93,1
26	2004	117
27	2005	62,4
28	2006	68,6
29	2007	31,7
30	2008	42,8



De los 30 años observados, fue en 1979 cuando se registró la menor cantidad de precipitación acumulada anual con tan solo 7,20 mm, mientras que la mayor acumulación anual de precipitación se registró en 1992 con 240,90 mm. El promedio de precipitación en los últimos 30 años se calcula en **86,14 mm**.

### 1.3.2.2 HIDROGEOLOGÍA MICRO ESCALA

El humedal El Culebrón corresponde a una laguna costera no desarrollada atrapada entre la barrera costera y el siguiente nivel de terraza. Recibe sus aguas desde el estero del mismo nombre.

El humedal tiene un origen exógeno, donde intervinieron en su formación el viento, aguas corrientes, el agente marino, procesos erosivos y acumulativos. En cuanto al tipo de sedimentación que se encuentra en el humedal se define por el anegamiento constante, lo cual provoca la acumulación de gran cantidad de materia orgánica procedente de la capa vegetal que se desarrolla sobre el suelo.

Este humedal es del tipo “estuarino” con un subsistema del tipo intermareal, de la clase espejo de agua con vegetación emergente y arena cuyo régimen de agua es permanente.

Su condición permite un intercambio dinámico de flujos entre aportes de agua salada y dulce, por lo que la morfodinámica que presenta el área de estudio es compleja.

Los procesos antrópicos han modificado su forma y contenido en los últimos 20 años, forzando al curso de agua principal a restringirse a un sector en específico generando presión en el área, la cual podría ante procesos de máximas precipitaciones o deshielos generar un efecto de embolo al no existir un punto de salida suficientemente amplio, en las imágenes a continuación es fácilmente apreciable la modificación del curso de agua generando un curso continuo eliminando los meandros que hacen propicia la vida animal y vegetal.

Imagen N°



(1972 Playa Changa, el estero contaba con una salida por el sector sur)  
1993(SAF 1993)



1993(SAF 1993)



(2007(google earth), aparece en escena la Costanera y un relleno a un costado de la ruta 5 norte)

En la imagen se identifica el área de estudio, se puede observar que este sector del Humedal no posee una salida directa al mar lo que hace inferir que la relación entre el agua oceánica y las aguas continentales se producen en forma subterránea.

Cabe destacar que producto de un cuidado insuficiente de esta área, se pueden encontrar sectores que son utilizados como botaderos generándose “un relleno” de desechos que impide el paso del agua por infiltración desde y hacia el mar, modificando el comportamiento habitual del Humedal.

Sumándose a lo anterior, es necesario señalar que debido a que el aporte de agua en segunda instancia corresponde a aguas superficiales de excedentes y a las actividades que se desarrollan al interior del área de estudio, este ecosistema se encuentra contaminado.

Imagen N°



*Fuente: Imagen obtenida en terreno Humedal El Culebrón*



El medio físico sustenta las bases de cualquier actividad estableciendo de acuerdo al a calidad de sus recursos disponibles el tipo de actividad ya sea de explotación o conservación.

El presente capítulo establece la caracterización de este medio desde el punto de vista geomorfológico y geológico en el sector del Humedal el Culebrón de Coquimbo, para llevar a cabo dicha caracterización se levantaron y validaron los antecedentes necesarios a fin de generar una línea base general en el humedal, la cual determino las características principales y condiciones naturales de la zona de estudio.

Para identificar dichos fenómenos, se realizó revisión bibliográfica de fuentes oficiales y prospecciones en terreno que determinó las particularidades geofísicas presentes en el humedal

### 2.1. FUENTES DE INFORMACION

Con el objetivo de representar en forma gráfica la información disponible recopilada tanto bibliográficamente, como en terreno, se utilizarán la siguiente información cartográfica:

Escala Macro: Comuna de Coquimbo.

IGM, escala 1:50.000.

SAG, escala 1:50.000

Micro Escala: Humedal el Culebrón.

CIREN.

### 2.2. METODOLOGIAS APLICADAS

Se identificarán y caracterizarán para la zona de estudio los procesos geomorfológicos activos y las zonas de riesgo asociadas al sector y su entorno. Los procesos geomorfológicos a estudiar se entenderán como un sistema dinámico se utilizará cartografía IGM para evaluar los aspectos de importancia y que determinan la Geomorfología del lugar.

Se determinarán los Parámetros físicos de la forma de la cuenca:

- Número de orden de cauce por Horton: clasificación de acuerdo al número de orden del efluente.
- Relación de bifurcación: relación entre el número de ríos de cualquier magnitud y el número de cauces en el siguiente orden inferior.
- Densidad de drenaje: longitud total de los cauces de una cuenca dividida por el área total de drenaje. Alta densidad = cuenca muy bien drenada con respuesta rápida a la precipitación además suelos erosionables y relativamente impermeables, pendiente fuerte y poca vegetación. Una cuenca con baja densidad responde a un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta.
- Longitud de flujo de superficie
- Relaciones del área: longitud del canal principal con el área de extensión
- Forma de la cuenca: Afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo.

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS Y FORMAS PRESENTES EN EL PREDIO Y ENTORNO INMEDIATO.

#### 2.3.1.1 GEOMORFOLOGIA MACRO ESCALA

El Humedal el Culebrón de Coquimbo, se sitúa en el borde costero de la Comuna de Coquimbo, formando parte del dominio geológico estructural de las planicies litorales, su origen se encuentra hacia el interior de los cordones transversales en una cuenca menor de régimen pluvial.

Las Planicies litorales en esta área representadas por las terrazas fluvio-marinas se presentan amplias y limitadas solo por la presencia de la zona montañosa costera correspondiente a la Cordillera de la Costa y por los cordones transversales los cuales afloran a través de las cuencas hidrográficas. Con génesis en los movimientos de transgresión y regresión marina desde Plioceno medio hasta el Holoceno, estas presentan varios niveles de terrazas, formando franjas de hasta 40 kilómetros de ancho, con alturas que varían entre los 50 a 120 msnm, estas se dividen en Terraza Marina Moderna y la Terraza Marina Antigua, las primeras contiguas a la costa situadas en un segmento inferior se encuentran constituidas por arena gruesa y grava con presencia esporádica de bloques subangulosos pseudo rectangulares por otro lado la Terraza Marina Antigua se encuentra en un segmento superior presentando la transición entre el piedmont del frente montañoso y los sectores antiguos de la costa.

Las terrazas marinas son escalones con una superficie plana ligeramente inclinada hacia la costa limitada por un escarpe, estas poseen un alto nivel de permeabilidad debido a su porosidad y composición, por los procesos de erosión o abrasión es posible observar los afloramientos de roca base entre la grava y arena constituyente.

Finalmente la playa presenta dinámica compuesta principalmente por depósitos de arena, esta cumple el rol de contención de los procesos erosivos eólicos hacia el continente.

El desarrollo de esta región se gestó durante el Plioceno, época en la cual producto de movimientos tectónicos y un clima más húmedo se modela un relieve de disección torrencial muy marcado.

Esta región posee tres ambientes morfogenéticos<sup>5</sup> principales, identificándose los siguientes:

- a) Semiárido Costero: Caracterizado por una lenta evolución morfológica, siendo las transformaciones más notables las que se operan en los campos dunarios y en las líneas de costa.
- b) Semiárido Interior: Que corresponde a la montaña media y a los valles transversales, donde la erosión no muestra una gran eficacia, estando los procesos erosivos actuales relacionados principalmente a la erosión de laderas.

---

<sup>5</sup> Revista Geográfica de Chile Terra Australis; 28: 69-94 (1984-85); Contribución a la Definición del Semiárido Chileno; Adriano Roviria Pinto, dpto. Geografía Universidad de Chile.

- c) Semiárido Montañoso: Corresponde a la alta cordillera donde se aprecia una combinación de la acción de hielo, nieve y aguas de arrollada, que origina formas típicas de una evolución periglacial generalizada.

En cuanto al suelo de la región debido a su relativa estabilidad del paisaje estos suelos son antiguos con presencia marcada de arcillas expandibles (derivados de rocas sedimentarias) y arcillas no expandibles (derivadas de rocas granodioríticas y esquistos). En la zona costera presentan un color pardo oscuro y una mayor presencia de materia orgánica.

En cuanto al clima<sup>6</sup>, factor que influye en la morfología de la región, se pueden encontrar, a grandes rasgos, tres zonas climáticas:

1. Costero: Abarca desde el mar hasta 40 km al interior. Se caracteriza por su condición marítima suave, con poca oscilación térmica diaria y estacional, alta humedad atmosférica, bajas precipitaciones y baja luminosidad.
2. Intermedio: Llega a las primeras alturas cordilleranas, su característica básica es la sequedad y la elevada luminosidad.
3. Cordillera: Corresponde al cordón andino propiamente tal. Se presenta una mayor humedad atmosférica, menores temperaturas y existencia de precipitaciones abundantes y nevazones.

Característica de esta región es la presencia de nubosidad y nieblas costeras que van disminuyendo a medida que ingresan hacia el interior. En general, las condiciones climáticas de la región responden a los factores de relieve y oceanidad, esta última afectando a través de la corriente fría de Humboldt la responsable de la variación térmica y el origen de las nieblas costeras, mientras que el relieve funciona como barrera en contra de la influencia marítima.

### **2.3.1.2 GEOMORFOLOGIA MACRO ESCALA – CUENCA DEL ESTERO EL CULEBRÓN**

Para poder comprender el comportamiento del Humedal el Culebrón y del Estero es necesario comprender el entorno y las condiciones que lo albergan para ello se realizó el estudio de la cuenca que los alberga. La cuenca del Pan de Azúcar como se menciona anteriormente alberga al Estero el Culebrón y al humedal del mismo nombre, así como también al valle del Pan de Azúcar y a parte de la ciudad y bahía de Coquimbo, por lo tanto sufre presiones particularmente antrópicas las cuales han ido modelando este territorio.

Aspectos de la hoya hidrográfica como la geometría y la dinámica de red se presentan especialmente sensibles en periodo geológico corto debido a las variaciones en el comportamiento tectónico, climático y geomorfológico. Estos mecanismos pueden explicar la morfometría y extensión de sus cuencas, los patrones hidrográficos actuales y la ocurrencia de capturas, estas últimas de gran relevancia como factores de perturbación ambiental (las capturas hidrográficas consisten en la desviación de una sección de un

---

<sup>6</sup> Idem

curso de agua por otro, facilitando la expansión de una cuenca hidrográfica a expensas de otra)<sup>7</sup>.

Para poder comprender el comportamiento la cuenca y realizar los modelos de riesgo es necesario establecer las características de la cuenca y entender así su comportamiento, para ello se establecerán los siguientes parámetros:

### Caracterización de la Cuenca

Como no existe un solo criterio consolidado respecto a las cuencas y para poder entender como es este territorio desde una mirada física, se realizó un acercamiento a partir de la hidrología.

Una cuenca vertiente o cuenca de drenaje, es una superficie terrestre en la cual el agua procedente de las precipitaciones caídas se dirige hacia un punto común de salida. Si este punto de salida se localiza en el interior de los límites de la cuenca se habla de una cuenca endorreica por otro lado cuando este punto de salida se encuentra sobre el mismo límite de de esta se trata de una cuenca exorreica como es el caso de la cuenca de Estero El Culebrón. La línea de contorno de una cuenca se denomina Divisoria, de estas existen de dos tipos la Divisoria Topográfica la cual se calcula a partir de puntos altimétricos, usada recurrentemente por ser de fácil cálculo y de trabajo en superficie, a partir de este método se calculo la superficie de la cuenca por medio de los Hydrotools de ArcGis y en contraste con la información cartográfica disponible a través de CONAMA IV se define la cuenca del Estero El Culebrón.

### Valores de los Parámetros Hidrológicos y Morfométricos de la Cuenca del Pan de Azúcar.

Caracterización Morfológica de la Cuenca	
Parámetros	Unidades de Medición
Área	261,984 Km <sup>2</sup> . – 26.198Hás
Perímetro	77,144 Km.
Longitud del Cause Principal Km.	22,736 Km.
Altura Máx.	1150 msnm
Altura Min. msnm	0 msnm
Pendiente del Cause (°)	0,37°
Pendiente de la Cuenca (°)	0.48°
Índice de Gravelius	1,3345 Km.
Coefficiente Ortográfico	0.05 m <sup>2</sup>

### Parámetros Morfológicos de Cuencas

Desde el punto de vista hidrológico, los parámetros morfológicos buscan reflejar las características de la cuenca en cuanto su forma y en la respuesta a las precipitaciones; es importante mencionar que el relieve, la estructura edáfica y su cubierta vegetal influyen directamente tanto en el volumen de los escurrimientos como de su distribución en el tiempo. Estos parámetros morfológicos son:

<sup>7</sup> El patrón hidrográfico de la cuenca del río Blanco: control tectónico y geomorfológico; Maria Mardones, Julios Jara – Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción; y José Vergara – Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción.

- Superficie e Índice de Compacidad o de Gravelius

La superficie nos da el tamaño de la cuenca, es así como a partir de los 25 km<sup>2</sup> se consideran como cuencas grandes. Otro aspecto importante es la forma de esta, ya que influye en el escurrimiento. La forma de una cuenca se calcula a través del índice de compacidad o de Gravelius, y es la relación que hay entre el perímetro de la cuenca y el círculo de igual superficie que esta.

Formula resumen de índice de Gravelius

S= Superficie de la cuenca = 261,984 km<sup>2</sup>

P= Perímetro de la cuenca = 77,144 Km

p= perímetro del circulo de misma superficie (S)

$$K_G = 0.28 * P / \sqrt{S} \geq 1$$

$$K_G = 1.3345 \geq 1$$

En una cuenca del Pan de Azucar posee una perfectamente ovalada, las aguas circulan por más cauces secundarios y su tiempo de concentración (tiempo que tarda una gota de agua mas alejada hacia el punto de salida) es mayor.

- Curva Hipsométrica

Esta se construye a partir de las curvas de nivel y se obtiene una visión del relieve y de la altimetría de la cuenca.

grafico

- Índice de Pendiente de la cuenca

Las pendiente de una cuenca se obtienen a partir de la equidistancia que hay entre las curvas de nivel, el calculo se puede realizar de forma manual mediante una formula o bien mediante geoprosos en softwares como Arc Gis, se utiliza mucho para ser modelos de elevación.

Los rangos para el caso de la cuenca del Estero Limache son los siguientes, (Ver anexos cartográficos)

Tabla N°

Pendiente °	Pendiente %	AREA Mts <sup>2</sup>	AREA Km <sup>2</sup>	AREA Hás	PERIMETRO Km	Porcentaje
0 - 4,92	0 - 1,99	166437654,568	166,438	16643,765	568,421	60,90
4,92 - 14,43	1,99 - 5,99	32418383,442	32,418	3241,838	508,450	11,86
14,43 - 24,27	5,99 - 10,66	37670441,180	37,670	3767,044	974,137	13,78
24,27 - 35,09	10,66 - 17,10	27649415,604	27,649	2764,942	817,971	10,12
35,099 - 83,648	17,10 - 56,63	9115508,361	9,116	911,551	361,945	3,34
TOTAL		273291403,155	273,291	27329,140	3230,923	100,00

Fuente: Elaboración Propia a partir de curvas de nivel IGM 1:50.000

Observación: el aumento en la superficie del área total de la cuenca en pendiente esta dado por la incorporación de sectores con información de ruido incorporados en los geoprosos de ArcGis.

Los terrenos fiscales se encuentran dentro de un área plana con una pendiente entre 0° 4,92° lo cual corresponde a un 1%, la cuenca del Pan de Azúcar esta dominada por este tipo de pendiente solo las paredes laterales que encierran la cuenca presentan rangos de pendientes entre los 14° y 80°.

- **Coeficiente Orográfico**

Este coeficiente busca caracterizar el relieve de una cuenca, se identifican dos formas de relieve acentuado y poco pronunciado, es suma utilidad cuando se quiere estudiar la erosión. Para la cuenca del Estero Limache esta dio un valor de 0.05 m<sup>2</sup>.

Donde,

Am = Altura media (m)

tga = Coeficiente de masividad de Martonne, que corresponde a Am/S, siendo S, la superficie de la cuenca.

$$Co = Am * tga$$

- **Red de Drenaje**

La red hidrográfica o red de drenaje corresponde al camino natural, temporal o permanente por donde fluyen las aguas de los escurrimientos de tipo superficiales, hipodérmicos y subterráneos, hablamos de río, arroyo, torrente, lagos, lagunas, acuíferos, aguas subterráneas, zonas húmedas.

La red de drenaje define la textura que tiene una cuenca, WAY realizo una clasificación mediante Arc Gis a través del trabajo con imagen landsat 19-30, la cual a su vez obedece a la forma de la cuenca; diferenciando los tipos de su textura.

En el caso de la cuenca del Estero Limache estamos ante una cuenca de textura Fina, este tipo de cuencas indican una alta escorrentía superficial, suelos de baja permeabilidad y susceptibles a la erosión (Zonas arcillosas o margosas).

Distintos autores han tratado de ordenar esta red de drenaje dándoles jerarquía a estos cursos de agua, es el caso de Horton y Strahler, ambos autores plantean que una corriente de primer orden es aquella que no recibe ningún afluente. La unión de dos corrientes de primer orden se unen forman una de segundo orden, y cuando dos corrientes de segundo orden confluyen forman la de tercer orden, y así sucesivamente hasta el cauce principal, es el caso de El Estero Limache se esta ante la presencia de una cuenca de quinto orden. (Ver anexos cartográficos)

- **Perfil del Curso Principal**

Magnitud de la cuenca 20.06 Km.

Imagen N°



- Exposición

La exposición solar que tienen las laderas de una cuenca, determinará ciertos patrones de comportamiento como evaporación y evapotranspiración y por lo tanto, cada ladera tendrá un comportamiento independiente a la otra.

De acuerdo al proceso SIG, se determinó que: el 23% de la cuenca del Estero El Culebrón tiene una exposición plana, un 4% corresponde a exposición norte y el 11% restante corresponde a exposición sur, mientras que los terrenos fiscales se encuentran en una área de exposición llana.

Tabla N°

Exposición	AREA Mts <sup>2</sup>	AREA Km <sup>2</sup>	AREA Hás	PERIMETRO Km	Porcentaje
Flat (-1)	64652908,601	64,653	6465,291	518,812	23,66
North (0-22.5)	12653994,410	12,654	1265,399	541,202	4,63
Northeast (22.5-67.5)	26007286,955	26,007	2600,729	876,571	9,52
East (67.5-112.5)	21340345,730	21,340	2134,035	740,902	7,81
Southeast (112.5-157.5)	21836672,406	21,837	2183,667	770,908	7,99
South (157.5-202.5)	30059875,918	30,060	3005,988	937,750	11,00
Southwest (202.5-247.5)	31937465,450	31,937	3193,747	996,166	11,69
West(247.5-292.5)	26664373,929	26,664	2666,437	884,448	9,76
Northwest (292.5-337.5)	26554121,119	26,554	2655,412	868,221	9,72
North (337.5-360)	11604236,554	11,604	1160,424	491,702	4,25
Total	273311281,071	273,311	27331,128	7626,683	100,00

Fuente: Elaboración Propia a partir de curvas de nivel, IGM 1:50.000

## Perfil

- Análisis Topográfico

Para lograr la topografía de la cuenca del Estero el Culebrón, se realizó un modelo de elevación digital (DEM), que fue obtenido de la información digitalizada desde la información de CONAMA IV, en donde se utilizó el software de Sistema de Información Geográfica (GIS), ARC-GIS 9.2, para el ordenamiento de la información disponible y la visualización gráfica de ésta la información fue transformada a datos digitalizados grillas de formato raster para la creación del DEM. y desde allí a formato shape para su análisis areal. El modelo de la cuenca del el Culebrón, se encuentra representado cartográficamente. (Ver anexos cartográficos).

### 2.3.1.3 GEOMORFOLOGÍA MICROESCALA

De acuerdo a la convención RAMSAR suscrita en Irán el año 1971, promulgada y ordenada a cumplir como ley de la República mediante el Decreto Supremo Nro. 771/81 del Ministerio de Relaciones Exteriores, se ha definido para el país el concepto “*Humedal*” de la siguiente forma:

*“..Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.”*

El humedal tiene un origen exógeno, donde intervinieron en su formación el viento, aguas corrientes, el agente marino, procesos erosivos y acumulativos, es del tipo “estuarino” con un subsistema del tipo intermareal, de la clase espejo de agua con vegetación emergente y arena cuyo régimen de agua es permanente. Contiguo a este encontramos la franja fiscal la cual ocupa una superficie de 19 hectáreas en ella se han desarrollado diversas actividades que han alterado su condición natural, en la actualidad parte de este espacio es utilizado como depósitos de escombros, por lo que es posible que se haya producido una compactación del suelo y pérdida de la cobertura vegetal por lo que la biodiversidad del área de estudio puede verse afectada en alguna medida, más allá del daño a la conformación del estuariana ya realizada mediante los constantes rellenos.

La geomorfología costera del humedal es muy activa, tal como se muestra en las siguientes imágenes obtenidas desde un sitio web que muestra la evolución del humedal entre los años 1972, 1993 y 2007.





En la imagen que correspondiente al año 1972 se puede observar que existía una salida al mar en forma superficial y el tamaño del humedal en el espejo de agua es superior a la actual.

En la imagen del año 1993 se puede observar que la desembocadura principal del estero cambia de estilo meandro a un estilo arremolinado en la línea de costa cambiando incluso la dirección del curso de agua ahora con tendencia hacia el norte y además desaparecen las lagunillas que se observan en la imagen anterior en el sector norte de la desembocadura. La superficie del espejo de agua disminuye en comparación a la imagen anterior.

Cabe destacar que pasando por terrenos fiscales específicamente hacia el sector nor-oeste del humedal, se puede observar la desaparición del brazo de agua que se dirigía en dirección al mar, en su lugar se puede apreciar una barrera de arena que impide la libre circulación del agua superficial. Esto se podría deber a una disminución del caudal del estero, lo que implica una potencia menor en su caudal de desagüe por lo que no es capaz de romper la barrera de arena.

Finalmente en la imagen del año 2007 se observar que la desembocadura principal del estero vuelve a cambiar, ahora se observa una desembocadura débil sin forma alguna que demuestre la potencia de desagüe del estero, solo se observa la circulación superficial del agua. El tamaño del humedal en general ha disminuido en comparación a las fotografías anteriores en los terrenos fiscales se observa la reducción del brazo de agua a una simple franja de vegetación. También se puede apreciar como la creación de la costanera deja encerrada a parte del humedal incluida la franja fiscal lo que aumenta la presión antrópica sobre ella.

La disminución del caudal del estero se podría relacionar directamente con la explotación de agua subterránea y a la disminución de la cota del acuífero, principal aporte de agua del estero.

Según el código de aguas en el artículo 30 inciso primero “suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces y bajas periódicas”. Las creces o bajas periódicas de las que habla el código se refiere a las “ordinarias”, por lo que se entiende aquellas que se producen por motivos que no sean de “rara ocurrencia”, ni debido a causas “no comunes” y se producen durante periodos en general menores de cinco años. Se ha considerado como lecho teniendo en cuenta un periodo de retorno de 2 años para hacer la corrida del programa de cálculo del eje hidráulico.

El lecho fluvial o cause estará definido por el área permanentemente húmeda la cual queda comprendida en el sector de la desembocadura a un área de .....

Nuestra área de estudio presenta una pendiente suave y continua que no supera el 15% según la siguiente cartografía:

Fotografía N°



*Fuente: Imagen obtenida en terreno Humedal El Culebrón*

### **Caracterización de los Suelos Subcuenca Estero Culebrón**

Para poder comprender los procesos geodinámicos que se desarrollan tanto al interior del área de estudio como de la cuenca del Estero Culebrón, es necesario conocer los suelos y sus características genéticas, ya que éstas responderán en forma diferencial a las relaciones con los elementos del clima.

Los suelos del humedal son reconocidos como clase VII por lo que se encontrarían excluidos de la categoría de arables por problemas de erosión severa que implicaría cualquier cultivo, en tanto sus usos permitidos se limitan a pastoreo, explotación de arbustos y a usos indirectos como la mantención de la vegetación para la protección de la hoya hidrográfica. El autor define para el sector del humedal la siguiente capacidad de uso de suelos:

Clasificación VII	Subclase W	Subclase E
Terreno no arable, con una pendiente máxima de 58%. Tiene serias limitaciones para cultivos y esta principalmente destinado a la forestación o ganadería.	Limitaciones por drenaje insuficiente o exceso de agua. Los pantanos son terrenos saturados debido a un nivel freático cercano a la superficie o al afloramiento de agua subterránea.	Limitaciones causadas por erosividad y erodabilidad (condición de los suelos que posibilita su pérdida por erosión hídrica y/o eólica. La erosión es insipiente.

Fuente: Cerasa Arellano, M. y L. Martínez Santelices. 2007. Determinación de impactos ambientales causados por el desarrollo urbano en el estero Culebrón, IV Región, Chile, aplicando metodología SIG.

Terreno Fiscal		Humedal el Culebrón	
Símbolo de la Variación	MP-1	Símbolo de la Variación	MQ
Símbolo de la Serie	MISC	Símbolo de la Serie	MISC
Nombre de la Serie	MISCELANEOS	Nombre de la Serie	MISCELANEOS
Profundidad	PROFUNDO	Profundidad	SIN INFORMACION
Profundidad	MAYOR DE 100 CM	Profundidad	S/I
Descriptor de Pendiente	PLANO	Descriptor de Pendiente	SIN INFORMACION
Pendiente	0 A 1 %	Pendiente	S/I
Erosión	SIN EROSION	Erosión	SIN INFORMACION
Capacidad de Uso 1	VII	Capacidad de Uso 1	VII
Capacidad de Uso 2	DRENAJE, HUMEDAD	Capacidad de Uso 2	EROSION
Texto Capacidad de Uso	w	Texto Capacidad de Uso	e
Variación del Suelo	MISCELANEO PANTANO (1)	Variación del Suelo	MISCELANEO QUEBRADA

Tras el análisis SIG se establecieron los siguientes parámetros:

Erodabilidad	Superficie (hás)
Bajo	780.892,61
Moderado	491.728,03
Muy bajo	325.649,59

De acuerdo a los datos proporcionados por el procesos SIG, se determina que el 49% de la superficie de la cuenca del Estero El Culebrón presenta una erodabilidad de tipo “Bajo”, mientras que la erodabilidad del tipo “Moderado” corresponde al 31%, y que además esta última coincide en localización con el suelo de características “Semidesértico costero”

En cuanto al parámetro de Desertificación proporcionados por CONAMA Coquimbo se estable, de acuerdo a la siguiente cartografía, que el área de estudio que comprende la cuenca del Estero El Culebrón, se encuentra en rangos de “Desertificación moderada” en su totalidad.

### **Definición y caracterización de los procesos geomorfológicos activos y las zonas de riesgos asociadas.**

El proceso geomorfológico que se distingue en el área de estudio es el proceso edáfico de sedimentación por el arrastre de material que genera el caudal del estero que lo alimenta. De esta manera cuando se produzcan procesos geomorfológicos a lo largo de la microcuenca del estero El Culebrón, se encontrarán evidencias en el sector del humedal.

A este proceso se le asocia el riesgo de inundación, ya que la acumulación paulatina de sedimentos en el fondo del cauce del estero y del propio humedal generará el aumento del nivel del agua sobrepasando la cota de inundación en condiciones habituales, por lo tanto, todo el sector de la ribera debe ser considerado como área de riego.

Como riesgo para el área de estudio también se considera la posibilidad de extracción de agua desde el acuífero que alimenta al humedal con fines agrícolas. Esto debido a que en el valle Pan de Azúcar crece la incertidumbre por la capacidad del acuífero que los abastece de agua para riego y consumo, ya que se sumó a los usuarios habituales una compañía minera que requeriría extraer gran cantidad de agua para cumplir con sus faenas, hecho que podría hacer colapsar al acuífero local y por este motivo se estaría viendo la posibilidad de extraer agua desde el estero El Culebrón, hecho, que sin lugar a dudas, pondría en riesgo el nivel de saturación actual del humedal de playa Changa.

**Definición y caracterización de unidades homogéneas en función de procesos geodinámicos sobre los materiales presentes y de características genéticas comunes.**

## CAPITULO 3: DEFINICIÓN DE OBJETO DE CONSERVACIÓN

## **4.1. FLORA Y VEGETACIÓN**

### **4.1.1. ANTECEDENTES GENERALES FLORA Y VEGETACIÓN**

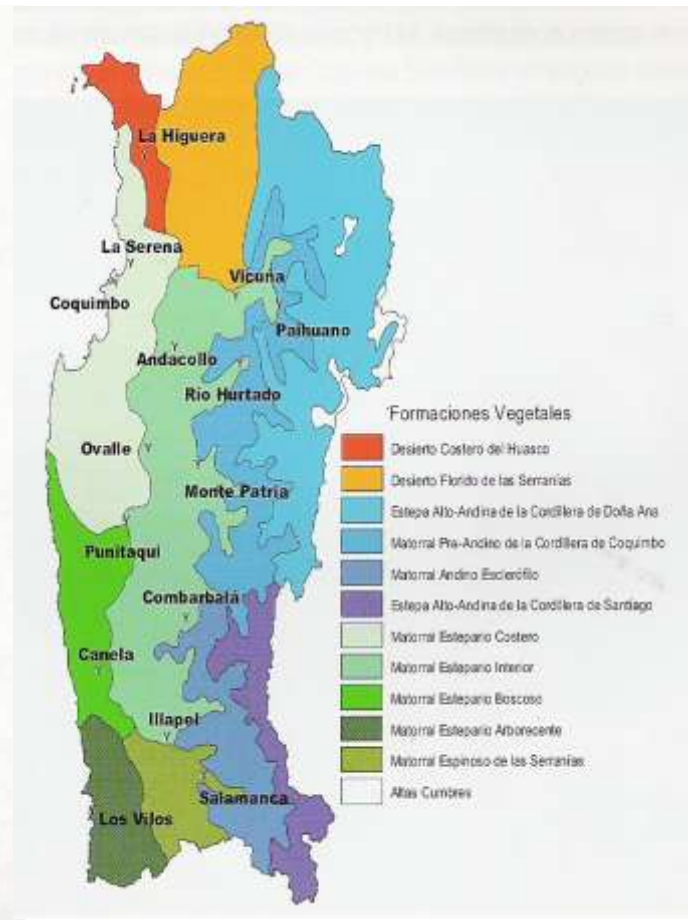
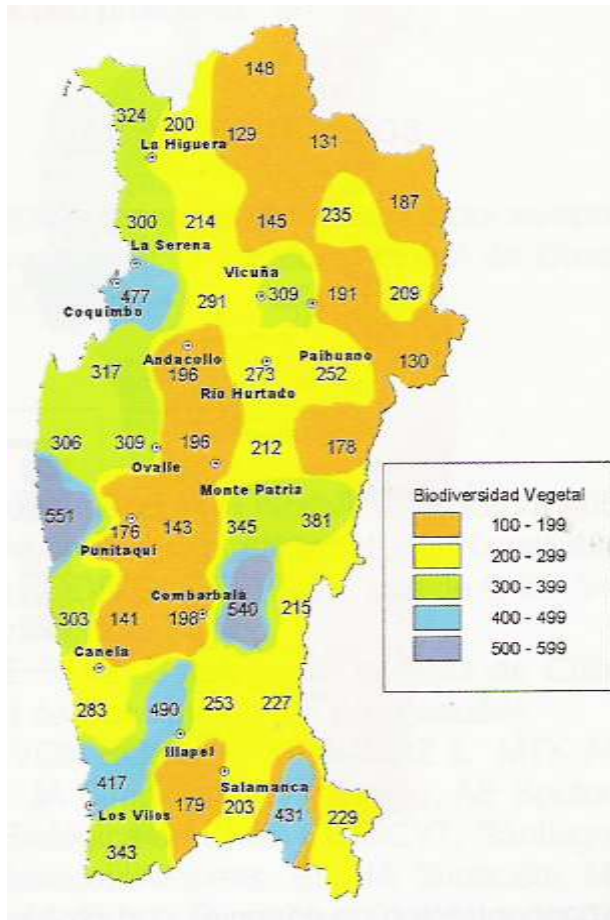
Según Gajardo (1994) la IV Región está vegetacionalmente constituida por el Matorral Estepario, que posee una intensa presión por pastoreo y explotación de leña, lo cual ha determinado que la fisionomía de la vegetación original este casi completamente destruida o limitada a pequeños parches.

La riqueza de especies vegetales es un elemento que caracteriza a la IV Región de Coquimbo. Se trata de una zona de transición entre la región mediterránea árida y la región mediterránea semiárida, donde muchas especies de plantas nortinas encuentran su límite de distribución Sur, mientras que otras, cuyos óptimos hídricos de sobrevivencia más exigentes, encuentran su límite Norte (Osorio 1989).

La Región de Coquimbo se encuentra en una de las 25 áreas de mayor diversidad a nivel mundial. La flora total nativa de esta región e introducida naturalizada son 1722 especies, que representan más del 30% de las especies presentes en Chile y el 53,5% de las especies nativas son endémicas de Chile. Las formas de vida dominantes son las hierbas perennes (44.7%), seguida por los arbustos con un (27,2%) y las hierbas anuales o bianuales con un (23%). Las áreas con mayor concentración de diversidad y de especies con problemas de conservación se ubican en el área del Parque Nacional Bosque Fray Jorge que concentra la mayor cantidad de especies 29% de la flora. Le siguen en importancia un área al Este de Combarbalá, otra en Los Vilos y una tercera en Coquimbo (Squeo et al, 2002).

## ÁREAS DE CONCENTRACIÓN BIODIVERSIDAD

## FORMACIONES VEGETALES IV REGIÓN



Fuente: Tomado de Squeo et al, 2001.

En la Región el 49,7% de las especies nativas pertenecen sólo a 9 familias, siendo la de las asteráceas la más abundante con 277 especies. Las formas de vida que se encuentran con el mayor número de representantes nativos en estado de Peligro y Vulnerables son los arbustos y las suculentas (cactáceas).

Squeo et al. (2001) establecieron 14 sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa en la Región de Coquimbo y a nivel de comuna se revelan sitios de interés para la conservación de especies leñosas y suculentas: Cuenca del Río Machingo, Cuenca del Río Limarí, Bosque relicto de neblina (Bosques de Talinay y Fray Jorge) y la desembocadura del Río Limarí.

En la flora de Chile existen unas 450 especies hidrófilas, es decir, hidrófitos y helófitos que soportan diferente profundidad y duración del anegamiento. Esta cantidad puede variar de acuerdo al criterio que se utilice para delimitar entre helófitos (plantas palustres)

INFORME FINAL

39



y terríficos (plantas terrestres). Considerando que la flora chilena esta formada por 5.000 especies, la flora hidrófila correspondería a menos al 10 % de ella. La flora hidrófila de plantas vasculares de Chile se reparte en 7 clases: 3 del grupo pteridófitos, 1 de Gimnospermas, y 3 de Angiospermas. Las tres últimas son las más importantes ya que reúnen al 96,62 % de la flora hidrófila chilena. La dominante es la clase Rosopsida (Eudicotiledoneas), con 221 especies y un 53,25 % del total. De las otras, solo las clases Liliopsida y Polipodiopsida tienen alguna importancia. Los helófitos (plantas palustres) dominan sobre los hidrófilos (plantas de agua) con 350 especies y un 84,34 % del total. Las plantas acuáticas solo presentan 65 especies, que equivalen al restante 15,66 % (Ramírez & San Martín, 2006)

La diversidad florística de los Humedales Costeros de la Comuna de Coquimbo, es bastante amplia, esto se demuestra en la cantidad de familias (26), géneros (56) y especies (62) identificadas en toda el área de estudio, lo cual corrobora que son las zonas más representativas de la Cuarta Región. Se destaca el número considerablemente alto de especies nativas (18) presentes en los Humedales Costeros, teniendo en cuenta que el área de ellos es comparativamente pequeña en relación al total de la Región. Las formas de vida presentes en arrojan datos como la mayor presencia de plantas hemicriptófitas, caméfitas y terófitas, característico de zonas mediterráneo árido.

De las especies presentes en el lugar, se destacan la presencia de cuatro especies vulnerables a parte de tres especies insuficientemente conocidas que podrían ser vulnerables.

Para el humedal costero el Culebrón se registraron en prospecciones realizadas durante los años 1994, 2001, 2003 y 2005 un total de 87 especies distribuidas en tres sectores A, B y C siendo las especies dominantes *Distichlis spicata* y *Sarcocornia fruticosa* (Cerasa & Martínez 2007)

## MACRÓFITAS

La presencia de macrófitas en la zona litoral lacustre trae aparejada condiciones diferentes con respecto a la disponibilidad de recursos. Por esta razón, las zonas litorales pueden presentar una mayor biodiversidad. Los ecosistemas acuáticos continentales de Chile registran un total de 455 especies de macrófitas acuáticas, de las cuales 3 corresponden a gimnospermas, 15 a pteridófitos, 184 a monocotiledóneas y 253 a dicotiledóneas. De éstas, sólo 62 son hidrófitas típicas. El total de estas macrófitas representa el 8,7% de la flora de Chile continental, y las hidrófitas sólo el 1,2% (Ramírez & San Martín, 2006)

Respecto de su origen fitogeográfico, destaca el alto porcentaje de especies nativas (79,3%) sobre las introducidas (20,7%). En cuanto a su estado de conservación, sólo las gimnospermas y pteridófitos tienen claramente definida esta condición; de las 18 especies registradas en estos dos grupos, 4 están en la condición de En Peligro, 3 Vulnerables y 2 Raras. El resto de las especies carece de estudios al respecto, lo que da claras señales a los especialistas sobre un tema que debe abordarse con urgencia, junto con la revisión taxonómica de algunos géneros de familias importantes (Hauenstein, 2006)

Para la región de Coquimbo, en lo que respecta las macrófitas se han estudiado al estudiar la flora de los humedales de la región, incluyéndose en estos los humedales de y

el sitio de estudio el humedal costero el Culebrón, estos estudios han sido los de CAACH (2003); Cerasa & Martínez (2007)

#### **4.1.2. METODOLOGÍAS FLORA Y VEGETACIÓN**

##### Primera parte

La recolección de información bibliográfica será realizada desde las bibliotecas públicas y universitarias de la ciudad, así como también la búsqueda de información desde Internet en las páginas virtuales de CONAMA Y CONAF. Además se utilizarán tesis e informes técnicos emanados de consultorías y estudios de impacto ambiental. Toda esta información será analizada y evaluada escogiendo lo pertinente al área sometida a estudio.

##### Segunda Parte

En cada una de las unidades ambientales definidas e realizaran prospecciones botánicas para identificar la flora y establecer los tipos de vegetación, en cada uno de ellos se efectuaran parcelas rectangulares de 10 m<sup>2</sup> cada una

##### FLORA

Se desarrollará el CATASTRO FLORÍSTICO (listado de todas las especies encontradas en las estaciones) considerando información taxonómica y el origen de cada una de las especies (según Marticorena & Quezada 1985, Matthei, 1995, Squeo et al, 2001 y Ramírez & San Martín, 2006) la Riqueza y Abundancia de especies, su Estado de Conservación (IUCN, 1994, Benoit, 1989, Squeo et al, 2001) y las Formas de Vida de las especies(modificado de Raunkiaer, 1956)

##### VEGETACIÓN

Se identificará la estructura, cobertura y altura de cada uno los estratos encontrados, destacando la caracterización de las unidades vegetacionales en base a la propuesta metodológica de COT (Prado & Etienne, 1982) que contempla especies características según abundancia, el grado de intervención y la geografía del lugar.

##### Catastro Florístico

El inventario de la flora se hará mediante observación directa, con material bibliográfico y con colectas herborizadas. Las especies se ordenaran considerando Clase, Familia, Nombre científico y Vernáculo.

##### Para medición de coberturas (Medida de abundancia).

Se realizaran muestreos en cada una de las unidades vegetacionales identificadas, midiendo la cobertura de las especies en porcentaje de recubrimiento.

Los criterios utilizados para determinar la abundancia se hicieron basándose en la formación vegetacional en que se encuentra cada una de las especies vegetales y son según los utilizados en la COT, los siguientes:

INDICE	CÓDIGO	DENSIDAD	COBERTURA
1	me	muy escasa	1 – 5 %
2	e	escasa	5 – 10 %
3	mc	muy clara	10– 25 %
4	c	clara	25 – 50 %
5	pd	poco densa	50 – 75 %
6	d	densa	75 – 90%
7	md	muy densa	90 – 100%

#### Para determinar Riqueza

Riqueza simple (S) corresponde al número total de especies encontradas en todo el sitio de estudio.

#### Para determinar la forma de vida de las plantas

(Sistema de Clasificación modificado de Raunkiaer, 1956)

A.- Fanerófitos: Plantas que tienen sus yemas de renuevo a más de 30 cm. del suelo (árboles y arbustos)

Microfanerófitos (Mi): Árboles de menos de 8 m de altura

Nanofanerófitos (Na): Arbustos.

Fanerófitos Suculentos (Fs): Plantas suculentas, especialmente Cactáceas.

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

C.- Hemicriptófitos (He): Plantas con yemas perdurantes a ras del suelo. Corresponden a Hierbas perennes.

D.- Geófitos (Ge): Plantas cuyas yemas de renuevo están en tallos bajo tierra en bulbos, tubérculos o rizomas.

E.- Helófitos (Hel): Plantas palustres que tienen sus yemas de renuevo bajo el agua arraigadas en el fango y sus hojas y flores sobre la superficie del agua.

F.- Hidrófitos (Hi): Plantas acuáticas arraigadas o libre flotantes con yemas bajo el agua.

G.- Terófitos (Te): Hierbas anuales en las que no hay yemas perdurantes que corresponderían al embrión de la semilla.

H.- Parásitos (Pa): Arbustos o Hierbas que enraízan sobre fanerófitos, poseen haustorios que se introducen hasta los tejidos vasculares del huésped.

#### Para determinar las categorías de conservación a nivel regional

(IUCN, 1994. Consideradas Por CONAMA, Benoit, 1989, Squeo et al, 2001)

A.- Extinta (EX): Se considerará extinta, cuando no se han encontrado individuos mediante búsqueda con métodos y en tiempo adecuados.

B.- En Peligro (EP): Cuando presenta una probabilidad de extinción en el estado

silvestre en un futuro inmediato o cercano.

C.- Vulnerable (VU): Cuando manifiesta un retroceso numérico que pueda conducirlo al peligro de extinción en el estado silvestre al mediano plazo

D.- Fuera de Peligro (FP): Cuando existe evidencia de que la especie no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano.

E.- Insuficientemente Conocida (IC): Cuando no existe información suficiente que permita categorizarla.

R.- Rara (R): Especies cuyas poblaciones son escasas y que enfrentan riesgos

G.- No Evaluada (NE): Cuando no ha sido sometida a la evaluación.

#### Para determinar el origen de las especies vegetales

A.- Endémico (E): Se dice de la planta que se considera oriunda en el país en que vive. Se dice de la especie que tiene su distribución restringida a una región geográfica limitada.

B.- Nativa (N): Se dice a la planta que pertenece al país donde ha nacido Y se distribuye en una zona más o menos extensa. Así una planta puede ser nativa, pero no endémica.

C.- Adventicia (A): Planta introducida en una región que tiene su centro de origen en otro lugar distante.

#### Para la elaboración de la Carta de Ocupación de Tierras

Se trabaará con una carta 1:25.000 y se evaluarán tres variables que son:

- a) Formación vegetal
- b) Especies dominantes
- c) Grado de artificialización

La primera variable se trabajara con cuatro tipos biológicos: Herbáceos (minúscula-minúscula), Leñoso Bajo (mayúscula-minúscula), Leñoso Alto (mayúscula-mayúscula) y Suculentos (minúscula-mayúscula).

La segunda variable se trabajará con la tabla de abundancia descrita anteriormente y la tercera variable se realizará con la tabla de grados de artificialización que va desde el 1. Vegetación clímax al 9. Zonas edificadas, con subtipos en cada una de ellas.

## **MACROFITAS**

Se seleccionaran áreas de muestreo en unidades ambientales que involucren cuerpo de agua o zonas húmedas de inundación, en cada una de ellas se realizaran 3 parcelas rectangulares para medir coberturas de especies y estratos. Para la vegetación macrofítica palustre se procederá de igual forma que para la vegetación terrestre con parcelas al azar dentro de las unidades ambientales. Para la vegetación macrofítica hidrófila se procederá a realizar transectos lineales de 100 m dispuesto en forma paralela de la ribera en cada una de las Estaciones utilizadas para fauna Ictica y limnología, con el fin de identificar y medir coberturas de las especies vegetales y el estrato acuático. En cada transecto se harán 10 mediciones perpendiculares, con el fin de obtener un ancho promedio y calcular la cobertura. Se elegirán las temporadas de las temporadas primavera o verano que es cuando se presenta la mayor diversidad y riqueza de estas plantas (Ramírez, et al 1996). Se catalogara además a la vegetación según la forma de vida como hidrófitas sumergidas, hidrófilas natantes, hidrófitas flotantes libres y helófitos o emergidas (Ramírez & San Martín, 2006).

### 4.1.3. RESULTADOS

#### FLORA

La flora nativa y naturalizada que habita el sector de estudio esta compuesta por 102 especies, entre las cuales, las endémicas y nativas suman solamente 50. Se presenta el catalogo florístico de la zona de estudio indicando las mayores categorías taxonómicas; Pteridophyta clase Filicopsida, Angiospermae clase Magnoliopsida y Angiospermae clase Liliopsida con las respectivas familias de cada grupo. Para cada especie se indica también el Origen (Endémica =E, Nativa no endémica=N o adventicia=A); Formas de Vida (Me, Mi=Meso y Microfanerófitos, Na=Nanofanerófitos, Fs=Lianas, S=Suculentas, Ca=Caméfitos, He=Hemicriptófitos, Ge=Geófitos, Hel=Helófitos, Hi=Hidrófitos, Pa=Parásitos); Estados de Conservación (EP=En Peligro, V=Vulnerable, IC=Insuficientemente Conocida, R=Rara, FP=Fuera de Peligro, NE=No Evaluada) y Unidad Ambiental en que se encontró.

**TABLA 1: CATÁLOGO FLORÍSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

PTERIDOPHYTA: FILICOPSIDA						
Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo	Origen	F. V.	E. C.	U.A.
Salvinaceae	Azolla filiculoides	Flor del pato	N	Hi	IC(V?)	4,5,6
ANGIOSPERMAE: MAGNOLIOPSIDA						
Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo	Origen	F. V.	E. C.	U.A.
Aizoaceae	Carpobrotus equilaterus	Doca	N	He	V	2,3
Aizoaceae	Mesembryanthemum crystallinum	Escarcha	A	Te		1,2,3,7
Apiaceae	Apium nodiflorum	Apio	A	Hi		4,5
Apiaceae	Conium maculatum	Cicuta	A	Te		7,8
Apiaceae	Foeniculum vulgare	Hinojo	A	He		7
Apiaceae	Hydrocotyle bonariensis	Sombbrero de agua	N	Hi	FP	4,5,6
Asteraceae	Ambrosia chamissonis	Ambrosia	N	Ca	FP	2,3
Asteraceae	Baccharis linearis	Romerillo	N	Na	FP	1,2,7
Asteraceae	Baccharis juncea	Chilca	N	Ca	FP	5
Asteraceae	Baccharis marginalis	Chilca	E	Na	FP	4,7
Asteraceae	Baccharis pingraea	Chilquilla	N	Ca	FP	2,5,7
Asteraceae	Centaurea melitensis	Cardillo	A	Te		7
Asteraceae	Chrysanthemum coronarium	Manzanillón	A	Te		7
Asteraceae	Conyza bonariensis		A	Te		7,8
Asteraceae	Cotula coronopifolia	Botón de oro	A	Hi		4,5
Asteraceae	Cynara cardunculus	Cardo penquero	A	He		1,7
Asteraceae	Haplopappus parvifolius	Crespilla	E	Ca	FP	1,2
Asteraceae	Lactuca serriola	Lechuguilla	A	Te		7
Asteraceae	Madia sativa	Melosa	N	Te	FP	4,5,7
Asteraceae	Sonchus asper	Cerrajilla	A	Te		5,7

Asteraceae	Taraxacum officinale	Diente de león	A	He		4,7,8
Asteraceae	Tessaria absinthioides	Brea	N	Na	FP	2,5,8
Boraginaceae	Heliotropium stenophyllum	Palo negro	E	Na	FP	1,7
Brassicaceae	Brassica nigra	Mostaza	A	Te		7
Brassicaceae	Rorippa chubutica	Berro	N	He	NE	4,6
Brassicaceae	Hirschfeldia incana	Mostacilla	A	Te		7
Brassicaceae	Raphanus sativus	Rábano silvestre	A	Te		2,7,8
Caryophyllaceae	Cerastium arvense	Oreja de ratón	A	He		1,4
Caryophyllaceae	Spergularia villosa		N	He	IC(V?)	1,2
Cuscutaceae	Cuscuta chilensis	Cabello de ángel	N	Pa	FP	1,7
Chenopodiaceae	Atriplex semibaccata	Pasto salado	A	He		1,5
Chenopodiaceae	Chenopodium album	Quinguilla	A	Te		7
Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	Paico	N	He	FP	2,4,6
Chenopodiaceae	Chenopodium multifidum	Paico	A	He		4
Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	Sosa	N	He	FP	2,3,5,7,8
Chenopodiaceae	Suaeda foliosa	Suaeda	N	Na	FP	4,5
Euphorbiaceae	Ricinus comunis	Higuerilla	A	Na		7
Fabaceae	Adesmia tenella	Arverjilla	E	Te	FP	1,2
Fabaceae	Galega officinalis	Galega	A	He		4,5,6,7
Fabaceae	Melilotus indicus	Trébol amarillo	A	Te		1,2,7
Fabaceae	Otholobium glandulosum	Culén	N	Mi	FP	4,5,8
Fabaceae	Trifolium repens	Trébol blanco	A	He		4,5,7,8
Fumariaceae	Fumaria agraria	Hierba de culebra	A	Te		7,8
Frankeniaceae	Frankenia chilensis	Hierba del salitre	N	Ca	FP	1,2,3,7
Geraniaceae	Erodium moschatum	Alfilerillo	A	Te		1,2,8
Goodeniaceae	Selliera radicans		N	He	IC(V?)	4,5
Labiatae	Mentha pulegium	Poleo	A	He		4,5
Loasaceae	Loasa tricolor	Ortiga caballuna	N	Te	FP	7
Malvaceae	Cristaria glaucophylla	Malvilla	E	He	FP	1,2,3,7,8
Malvaceae	Lavatera assurgentiflora	Malvaloca	A	Na		7,8
Malvaceae	Malva parviflora	Malvilla	A	Te		7
Mimosaceae	Acacia caven	Espino	N	Mi	FP	1,7
Mimosaceae	Albizzia lophanta	Aromillo	A	Mi		7
Mirtaceae	Eucaliptus globulus	Eucalipto	A	Me		1
Myoporaceae	Myoporum laetum	Mioporo	A	Mi		7
Nolanaceae	Nolana crassulifolia	Sosa brava	E	Ca	FP	2
Nolanaceae	Nolana paradoxa	Suspiro	E	He	FP	2,7
Onagraceae	Ludwigia peploides	Pepinillo de agua	N	Hi	IC(V?)	4,5
Onagraceae	Oenothera coquimbensis	Don Diego	E	Te	FP	1,2,7
Oxalidaceae	Oxalis laxa	Vinagrillo	N	Te	FP	7,8
Papaveraceae	Argemone hunnemannii	Cardo santo	N	Te	FP	1,7
Papaveraceae	Eschscholzia californica	Dedal de oro	A	He		2
Plantaginaceae	Plantago hispidula		E	Te	FP	1,2,3,4

Plantaginaceae	Plantago major	Llantén	A	He		4,5,8
Polygonaceae	Polygonum persicaria	Duraznillo de agua	A	Hi		4,5
Polygonaceae	Rumex crispus	Romaza	A	He		2,4,5,8
Polygonaceae	Muehlenbeckia hastulata	Quilo	N	Na	FP	7
Primulaceae	Anagallis arvensis	Pimpinela azul	A	Te		2,4,5
Ranunculaceae	Ranunculus cymbalaria	Ranúnculo	N	He	FP	4,5
Ranunculaceae	Ranunculus muricatus	Centella	A	He		4
Rosaceae	Rubus ulmifolius	Zarzamora	A	Na		5,7
Scrophulariaceae	Mimulus luteus	Berro amarillo	N	Hi	FP	4,5,6
Scrophulariaceae	Verbascum virgatum	Mitrún	A	He		1,7
Solanaceae	Lycium chilense	Coralillo	N	Na	FP	1,2,7
Solanaceae	Nicotiana glauca	Palqui inglés	A	Na		7
Solanaceae	Cestrum palqui	Palqui	N	Na	FP	8
Solanaceae	Solanum heterantherum	Esparto	E	He	FP	1,2,7,8
Solanaceae	Solanum pinnatum	Tomatillo	E	Ca	FP	1,2
Tropaeolaceae	Tropaeolum majus	Espuela de galán	A	Te		5
Verbenaceae	Verbena litoralis	Verbena	N	He	FP	4,7
Verbenaceae	Phyla canescens	Hierba de la Virgen María	A	He		4,5,7,8

#### ANGIOSPERMAE: LILIOPSIDA

Familia	Nombre científico	Nombre vernáculo	Origen	F. V.	E. C.	U.A.
Cyperaceae	Eleocharis macrostachya		N	Hel	FP	5,8
Cyperaceae	Cyperus eragrostis	Cortadera	N	Hel	FP	4,5,7,8
Cyperaceae	Scirpus californicus	Trome - Totorá	N	Hel	IC(V?)	5,6
Juncaceae	Juncus acutus	Junco redondo	N	Hel	IC(V?)	1,2,5
Juncaceae	Juncus bufonis	Pasto del sapo	N	Hel	FP	4,5,8
Lemnaceae	Lemna minuta	Lenteja de agua	N	Hi	FP	5
Poaceae	Agrostis capillaris		A	He		7,8
Poaceae	Arundo donax	Caña	A	Ge		7
Poaceae	Avena barbata	Teatina	A	Te		1,7,8
Poaceae	Bromus rigidum	Bromo	A	Te		1,7
Poaceae	Cortaderia speciosa	Cola de zorro	N	He	FP	7,8
Poaceae	Distichlis spicata	Pasto salado	N	He	FP	1,2,3,5,7,8
Poaceae	Hordeum murinum	Flechilla	A	Te		8
Poaceae	Lolium perenne	Ballica inglesa	A	He		1,7,8
Poaceae	Paspalum vaginatum	Chépica	A	Ge		4,5,7,8
Poaceae	Phragmites communis	Carrizo	A	Hel		5
Poaceae	Poa annua	Piojillo	A	Te		1,2,7
Poaceae	Polypogon monspeliensis	Colita de zorra	A	He		4,5
Poaceae	Schismus arabicus	Zácate árabe	A	Te		4,7
Pontederiaceae	Eichornia crassipes	Jacinto de agua	A	Hi		6
Potamogetonaceae	Potamogeton strictus	Huiro	N	Hi	IC(EP?)	4,6
Typhaceae	Typha angustifolia	Vatro -Totorá	N	Hel	FP	5

La riqueza florística total para el área de estudio es de 104 especies, las cuales pertenecen a tres clases Filicopsida, Magnoliopsida y Liliopsida con un 6.3%, 81.2 % y 12.5 % respectivamente (Tablas 1 y 2). La clase mejor representada es la Magnoliopsida con 33 familias. Entre ellas, las Asteraceae es la más diversa con 16 especies; luego está Chenopodiaceae con 6 especies seguidas de las familias Fabaceae y Solanaceae con 5 especies cada una. Dentro de la clase Liliopsidas con 7 familias y 22 especies, la más representada es la familia Poaceae con 13 especies (Tabla

**TABLA 2: INFORMACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES VEGETALES**

Clase	Familias		Especies	
	N°	%	N°	%
Filicopsida	1	2.4	1	0.9
Magnoliopsida	33	80.5	81	77.9
Liliopsida	7	17.1	22	21.2
<b>Total</b>	41	100	104	100

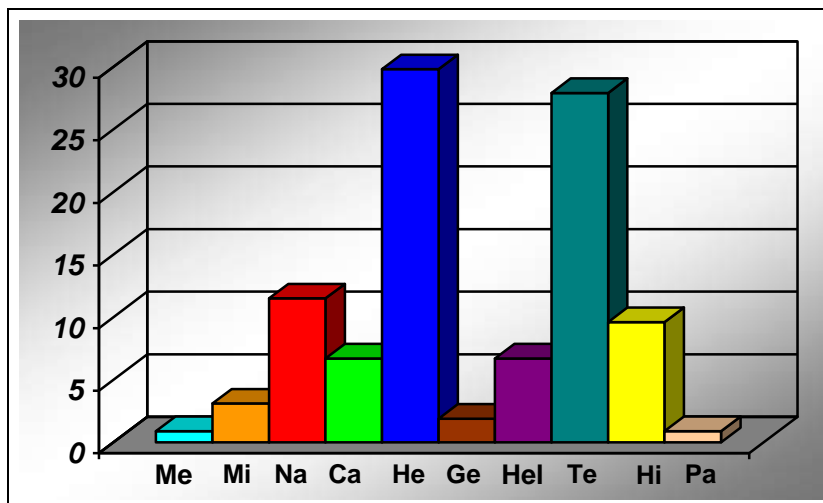
Se cuantificaron 10 formas de vida con un predominio importante de las hierbas perennes (Hemicriptófitos) con un 29.8 %, y las hierbas anuales (Terófitos) con un 27.9 %. Los arbustos (Nanofanerófitos) y los subarbustos suman un 18.2 %. Las hierbas acuáticas (hidrófitos) llegan al 9.6 %, mientras que las hierbas palustres (Helófitos) están representadas en un 6.7 %. Los árboles pequeños y medianos (Micro y Mesofanerófitos) son menos abundantes alcanzando sólo el 4 %. Las restantes formas de vida no superan el 2 % (Tabla 3, Fig. 2)

**TABLA 3: FORMAS DE VIDA DE LAS ESPECIES VEGETALES**

Formas de Vida (F.V.)	N°	%
Mesofanerófitos (Me)	1	0.9
Microfanerófitos (Mi)	4	3.1
Nanofanerófitos (Na)	12	11.5
Caméfitos (Ca)	7	6.7
Hemicriptófitos (He)	31	29.8
Geófitos (Ge)	2	1.9
Helófitos (Hel)	7	6.7
Terófitos (Te)	29	27.9
Hidrófitos (Hi)	10	9.6
Parásitos (Pa)	1	0.9

**FIG. 2: ESPECTRO BIOLÓGICO. PORCENTAJES DE FORMAS DE VIDA**



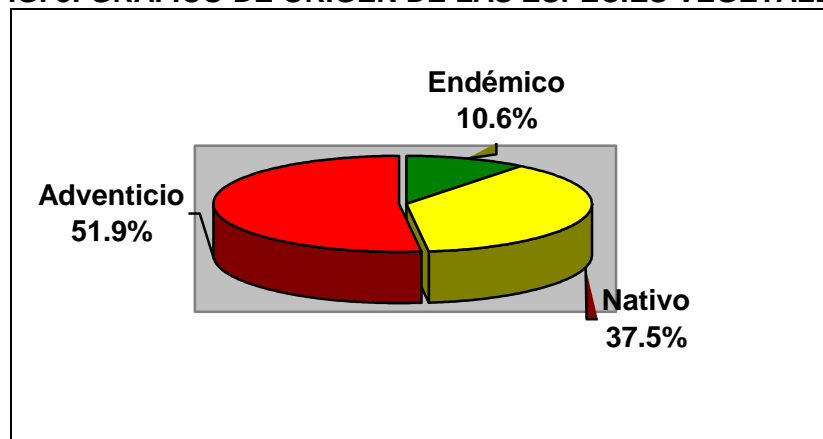


Con respecto al origen de las especies vegetales las Adventicias suman 54 con un 51.9 % de representatividad, mientras que entre nativas y endémicas sólo llegan al 48.1 % de estas las endémicas tienen la menor presencia, con sólo el 10.6 % (Tabla 4 y Fig. 3)

**TABLA 4: ORIGEN DE LAS ESPECIES VEGETALES**

Origen	N°	%
Endémico	11	10.6
Nativo	39	37.5
Adventicio	54	51.9

**FIG. 3: GRÁFICO DE ORIGEN DE LAS ESPECIES VEGETALES**



De acuerdo al Estado de Conservación de las 104 especies reconocidas sólo el 7.6 % estaría con problemas de conservación en la región, la Vulnerable (V) serian *Carpobrotus equilaterus*, mientras que *Azolla filiculoides*, *Spergularia villosa*, *Selliera radicans*, *Ludwigia peploides*, *Scirpus californicus* y *Juncus acutus* están catalogadas como Insuficientemente Conocidas (IC/V?) pudiendo estar Vulnerables y *Potamogeton strictus* es Insuficientemente conocido, pudiendo estar En Peligro (IC/EP). El 40.4% de ellas se encontraría en la categoría de fuera de peligro (FP) y sólo un 0.9% No estaría Evaluada. (Tabla 5).

**TABLA 5: ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES**

Estados de Conservación (E.C.)	Nº	%
Vulnerables (V)	1	0.9
Insuficientemente Conocida (IC)	7	6.7
Fuera de Peligro (FP)	42	40.4
No Evaluada (N.E.)	1	0.9

## LA VEGETACIÓN Y SU DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En el sector de estudio se han registrado respecto a las formas de vida y su abundancia algunas especies dominantes que caracterizan los distintos tipos de vegetación y estos son:

### A- LEÑOSAS BAJAS (MATORRAL)

1- Matorral de Crespilla y Romerillo: Matorral abierto que cubre un área aproximada de 1,8 Há. La especies dominantes son *Haploppapus parvifolius* con una cobertura del 35% y *Baccharis linearis* con cobertura del 25%, además de un variado estrato herbáceo en el cual las especies no sobrepasan el 5% de cobertura y en conjunto llegan al 70%, encontrándose *Cristaria glaucophylla*, *Solanun heterantherum* entre otras y con algunos representantes de *Eucaliptos globulus* (12) que representan el 10% de cobertura.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

2- Matorral-Pradera de Sosa, Pasto salado, Brea y Romerillo: Matorral muy abierto con un 65% de *Sarcocornia fruticosa* y un 40% de *Distichlis spicata*, un 30% de *Tessaria absinthioides* y 15% de *Baccharis linearis*. También se encuentran aquí por bajo el 5% *Juncus acutus* y *Solanum heterantherum*. Esta formación vegetal cubre un área aproximada de 6,4 Há

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

3- Matorral Dunario de Ambrosia, Doca y Sosa: Matorral achaparrado de suelos arenosos, cubre una superficie aproximada de 0.9 Há. Dominan *Ambrosia chamissonis* con un 25% de cobertura y *Carpobrotus equilaterus* y *Sarcocornia fruticosa* con un 30% y 65% de cobertura respectivamente.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

#### B- HERBÁCEAS

4- Macrófitas arraigadas bajas, Berro y Apio: Vegetación que ocupa un área de 1,05 Há y cuyas especies dominantes son *Rorippa chubutica* y *Apium nodiflorum* con una cobertura de 40 % y 50% respectivamente, acompañadas de leñosas escasas que no sobrepasan el 5% como *Baccharis marginalis*, de otras herbáceas hidrófilas.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

5- Macrófitas Palustres altas Trome y Titora: Unidad de helófitas que cubre un área aproximada de 4.1 Há. Es una formación muy homogénea formada por *Scirpus californicus* Con una cobertura de 75% y *Typha angustifolia* con un cobertura de 30%, a veces se acompaña de hidrófilas flotantes como *Azolla filiculoides* y *Lemna minuta*, pero no sobrepasan el 5% de cobertura.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

6- Macrófitas Natantes Jacinto de agua y Hierba del pato: Hidrófitas libreflotantes que ocupan un área aproximada de 0.4 Há. Las especies dominantes son *Eichornia crassipes* con un 85% de cobertura, *Azolla filiculoides* con un 15% de cobertura y *Lemna minuta* que no sobrepasa el 5% de cobertura.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

7- Pradera ruderal de Pasto salado, Chépica: Pradera también afectada por incendios y cuyas hierbas dominantes son *Distichlis spicata* con 45% de cobertura y *Paspalum vaginatum* con 40% de cobertura, además se agregan acá muchas especies de gramíneas y otras malezas herbáceas que cubren en total mas del 60%. Ocupa un área aproximada de 3.8 Ha.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

8- Pradera de Junquillo y Pasto salado: Pradera natural rebrotada después de incendio cubre aproximadamente 5.5 Há y sus especies dominantes son *Eleocharis macrostachya* con cobertura del 60 % y *Distichlis spicata* con cobertura de 35 % la altura de este estrato es de 30 cm., suelen agregarse también *Juncus buffonis* con coberturas bajo el 5%.

Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia.

### FORMULARIO DE TERRENO

N°	Formación vegetal	Especies dominantes	G.A.	Observaciones
1	LA 1 LB 5 H 5	Hp, Bl, cg, sh, EG	3.2	Leñoso alto (16-32 m) muy escaso, leñoso bajo (50-100 cm) y herbáceo (25-50 cm) poco denso
2	LB 4 H 6	sf, ds, Bl, Ta	3.1	Leñoso bajo (50-100 cm) claro, y herbáceo (25-50 cm) denso
3	LB 3 H 6	Ach, ce, sf	3.2	Semileñoso bajo (25-50 cm) muy claro y herbáceo (25-50 cm) denso
4	LB 1 H 6	rch, an, Bm	3.1	Macrófitas herbáceas arraigadas bajas (25-50 cm) densas y leñosa bajas (1-2 m) muy escasas
5	LB 1 H 7	sc, ta, Ta	2.2	Macrófitas herbáceas palustres altas (mas de 2 m) muy densa y leñosas bajas (1-2 m) muy escasas
6	H 7	ec, af, lm	--	Macrófitas natantes libres herbáceas (0-25 cm) muy densa
7	LB 1 H 6	ds, pv, ab, lp, em, La	3.3	Pradera artificial degradada (25-50 cm) densa y leñosas bajas (1-2 m) muy escasas
8	H 7	em, ds	3.1	Pradera natural degradada (25-50 cm) muy densa

### NOMENCLATURA PARA ESPECIES DOMINANTES

Especie	Sigla	Especie	Sigla
Haplopappus parvifolius	Hp	Scirpus californicus	sc
Baccharis linearis	Bl	Typha angustifolia	ta
Cristaria glaucophylla	cg	Tessaria absinthioides	Ta
Solanum heterantherum	sh	Eichornia crassipes	ec
Eucaliptos globulus	EG	Azolla filiculoides	af
Sarcocornia fruticosa	sf	Lemna minuta	lm
Distichlis spicata	ds	Paspalum vaginatum	pv
Ambrosia chamissonis	Ach	Avena barbata	ab
Carpobrotus equilaterus	ce	Lolium perenne	lp
Rorripa chubutensis	rch	Eridium moschatum	em
Apio nodifloro	An	Lavatera arssungentifolia	La
Baccharis marginalis	Bm	Eleocharis macrostachya	em

## CARTA DE OCUPACION DE TIERRAS

### 4.2. FAUNA

#### 4.2.1. ANTECEDENTES GENERALES

##### 4.2.1.1. FAUNA DE VERTEBRADOS

La situación de la biodiversidad nacional, según Arroyo en 1995 la definía como desoladora, solo considerando el estado de su conocimiento. Situación, luego de transcurridos más de diez años, ha empeorado al sumarle los efectos de la depredación del ser humano y de la contaminación, casi generalizada, de los ambientes.

Afortunadamente, movimientos proteccionistas de la naturaleza y de sus especies, ha tomado cada día más fuerza y la preocupación por ella ha permeado todos los niveles de la sociedad y se ha iniciado la de la administración.

Al igual que la flora, la fauna chilena, se destaca de manera especial por sus endemismos. Gracias a las formidables fronteras, por una parte el Océano Pacífico, por otra la majestuosa Cordillera de Los Andes y por el desolado y gran Desierto de Atacama. Los endemismos están claramente establecidos para los peces de agua dulce, anfibios, reptiles y por algunos mamíferos terrestres. Las aves, por su carácter de voladoras, poseen escasas especies endémicas, en cambio si presentan un buen número de animales visitantes que descansan en los humedales costeros.

Por otra parte nuestra fauna de invertebrados sufre de un amplio desconocimiento, pues sufre con el precepto "lo que no se ve, no existe". Aunque su número sobrepasa varias veces a los vertebrados.

##### 4.2.1.1.1. PECES CONTINENTALES

Desde la perspectiva de la diversidad biológica, nuestro país no se destaca por la riqueza

en especie de peces de agua dulce. Sin embargo lo más importante de ella son las destacables especies endémicas que se presenta. En tal sentido, el total de especies de peces continentales alcanza según Vila *et al.* (2006) a 44 especies, comprendiendo tanto a nativas como endémicas, y que poseen alguna consideración o status de conservación particular. Los cuales según Glade (1993) el 41% y el 52% corresponden a especies en Peligro de Extinción o en situación Vulnerable.

Bibliografía sobre la ictiofauna presente en el sitio del “Estero El Culebrón” además, de escasa es muy pobre en información. Y se reduce a la contribuciones de Ormeño (2005), quien resalta la importancia de la presencia de especies invasivas en los cursos del agua. Reconociendo para el caso del estero El Culebrón, que la introducción de *Gambusia holbrooki* (*ex affinis*) ha representado un factor importante en el aumento de la presión sobre las poblaciones de camarones de río del norte, *Cryphiops caementarius*, de peces y posiblemente sobre los estados larvarios de anfibios presentes en el estero, como es el caso de *Pleurodema thaul*. Es destacable que la importante contribución de Cerasa & Martínez (2007) sobre la fauna de vertebrados del Estero El Culebrón, no mencionen en absoluto a los peces de dicho humedal.

#### **4.2.1.1.2. ANFIBIOS**

En relación a la fauna de anfibios de este humedal no hay datos bibliográficos publicados, solo unos pocos informes, que indican que en este humedal se pueden encontrar *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) (CAACH, 2003). La clase de los Anfibios, es una taxa que está siendo muy fuertemente afectada por el calentamiento global, dado que está desecando muchos cuerpos de agua o reduciendo sus caudales, colocando en peligro su persistencia en tales cuerpos de agua.

Evidentemente la presencia de una sola especie de anfibio para el Humedal El Culebrón, es un número extremadamente bajo, al considerar que Vidal et al (2008) identifican 59 especies para todo el país.

La existencia de Anfibios para los ecosistemas son fundamentales pues participan como especies irremplazables en la cadenas tróficas además actúan como excelentes bioindicadores, al permitir conocer la calidad de los ecosistemas en los que se encuentran (Díaz - Páez et al, 2008)

#### **4.2.1.1.3. REPTILES**

Al igual que los anfibios los reptiles son elementos de gran importancia en los ciclos de la circulación de la materia. A nivel mundial, Chile está dentro de los 20 países con porcentajes de endemismos más altos, con alrededor del 69 y 55% para anfibios y reptiles, respectivamente (Díaz – Páez et al, 2008).

La Corporación Ambientes Acuáticos de Chile – CAACH – e Hiriart, ambos en el 2003 reconocieron la presencia de solo dos especies de lagartijas *Liolaemus lemniscatus* y *L. nigromaculatus*.

#### **4.2.1.1.4. AVES**

CONAMA en el 2002, citó la existencia de 83 especies de aves repartidas en 12 Órdenes correspondiendo al 18% de la avifauna nacional. En el año 2003, la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, ratifica los 12 Órdenes reconocidos anteriormente pero



sólo 82 especies de aves. Ambos trabajos destacan la gran importancia que tienen los Órdenes Charadriiformes y Passeriformes. Con lo cual este humedal cobra real importancia siendo declarado sitio prioritario.

Desde la perspectiva de la conservación el sitio alberga durante la época estival, la mayor concentración de Gaviotas de Franklin (*Larus pipixcan*) en la bahía de Coquimbo.

En relación a la avifauna la importancia radica en la presencia de aves migratorias que llegan entre Chorlos y Playeros, 24 especies: 8 chorlos, migradores boreales, residentes y migradores australes provenientes de la Patagonia Chilena, y que ocupan especialmente las lagunas costeras y 16 especies de playeros migradores boreales de verano que ocupan los humedales de playa de la zona además se encuentran chorlos y playeros de tamaño menor, destacándose el Playero blanco (*Calidris alba*) en los sistemas de playa.

#### **4.2.1.1.5. MAMÍFEROS**

Este grupo de vertebrados sigue la misma característica de la fauna nacional, es decir muy baja riqueza de especies. Solo hay 150 especies de las cuales alrededor de 40 de ellas son marinas. Y por otra parte y en función a Muñoz & Yáñez (2000), estiman que más del 60% de ella se encuentra en alguna consideración especial de conservación.

En la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad” para la Región de Coquimbo realizada por CONAMA (2002), resalta para el sitio 4, que comprende desde el Estero El Culebrón hasta la Desembocadura del Río Elqui con una superficie aproximada de 18 ha. Esta área es reconocida como un área de importancia para la nidificación, descanso y alimentación de aves acuáticas. No menciona bajo ninguna forma la presencia de otros grupos o taxones de vertebrados. Además, establece que este sitio presenta un severo deterioro ambiental. Ya que se usa como un botadero no autorizado de basuras y desechos de construcción y de la creciente urbanización. La misma información es citada posteriormente por Habiterra (2004).

Hiriart en el 2003, informa de los registros de la fauna de vertebrados obtenidos en ocho humedales de la Región de Coquimbo, en donde señala, en total la presencia de 173 especies de fauna de vertebrados: 2 anfibios, 10 reptiles, 145 aves y 16 mamíferos. Estableciendo que la mayoría de las especies se encontraron asociadas a ambientes de humedal, rocas, acuáticos y de dunas con estrato arbustivo y herbáceo. Específicamente para el Humedal del Estero El Culebrón, reconoce la presencia de dos especies de roedores, una nativa como es *Oligoryzomys longicaudatus* (Ratón colilarga) y la otra introducida, *Mus musculus* (Laucha)

#### **4.2.1.2. INVERTEBRADOS TERRESTRES**

La denominación de «invertebrados» no tiene un sentido científico, sino que es meramente descriptiva. Se mantiene por la utilidad didáctica. Así, el grupo de los invertebrados corresponde a diversos phylla (tipos), la categoría taxonómica de mayor nivel después del reino.

El número de phylla de invertebrados es el mayor del reino animal. De hecho, los invertebrados son la mayoría de los animales. Hay que tener en cuenta que los vertebrados, aunque sean numerosos, importantes en los ecosistemas y más cercanos a nosotros, solamente abarcan un phylum, el de los cordados.

Los invertebrados juegan un tremendo papel en los ciclos de la materia y circulación de la energía. Por una parte son consumidos por una inmensa variedad de organismos, incluso el hombre. Y por otra parte son consumidores de otros invertebrados o de vegetales. Un número importante son parásitos. Lo cierto es que la mayor parte de los animales invertebrados corresponden a insectos.

#### **4.2.2. METODOLOGÍA**

##### **FAUNA DE VERTEBRADOS**

Para el estudio de la fauna de vertebrados acuáticos y terrestres se considerara:

##### **ORIGEN DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS**

En cuanto al origen de las especies de vertebrados reconocidos se realizará en base a Edwards (1982 y 1986); Olrog (1995); Redford & Heisenberg (1989); Veloso & Navarro (1988) y Zunino et al (2002). Reconociéndose la siguientes categorías

##### **ENDÉMICO (E)**

Es aquella especie animal o vegetal, que considerada oriunda del país en que vive, no encontrándose en otro país, y que además, posee una distribución geográfica restringida o limitada.

##### **NATIVO (N)**

Especie animal o vegetal que pertenece al país donde ha nacido, y se distribuye u ocupa una zona más o menos extensa y que esta presente en al menos dos países. De está manera un animal o vegetal puede ser nativo, pero no endémico.

##### **INTRODUCIDO (I)**

Animal o vegetal introducido en una región y que tiene su centro de origen en otro país.

##### **ESTADO DE CONSERVACIÓN DE (EC) DE LAS ESPECIES**

De acuerdo al artículo 3º de la Ley de caza Nº 19.473 (1996) y de su respectivo Reglamento (1998) se define y establece que una especie será considerada como:

##### **EXTINTA (EX)**

Se considerará extinta, cuando no se han encontrado individuos mediante búsqueda con métodos y en tiempo adecuados.

##### **EN PELIGRO (EP)**

Cuando presenta una probabilidad de extinción en el estado silvestre en un futuro inmediato o cercano.

##### **VULNERABLE (V)**

Cuando manifiesta un retroceso numérico que pueda conducirlo al peligro de extinción en el estado silvestre al mediano plazo.

##### **FUERA DE PELIGRO (FP)**

Cuando existe evidencia de que la especie no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano.

## INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA (IC)

Cuando no existe información suficiente que permita categorizarla en alguna de las anteriores.

## CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS

Según el artículo 3º de la Ley de Caza N° 19.473 (1996) y su respectivo Reglamento (1998) establece para las distintas especies de vertebrado terrestres los siguientes criterios de protección:

B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

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

Una misma especie puede tener más de criterio de protección.

## TRATAMIENTO ECOLÓGICO DE LAS MUESTRAS O INVENTARIOS

La caracterización ecológica de las comunidades de cada sector estudiado se realizará tomando conjuntamente a todos los vertebrados reconocidos, estableciéndose la riqueza específica (S) y la diversidad máxima ( $H_{máx}$ ). En caso de ambientes netamente diferentes además, se calculará la similitud taxonómica mediante el Índice de Jaccard ( $S_j$ ).

## UNIDADES AMBIENTALES

Las Unidades Ambientales corresponden a zonas homogéneas de vegetación y/o fisiográficas, en las cuales eventualmente podrían realizarse muestreos dependiendo de su tamaño, constitución (nativa o introducida) y representación del total.

Estas Unidades Ambientales se establecen en función a la vegetación predominante y las otras, que carecen de vegetación o es muy pobre, se identifican en base a sus condiciones o características fisiográficas o de paisaje.

## PECES CONTINENTALES

La selección de áreas de estudio al interior de cada sitio de interés se llevara a cabo en función de la revisión y análisis de la información bibliográfica, el análisis de imágenes satelitales y la experiencia del consultor. En función a lo anterior se establecieron cinco estaciones de muestreo, que corresponde a:

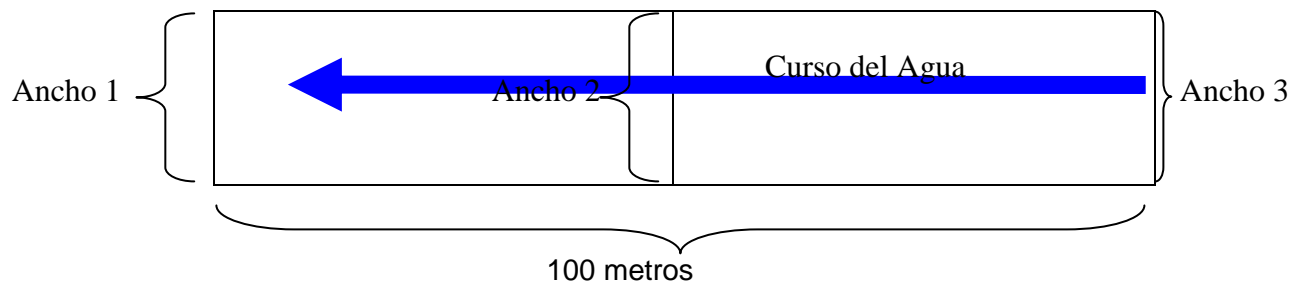
ESTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	Parte baja del estero, Desembocadura
2	Parte alta por arriba del puente ferrocarril
3	Sector medio, entrada brazo colateral
4	Brazo colateral
5	Parte interna del brazo colateral



Fuente: Google Herat.

Con el objeto de realizar un reconocimiento cualitativo y cuantitativo de las especies ícticas presente en las áreas de estudio al interior de los sitios de interés se desarrollará la siguiente metodología:

Delimitación del área de estudio:



Se medirán 100 metros paralelos al curso del agua. Se medirá el ancho del curso entre ambas orillas, anotando la profundidad cada un metro, cuando ello sea posible.

Mediante estos datos se calculará el volumen de agua.

Una vez delimitada el área de trabajo se realizara la pesca con chinguillos manuales de  $0.045\text{m}^2$  y 1 mm de abertura de malla o por pesca eléctrica que será realizada con un generador diseñado especialmente para no dañar a los peces dados la baja corriente y frecuencia de los impulsos eléctricos. En cada estación se realizarán cinco replicas.

A los peces capturados se les medirán sus parámetros morfométricos (largo total y Standard, ancho y peso). Luego serán liberados en el mismo punto de captura.

En cada estación de muestreo los peces capturados serán:

- Identificación de peces
- Origen de las especies, de acuerdo a Ruiz & Marchant, 2004.
- Abundancia Estimada ( $\hat{N}$ ).

Calculada mediante la captura en las zonas de muestreo, utilizando una red tipo chinguillo de área 0.045m<sup>2</sup>, identificando las especies y contándolas en cada una de los esfuerzos de captura, tomando como criterio mínimo 5 esfuerzos. La abundancia será estimada como el número de individuos por especie y, los resultados serán expresados en términos de densidad (ind/m<sup>2</sup>).

Como los valores obtenidos son estimaciones del verdadero valor de la abundancia de especies, a cada valor promedio de cada estación se le calcularán sus respectivos límites de confianza al 95%.

Con respecto a los permisos necesarios para realizar las capturas, estos serán tramitados en SERNAPESCA como permisos de pesca con fines científicos.

Toda la información y datos recopilados en el estudio, será sistematizada en tablas y gráficos, que permitan diferenciar el comportamiento de las biocenosis de peces en las distintas áreas de estudio.

Una vez obtenida y sistematizada la información, se procederá al análisis de datos, y cuyos resultados estarán en relación al comportamiento de la población de peces presentes en las distintas áreas y sitios de estudio. A través del análisis de los datos se sabrá si la población se encuentra en crecimiento o decrecimiento (en número de individuos o talla). De encontrarse en decrecimiento se enumerarán los factores estresantes, del más probable hacia el de menor influencia.

En función del análisis de los resultados de las etapas anteriores, se entregará propuestas de manejo de los sitios de interés las cuales estarán en relación a la disminución de los factores estresantes del medio. Las propuestas de manejo en el medio acuático pasan usualmente desde la disminución de pesca deportiva hasta diversas técnicas de recuperación de ribera. Estas últimas buscan restaurar el medio a una condición más favorable para el crecimiento de las poblaciones de peces.

### **ANFIBIOS Y REPTILES (HERPETOZOOS)**

Para la realización de este estudio se realizará una revisión previa de trabajos realizados en el sitio o áreas comparables, a fin de definir el diseño metodológico y de complementar los resultados en las labores de prospección en el campo. Hoy en día es evidente el fuerte impacto de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas, por lo cual la investigación actual ha dirigido su atención en evaluar su tasa de alteración, transformación y efectos directos sobre sus componentes bióticos, ya que ellos son fundamentales para la implementación de planes de conservación. Dentro de esta perspectiva, los anfibios y reptiles han sido considerados como objeto de estudios, ya que en muchos casos debido a su vulnerabilidad, son considerados bioindicadores de la calidad de los ecosistemas (Manzanilla & Péfaur, 2000).

En este estudio se pretende analizar ciertas variables intrínsecas de cada una de las especies de anfibios y reptiles que habitan en la zona de estudio. Básicamente se

desea obtener información sobre abundancia, densidad por unidad de superficie, además todos aquellos parámetros que expresan las condiciones de la estructura de la comunidad de anfibios reptiles y principalmente aves que es la taxa mas representativa en número de especies que corresponden a la diversidad (H'), riqueza de especies (S) y Equitabilidad (J) y sus relaciones con las diferentes unidades vegetacionales presentes en el área de estudio

Para el desarrollo del proyecto en cada una de las áreas previamente seleccionadas, se usarán diversas técnicas de captura, tanto directas y/o indirectas. En el primer caso se usarán recorridos diurnos y nocturnos para la visualización directa y la escucha de las vocalizaciones de anfibios particularmente en horas vespertinas una vez ya oscurecido, con una frecuencia establecida regularmente, y en horas de máxima insolación para la visualización de las especies de reptiles

## **AVES**

Las especies de aves serán reconocidas a través de varias técnicas de muestro para determinar la biodiversidad de la unidades muestrales que se considerara establecer la riqueza de especie (S) la abundancia relativa de las especies de aves presentes y la diversidad de cada una de las comunidades detectadas que allí habitan y sus relaciones con las unidades vegetales y no vegetales como son la playa arenosa de la desembocadura y el espejo de agua del estero como la laguna que se forma en este humedal, lo que hace necesario realizar a lo menos tres muestreos por cada zona, dos durante el periodo que dure la presente consultoría. Para que esto se pueda obtener se requiere establecer tres tipos de muestreos.

a.- Muestreo a través de transectos en las zonas a muestrear que contemple transectos de distancias de 1 Km. cada una y un ancho de cien metros que se recorrerán en un tiempo definido y el número mínimo de transectos por lugar deben ser de 3 a 5 dependiendo la topografía del lugar. Cada una de estos transectos debe considerar los biotopos característicos de la diversidad de ecosistemas de cada zona.

En el recorrido de cada transectos se identificaran todas las aves avistadas a las distancias permitidas por la capacidad de los prismáticos marca Zeiz de 10 x 40 o de 8 x 40, contando su número, además se registrara el tipo de conducta observada y los lugares de avistamiento, considerando los sitios de concentración y nidificación de las especies presentes en cada zona de estudio. Los horarios de observación son distintos dependiendo los tipos de aves, en el caso de aves terrestres se realizaran a tempranas horas del día, en cambio para la avifauna marina y dulceacuícola debe ejecutarse los muestreos en horarios diferencias dependiendo los ritmos circadianos de cada especie que varían muchísimo en estas aves (Rasek y Riveros, 2006)

b.- En los mismos transectos del punto anterior se determinaran en terreno a lo menos dos estaciones de escucha para gravar vocalizaciones de aves para su identificación y en particular en situaciones de difícil observación directa. Además se fotografiaran y filmaran las aves en sus biotopos, antecedentes necesarios para diseñar posible material de difusión.

c.- En relación a la metodología a utilizar se establecerán puntos de observación en el perímetro de la laguna a distancias iguales para poder establecer los lugares de concentración de avifauna y sitios de reproducción. También se

grabaran imágenes y sonidos emitidos por las aves presentes.

Con todos los datos obtenidos se podrán establecer los listados de familias y especies, su densidad:

A = abundante  
AO = abundante ocasional  
E = escaso  
R = raro  
- = ausente

y su dependencia de la vegetación

A = alta  
M = mediana  
B = baja  
- = menos de 5 individuos en total

Y la caracterización ecológica de las comunidades de cada sector estudiado, Este se realizará tomando en consideración a todas las especies reconocidas, estableciéndose la riqueza específica (S), la diversidad (H'). Además se establecerá la relación existente con cada una de las unidades vegetacionales y no vegetacionales.

## **MAMÍFEROS**

Los pequeños mamíferos serán identificados y dimensionadas sus poblaciones con la aplicación de trampas de vivo (tipo Sherman) cebadas con cebos tradicionales. Dispuestas en grillas de de 8x 8 con una separación de 10 metros entre trampas. Se estimará su abundancia mediante el Índice de Abundancia Relativa (IDR) consistente en la razón entre el número de animales capturados de la Spi/Nº de noches trampeadas por el nº de trampas usadas (Zunino et al, 2000).

Los mamíferos mayores serán reconocidos/contados mediante observación directa con la ayuda de binoculares o catalejo, o por identificación de sus signos (gritos, huellas, fecas o marcas olorosas).

## **INVERTEBRADOS TERRESTRES**

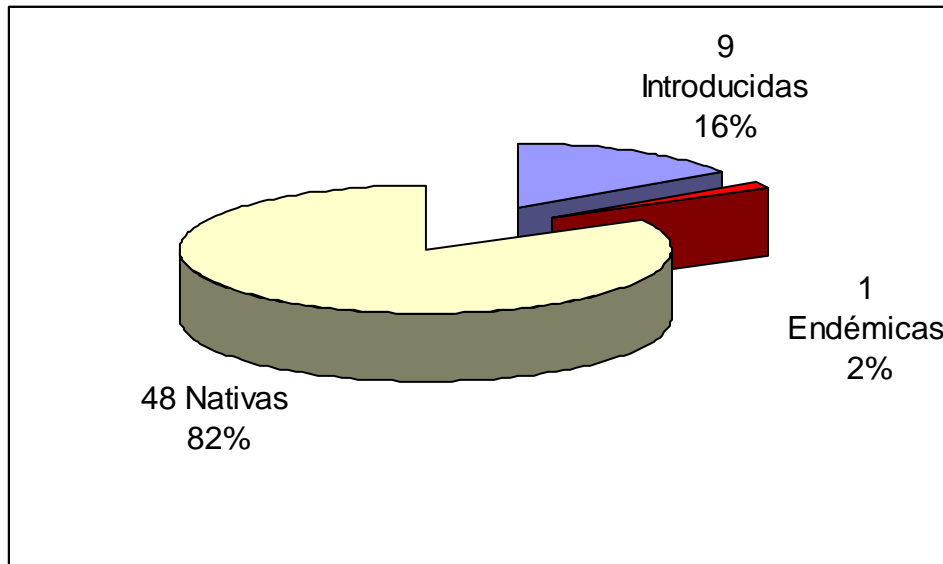
Se seleccionaron tres estaciones de muestreo, parte alta, media y baja del cuerpo de agua. Se utilizarán trampas de Barber (pit-fall), estas permiten estimar la composición faunística y abundancia relativa de las distintas especies (Solervicens, 1973; Southwood, 1996). El muestreo comienza luego de identificar los ambientes a ser evaluados, se procede a colocar en cada uno de ellos tres trampas Barber, cada trampa es enterrada hasta el nivel del suelo, y se coloca una solución de formalina y un poco de detergente. Las trampas se ubican a una distancia de 5 m. una de otra, en distintas situaciones microambientales, ya sea, bajo el follaje de los árboles, arbustos, en suelo desnudo entre otras (CONAMA, 2006)

**4.2.3. RESULTADOS  
FAUNA DE VERTEBRADOS**

**ORIGEN FAUNA**

En el caso de la fauna de vertebrados, un importante número de estas especies son endémicas o nativas, que en total alcanzan al 84% (Fig. y Tabla ). Valor de biodiversidad bastante significativo, ya que por su ubicación la intrusión de especies foráneas es altamente posible, a causa de los residuos domiciliarios que se han acumulados en la periferia del humedal. Así como también por el arrastre de las aguas, que muy a menudo es un vehículo de semillas, brotes o estacas de vegetales que se entronizan en las riberas de los cuerpos de agua.

**FIG. ORIGEN DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS EN HUMEDAL**



**TABLA VERTEBRADOS IDENTIFICADOS, INDICANDOSE SU ORIGEN ESTADO DE CONSERVACIÓN, CRITERIOS DE PROTECCIÓN, ABUNDANCIA Y PRESENCIA EN UNIDADES AMBIENTALES**

CLASE PESCES		ORIGEN	CONSERVACION	ABUNDANCIA	AMBIENTE
<b>ORDEN CYPRINIFORMES</b>					
<b>Familia Cyprinidae</b>					
Cyprinus carpio	Carpa	I		+	4, 5, 9
<b>ORDEN ATHERINIFORMES</b>					
<b>Familia Atherinopsidae</b>					
Odontesthes regia	Pejerrey de mar	N	V	+	9
<b>ORDEN PERCIFORMES</b>					



<b>Familia Mugilidae</b>					
Mugil cephalus	Lisa	N	F	+	9
<b>Familia Cichlidae</b>					
Cichlasoma facetum	Chanchito	I		+	4, 5
<b>ORDEN CYPRINODONTIFORMES</b>					
<b>Familia Poeciliidae</b>					
Cnesterodon decemmaculatus	Gambusia manchada	I		+	4, 5
Gambusia holbrooki	Gambusia común	I		+++	4, 5

CLASE ANPHIBIA		ORIGEN	CONSERVACION	B	S	E	ABUNDANCIA	AMBIENTE
<b>ORDEN ANURA</b>								
<b>Familia Bufonidae</b>								
<i>Bufo atacamensis</i>	Sapo de atacama	N	I		X	X	0.17	7
<b>Familia Leptodactylidae</b>								
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	N	V			X	0.50	4, 5
<b>CLASE REPTILIA</b>								
<b>ORDEN SQUAMATA</b>								
<b>Familia Tropiduridae</b>								
<i>Liolaemus kuhlmanni</i>	Lagarto de kulmanni	N	V		X	X	0.25	7
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	N	V		X	X		1, 2, 7
<b>CLASE AVES</b>								
<b>ORDEN PODICIPEDIFORMES</b>								
<b>Familia Podicipedidae</b>								
<i>Podiceps occipitales</i>	Blanquillo	N				X	.033	9
<b>Orden Procellariiformes</b>								
<b>Familia Pelecanidae</b>								
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	N		X		X	2.73	9, 10
<b>Orden Pelicaniformes</b>								
<b>Familia Phalacrocoracidae</b>								
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	N	C	A	Z	A	5.45	5, 9
<b>ORDEN CICONIFORMES</b>								
<b>Familia Ardeidae</b>								
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	N	R	X	X		0.08	5
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	N		X			0.66	3, 5, 4, 5
<i>Bubulcus Ibis</i>	Garza boyera	N		X			0.25	5
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	N				X	0.41	5

<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	N	R	X	X		0.17	4
<b>ORDEN ANSERIFORMES</b>								
<b>Familia Anatidae</b>								
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	N	C	A	Z	A	0.50	9
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	N	I				0.17	9
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	N					0.33	9
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>								
<b>FAMILIA FALCONIDAE</b>								
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	N		X	X		0.17	8
<b>ORDEN GRUIFORMES</b>								
<b>Familia Rallidae</b>								
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	N		X			0.17	5
<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita	N			X		0.41	5
<i>Fulica armillata</i>	Tagua	N	C	A	Z	A	0.99	9
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	N	C	A	Z	A	0.33	9
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	N			X		0.41	9
<b>ORDEN CHARADRIIFORMES</b>								
<b>Familia Charadriidae</b>								
<i>Vanellus chilensis</i>	Quelthehue	N		X		X	0.58	1,5
<b>Familia Haematopodidae</b>								
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	N				X	0.50	10
<b>Familia Recurvirostridae</b>								
<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	N		X			0.99	10
<b>Familia Scolopacidae</b>								
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	N		X			1.98	10
<b>Familia Laridae</b>								
<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	N	R		X		0.50	10
<i>Larus dominicanus</i>	Gavoita dominicana	N				X	38.07	9, 10
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	N		X			29.73	9, 10
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	N			X		1.73	10
<b>ORDEN COLUMBIFORMES</b>								
<b>Familia Columbidae</b>								
<i>Columba livia</i>	Paloma	I					0.33	8
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>								
<b>Familia Furnariidae</b>								
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	N		X			0.17	4, 5
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	N		X			0.83	5
<b>Familia Tyrannidae</b>								
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	N		X		X	1.98	2
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete-colores	N		X		X	0.99	5
<b>Familia Hirundinidae</b>								
<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	N		X		X	0.50	9

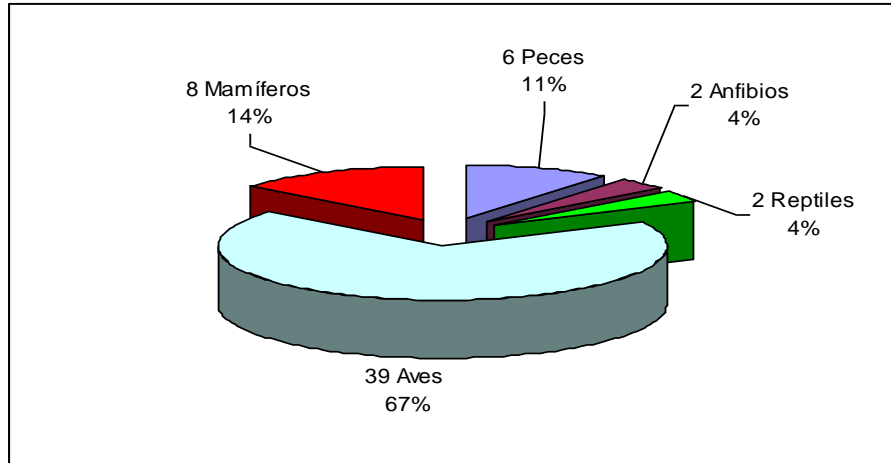
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro	N		X		X	0.33	
<b>Familia Troglodytidae</b>								
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	N		X		X	0.66	5
<b>Familia Mimidae</b>								
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	E		X			0.33	1
<b>Familia Emberizidae</b>								
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue	N	C	A	Z	A	0.33	5
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N		X			1.24	1, 2, 8
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	C	A	Z	A	0.66	7
<i>Agelaius thilius</i>	Trile	N		X			2.81	5
<b>Familia Fringillidae</b>								
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	N	C	A	Z	A	0.17	8
<b>Familia Pasaseridae</b>								
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	I	P	L	A	G	0.17	8
<b>CLASE MAMMALIA</b>								
<b>ORDEN RODENTIA</b>								
<b>Familia Muridae</b>								
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i> *	Ratón cola larga	N	C	A	Z	A		
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	N	C	A	Z	A	+	1
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	I	P	L	A	G	A +	2, 8
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata noruega	I	P	L	A	G	A +	8
<i>Mus musculus</i>	Laucha	I	P	L	A	G	A +	2, 8
<b>Familia Myocastoridae</b>								
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	N	V			X	+	
<b>ORDEN CARNIVORA</b>								
<b>Familia Canidae</b>								
<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chico o chilla	N	I			X		2
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue común	N	R	X		X		

- Citado por Hiriart (2003)

### COMPOSICIÓN DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS

La repartición de la riqueza de especies para cada una de las Clases de Vertebrados nacionales, sigue el patrón general de la biodiversidad para estas clases en el país. Es decir, las Aves es el grupo más diverso, con cerca de las 460 sp en total para Chile y los Anfibios es el menor con solo 60 sp. El resto se sitúa entre ambas Clases. Aunque los Peces, es un caso con una diferencia importante, ya que para el País se han reconocido más de 1100 sp, pero sólo el 6% corresponde a peces de aguas dulce o continentales (FIG. )

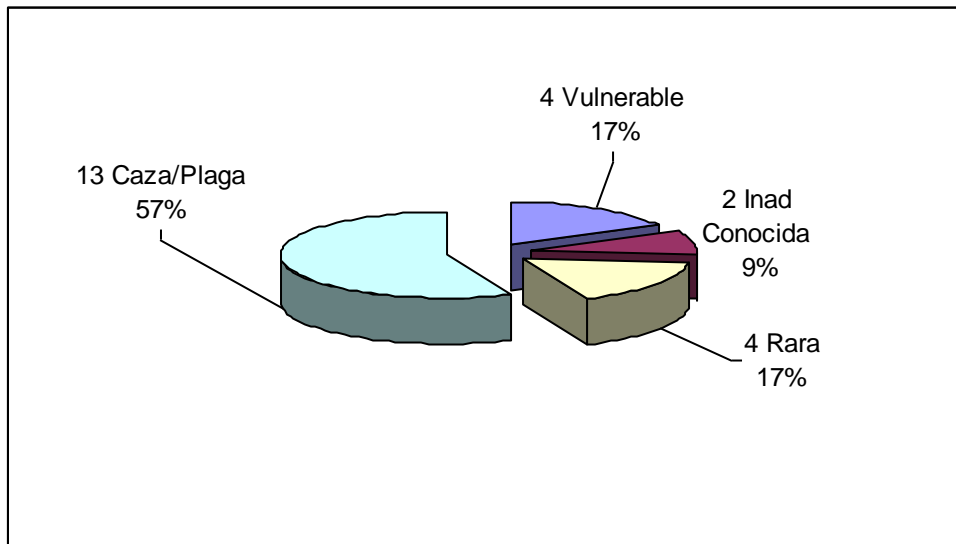
### FIG. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS



### ESTADO DE CONSERVACIÓN FAUNA

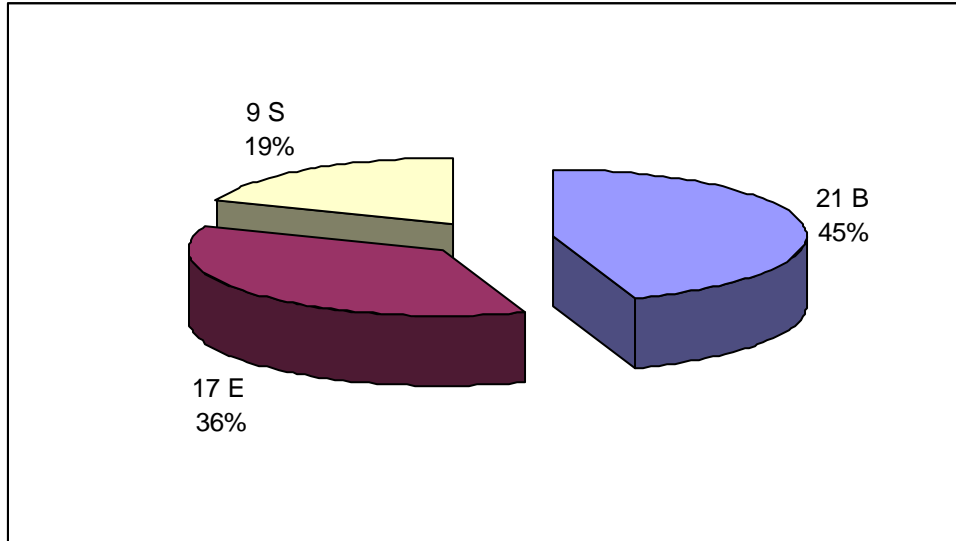
En los vertebrados se reconocen a solo cuatro especies como Vulnerables, igual número para la condición de Rara. Dentro de la categoría de Inadecuadamente Conocidas el porcentaje para los vertebrados es mucho menor que para Las otras consideraciones. Hay un apreciable número de especies que cuya caza está permitida, aunque en un periodo muy definido (Fig. y Tabla ).

**FIG. ESTADO DE CONSERVACIÓN FAUNA DE VERTEBRADOS TOTALES**



### CRITERIOS DE PROTECCIÓN

Según los criterios de protección, reconocidos solo para los vertebrados terrestres (excepto peces), se reconocen 21 especies como benéficas para los ecosistemas en que participan. Hay 17 especies importantes para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, y solo 9 especies cuyas poblaciones son de pequeño tamaño, por tanto más susceptibles de ser impactadas por algunos eventos ambientales y/o antrópicos (Fig. y Tabla ).



## PECES CONTINENTALES

La Comunidad de peces está compuesta taxonómicamente por cuatro Órdenes y cuatro Familias, siendo el Orden CYPRINODONTIFORMES el que presenta una Familia y dos especies en cambio el resto de los ordenes está representado por una familia y una especie cada uno de ellos. En esta composición solo dos especies son nativas (ver tabla) el resto son todas introducidas, la riqueza de esta comunidad particular es de seis especies.

En relación con su abundancia se puede indicar que todas las especies son abundantes en sus respectivas unidades ambientales en la cual se distribuyen, Cuatro especies en el espejo de agua y cuatro especies en la desembocadura, siendo sola una especie la se distribuye en dos unidades ambientales que corresponde a *Cyprinus carpio* y la especie de mayor abundancia corresponde a *Gambusia holbrooki*. Desde el punto de vista de los estados de conservación hay dos especies en alguna categoría destacando la especie *Odontesthes regia* que se encuentra en estado de vulnerabilidad.

En el cuerpo de agua del Humedal El Culebrón, hay sectores de aguas corrientes como es la laguna o albufera que se forma antes de la desembocadura misma y que corresponde a las Estaciones 1, 2 y 3 y a sectores de aguas prácticamente estancadas (Estación 4 y 5). Nuestro trabajo permitió coleccionar en las orillas o en las Unidades Ambientales 4 y 5, peces introducidos como son *Gambusia holbrooki* (*Gambusia* común) presente en toda la periferia en donde hubiese macrófitas arraigadas y palustres, *Odontesthes regia* (Pejerrey de mar) en este caso solo se capturaron ejemplares infantiles en la Estación 3, y *Cichlasoma fascetum* (Chanchito) en las E4 y E5.

**TABLA AUNDANCIA DE PECES EN HUMEDAL**

	E1	E2	E 3	E 4	E 5			
	Gh	Gh	Gh	P	Gh	Cf	Gh	Cf
1 <sup>a</sup>	1	0	0	0	0	1	1	1
2 <sup>a</sup>	0	2	1	6	0	4	2	1
3 <sup>a</sup>	1	4	15	2	1	2	3	2

INFORME FINAL

68

4 <sup>a</sup>	1	4	7	3	1	3	1	3
5 <sup>a</sup>	0	0	2	1	1	2	3	0
<b>Total</b>	3	10	25	12	3	12	10	7
<b>Promedio</b>	0,6	2	5	2,4	0,6	2,4	2	1,4
<b>Abundancia n<sup>o</sup>/m<sup>2</sup></b>	13,3	44,4	111	53,3	13,3	53,3	44,4	31,1
<b>Límites Conf. 95%</b>	0,12	1,75	5,43	2,2	0,48	1	0,88	1

Gh=Gambusia holbrooki P = Pejerrey de mar Cf = Cichlasoma fascetum

### CICHLASOMA FASCETUM

### GAMBUSIA HOLBROOKI ♂



### GAMBUSIA HOLBROOKI ♀

En el espejo de agua, donde el agua alcanza mayor profundidad y no hay desarrollo de macrófitas, se observaron, pero no se cuantificó, la presencia de *Odontesthes regia* (Pejerrey de mar) de mayor tamaño, de ejemplares de *Mugil cephalus* (lisa) y de *Cyprinus carpio* (Carpas). Las dos primeras especies son un atractivo motivo de pesca deportiva en el área.



La abundancia de los peces de tallas pequeñas y asociados a las macrófitas es bastante oscilante y dependiente de la especie que se trate. Para *Gambusia holbrooki* el promedio

varía entre  $13.3 \pm 0.12$  a  $111 \pm 5.43$  ind/m<sup>2</sup>. Y para *Cichlasoma fascetum* entre  $31.3 \pm 1$  y  $53.3 \pm 1$  peces por m<sup>2</sup>.

## ANFIBIOS & REPTILES

### Composición taxonómica y abundancia

Se contabilizó para el área de estudio un total de 11 individuos de Anfibios y Reptiles distribuidas en 3 familias, 2 para anfibios y una de reptiles y 2 especies para cada una de las clases. Los datos de composición y abundancias de especies por tipo de unidades ambientales se muestran en la Tabla 1.

Las especies más abundantes en este humedal para estas dos clases corresponden a la especie de anfibio *Pleurodema thaul* con seis individuos ubicados en la zona de ribera y el resto de los individuos de anfibios y reptiles se distribuyen en la unidad ambiental 7 que corresponde a la formación vegetacional Pradera ruderal: pasto salado y malezas varias ver Tablas 1 y 2.

Desde el punto de vista de la conservación todas las especies de estas clases son todas nativas y tres de ellas se encuentran en estados de vulnerabilidad y una de ellas en la categoría I (inadecuadamente conocida)

## AVES

En toda el área de estudio se detectó la presencia de 43 especies de aves, distribuidas en 34 géneros, 21 familias y 10 órdenes. Los órdenes mejor representados en términos de riqueza de especies fueron los Passeriformes representados por 8 familias y 14 especies. Los demás órdenes no superaron las 5 especies. Dos órdenes de aves estuvieron representados por cuatro especies y solo cuatro órdenes están representados por una sola especie. Tabla 1.

**TABLA ESPECIES CENSADAS EN LAS UNIDADES AMBIENTALES IDENTIFICADAS**

Especies		UNIDADES AMBIENTALES										Total	A. relativa	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Clase ANFIBIA														
ORDEN ANURA														
Familia Bufonidae														
<i>Bufo atacamensis</i>	Sapo de Atacama							2					2	0,2
Familia Leptodactylidae														
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos					6							6	0,5
Clase REPTILIA														
ORDEN														
Familia Tropiduridae														
<i>Liolaemus kuhlmani</i>	Lagarto de Kulman							3					3	0,2





<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin									30	330	360	29
<i>Rynchops niger</i>	Rayador										21	21	1,7
Orden Columbiformes													
Familia Columbidae													
<i>Columba livia</i>	Paloma							4				4	0,3
Orden Passeriformes													
Familia Furnariidae													
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete					2						2	0,2
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador					10						10	0,8
Familia Tyrannidae													
<i>Lessona rufa</i>	Colegial		24									24	1,9
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete-colores					12						12	1
Familia Hirundinidae													
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena									6		6	0,5
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro									4		4	0,3
Familia Troglodytidae													0
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán					8						8	0,6
Familia Mimidae													
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	4										4	0,3
Familia Emberizidae													
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue					4						4	0,3
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	5	4						6			15	1,2
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo							8				8	0,6
<i>Agelaius thilius</i>	Trile					34						34	2,7
Familia Fringillidae													
<i>Duica duica</i>	Duica	2										2	0,2
Familia Passeridae													
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	2										2	0,2
	Total	16	28	3	0	177	0	13	12	154	838	1241	100
	Riqueza (S)	5	3	1	0	20	0	3	3	11	11	43	
	Diversidad (H)	1,3	0	0	0	2,6	0	0,9	1	2	1,2	2,2	
	Equitabilidad (J)	0,9	0	0	0	0,9	0	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	

### Composición taxonómica y abundancia

Un total de 1230 individuos de aves de distribuidos en las diferentes unidades ambientales La Tabla 2. muestra el detalle de abundancia por unidad de muestreo y las formaciones vegetacionales, como, los ambientes para la avifauna. Se observa que las especies más abundantes fueron *Larus dominicanus* y *Larus pipixcan* con 461 y 360 individuos cada una. Si se analiza la abundancia relativa de las especies que componen la comunidad de aves se puede mencionar que estas mismas especies suman una abundancia de 66,2%.

## Composición de la comunidad

Dentro de la composición de especies de la comunidad de aves del humedal el Culebrón, estas se distribuyen en forma diferenciada en todas las unidades ambientales, siendo las unidades las unidades 4.- Macrófitas arraigadas: Berro-Apio y 6.- Macrófitas Natantes: Jacinto de Agua quien no presento especies de aves. En cambio las unidades Trome-Tотора tiene una riqueza de 20 especies con una abundancia total de 177 individuos correspondiendo a un 6,2% de la abundancia total de la comunidad en cambio las unidades de Espejo de agua y Desembocadura tienen una riqueza de 11 especies cada una y una abundancia de 154 individuos y 838 individuos respectivamente representando ambas el 81,9 % de la abundancia total de aves del humedal.

En relación a los índices ecológicos de la comunidad total de especies de anfibios, reptiles, y aves reflejan que las unidades ambientales por si solas no presentan gran riqueza, siendo solo el máximo de  $S=20$  especies para solo la unidad 5 y dos unidades 9, 10 tienen una riqueza de 11 especies y las diversidades más altas corresponden a las unidades 5 con  $H'= 2,58$  y una equitabilidad de  $J= 0,86$  y la unidad 9 con una diversidad de  $H'= 1,98$  y una equitabilidad de  $J= 0,82$  en cambio si consideramos todas las unidades ambientales en su conjunto se establece que la riqueza total es de  $S= 43$  especies y una diversidad de  $H'=2,12$  y una equitabilidad de  $J= 0,56$  que significa que la distribución de la abundancia es irregular que significa que la abundancia total de la comunidad está concentrada en 24 especies aproximadamente.

En toda el área de estudio se detectó la presencia de 43 especies de aves, distribuidas en 34 géneros, 21 familias y 10 órdenes. Los órdenes mejor representados en términos de riqueza de especies fueron los Passeriformes representados por 8 familias y 14 especies Los demás órdenes no superaron las 5 especies. Dos órdenes de aves estuvieron representados por cuatro especies y solo cuatro órdenes están representados por una sola especie. Tabla 1.-

## Composición de la comunidad

Dentro de la composición de especies de la comunidad de aves del humedal el Culebrón, estas se distribuyen en forma diferenciada en todas las unidades ambientales, siendo las unidades las unidades 4.- Macrófitas arraigadas: Berro-Apio y 6.- Macrófitas Natantes: Jacinto de Agua quien no presento especies de aves. En cambio las unidades 9.- Zona de ribera 10.- Espejo de agua tienen una riqueza de 11 especies cada una y una abundancia de 154 individuos y 838 individuos respectivamente representando ambas el 81,9 % de la abundancia total de aves del humedal.

## Composición taxonómica y abundancia

Un total de 1211 individuos de aves de distribuidos en las diferentes unidades ambientales La Tabla 2.- muestra el detalle de abundancia por unidad de muestreo y las formaciones vegetacionales, como, los ambientes para la avifauna. Se observa que las especies más abundantes fueron *Larus dominicanus* y *Larus pipixcan* con 461 y 360 individuos cada una. Si se analiza la abundancia relativa de las especies que componen la comunidad de aves se puede mencionar que estas mismas especies suman una abundancia de 67,8%.

## MAMÍFEROS

### Composición taxonómica y abundancia

La comunidad de mamíferos está compuesta por 8 especies de las cuales fueron solo seis registradas en los muestreos y se han considerados dos más en razón a la literatura citada con la presencia de elementos que aseguran su presencia como excretas presentes en el área lo cual no permitió establecer su estado de abundancia y su relación con alguna unidad ambiental el resto de las seis especies fueron muestreadas a través de los trampeos descritos en la metodología. Estas ocho especies están representando dos Órdenes y dos Familias, siendo el Orden Rodentia y la familia Muridae la representada por el mayor número de especies (5 especies y el 62,5% de la riqueza total de mamíferos). En esta composición de especies según los estados de conservación una especie se encuentra en el estado de rara (R) *Myocastor coypus* y otra en el estado de insuficientemente conocida (I) *Conepatus chinga* y en cuanto a su origen cinco especies son nativas y tres especies introducidas correspondiendo a las especies de roedores asociados a la actividad humana (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus*) y a su vez considerados animales plagas.

En relación a la abundancia y su relación con las unidades ambientales si se observa la tabla 1. Se puede deducir que de las ocho especies de mamíferos presentes en el humedal, cinco de ellas son abundantes en sus respectivas unidades ambientales, y las otras tres especies sus abundancias están asociadas a sus home range o espacio vital y en este caso hay dos especies de amplio rango como son el zorro chico el Chingue común que ha pesar de los esfuerzos muestréales es difícil de establecer sus abundancias por la baja representación en las muestras, pero si detectable su presencia. En cuanto a las unidades ambientales se puede indicar que las unidades 1, 2 y 8 son las que presentan los registros de la presencia de mamíferos, siendo las especies introducidas plagas las que se ubican en dos unidades (2,8) ver tabla 1

La fauna de mamíferos para el área en estudio está conformada solo por ocho especies, de las cuales dos: *Oligoryzomys longicaudatus* – Ratón colilarga - y *Conepatus chinga* – Chingue, han sido consideradas del estudio realizado por Hiriart (2003). Al parecer, estas especies podrían, hoy en día estar totalmente desaparecidas del área. En primer lugar por el incendio que arrasó una importante zona del humedal, en donde estos animales podrían haber encontrado algo de protección. Y por otra parte al impacto que ocasionan los perros que merodean por todo el humedal, persiguiendo a todo animal que se mueva.

Probablemente, la información sobre mamíferos hubiese sido más notable, pero 12 trampas Sherman fueron robadas durante la noche, perdiéndose información valiosa.

## PERROS VAGOS EN EL HUMEDAL Fotografías N°



Fuente: Elaboración Propia

## EFFECTOS INCENDIO EN HUMEDAL



## Fotografía N°



Fuente: Elaboración Propia

Producto de todos los residuos que son arrojados al sector del humedal, se había formado un comunidad de ratas introducidas (*Rattus norvegicus*, *R. rattus* y *Mus musculus*) bastante importante, que habitualmente ingresaba a las casas de los alqueros provocando perdidas. Pero por efecto del incendio estos animales habían reducido significativamente su presencia, la cual fue observada por algunos restos carbonizados de estos animales.

Si es muy destacable la presencia de *Myocastor coypus*, observados por nosotros, en plena actividad alimenticia en el sector del puente del ferrocarril, en las orillas del gran manchón de jacinto de agua que se ha establecido en dicho sector.

## INVERTEBRADOS TERRESTRES

INFORME FINAL

75

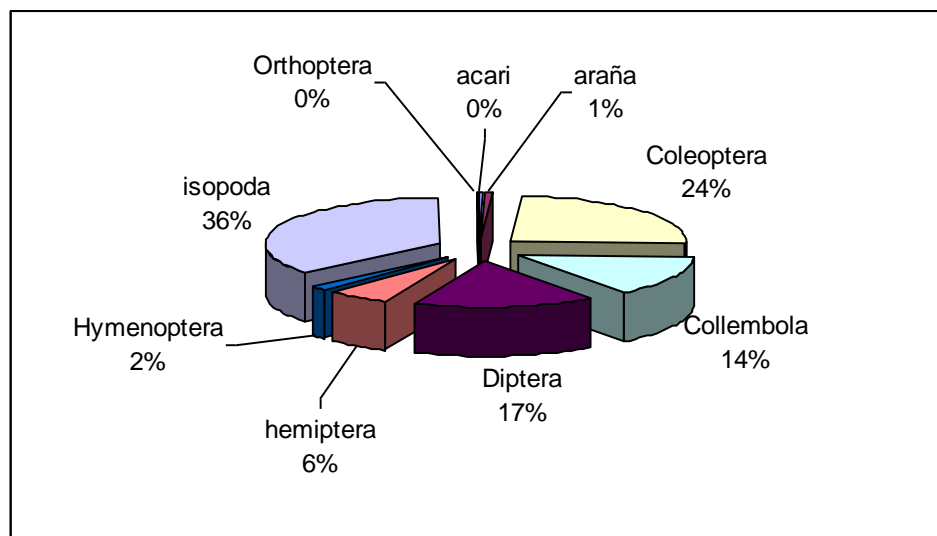
Se encontraron nueve Órdenes de invertebrados terrestres, siendo el más abundante el Orden Isopoda con una frecuencia relativa de 35,52%, le sigue el Orden Coleoptera con 24,14%. Estos dos grupos, que suman el 59,66% del total observado, deben su mayor presencia en el pajonal, dado que esta Unidad Ambiental nº 5, otorga las condiciones tróficas necesarias para sostener grupos detritófagos.

La presencia de isopoda se explica por la proximidad de las zonas de muestreo al Humedal el Culebrón, lo cual ofrece un hábitat con condiciones de humedad que permiten el desarrollo de las especies de este grupo.

La baja presencia de Hymenoptera se explicaría por la escasa floración en el período muestreado y/o por la alta humedad que impide la presencia de las siempre abundantes hormigas. Situación que es diametralmente opuesta para los representantes del Orden Diptera, que es abundante en lugares húmedos.

ORDEN	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2			ESTACIÓN 3			TOTAL	% f
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Acari	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,34
Araneae	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0,69
Coleoptera	3	3	8	24	5	0	4	16	7	70	24,14
Collembola	0	0	1	1	0	0	26	14	0	42	14,48
Diptera	3	1	6	5	9	13	7	5	0	49	16,9
hemiptera	0	0	0	4	0	13	0	0	0	17	5,86
Hymenoptera	0	2	2	0	0	0	1	0	0	5	1,72
Isopoda	0	0	38	9	24	4	0	1	27	103	35,52
Orthoptera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,34
<b>Numero</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>56</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>290</b>	<b>100</b>

FIG. DISTRIBUCIÓN DE LOS ORDEN DE INVERTEBRADOS TERRESTRES



**FIG. HEMIPTERO**



**FIG COLEOPTERO**



**FIG. HYMENOPTERO**



**FIG. COLLEMBOLA**



## **5.1. ANTECEDENTES GENERALES**

El conocimiento de la ecología y biodiversidad acuática del estero El Culebrón es relevante para resguardar los ecosistemas y la calidad de sus aguas.

### **5.1.1. PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS**

En cuanto a la limnología del Humedal El Culebrón, el estudio Club Explora EC6/050, indica que para la zona de estudio los valores de Nitrógeno están entre 3.06 y 5.29 ppm y los valores para el Oxígeno disuelto entre 0.048 y 0.079 ppm. Según el estudio el área de estudio presenta un gradiente en los niveles de nitrato, que va desde aceptable a mala calidad, y un bajo contenido de oxígeno, en todas las estaciones indicando que la calidad de agua es mala para este factor.

### **5.1.2. MATERIA ÓRGANICA EN SEDIMENTOS**

La mayoría de la materia orgánica que se encuentra en el agua procede de desechos de alimentos, de aguas negras domésticas y de fábricas y es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía. El oxígeno disuelto en el agua puede ser consumido por la fauna acuática a una velocidad mayor a la que es reemplazado desde la atmósfera, lo que ocasiona que los organismos acuáticos compitan por el oxígeno y en consecuencia se vea afectada la distribución de la vida acuática.

Este enriquecimiento de los fondos de los cuerpos de agua permite el desarrollo de un sustrato enriquecido, en donde se instalan los más diversos grupos de animales y también permiten el crecimiento de una vegetación acuática. En donde se podrán establecer una mayor o menor diversidad de animales.

### **5.1.3. PERIFITON Y FITOPLANCTON**

El perifitón se define como una comunidad compleja de algas, bacterias, hongos, animales y detritus orgánico e inorgánico que se encuentra asociada a un sustrato, cobra gran importancia tanto en ambientes lóticos como lénticos.

En aguas someras, la poca profundidad favorece el crecimiento de plantas acuáticas, las cuales pueden ocupar grandes extensiones y contribuir a su vez con una gran superficie colonizable. En algunos casos, el aporte del perifitón a la producción primaria total del ecosistema supera a los aportes del fitoplancton y de las macrófitas. En ambientes lóticos, el efecto de la corriente no permite el desarrollo de comunidades planctónicas, estando la producción primaria del sistema prácticamente restringida al fico-perifitón o de algas café.

Plancton es el conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, más abundantes hasta los 200 metros de profundidad aproximadamente.

El plancton animal, denominado zooplancton incluye grupos animales muy diferentes, como medusas, ctenóforos, salpas y especialmente fases larvarias de esponjas, moluscos, anélidos poliquetos, crustáceos, etc., además de muchos protistas heterótrofos.

El fitoplancton es el primer eslabón de la gran cadena alimenticia del mundo acuático. El zooplancton, que se alimenta del anterior, es el que nutre a animales mayores como los peces, e incluso a los grandes mamíferos marinos como las ballenas. El alto contenido en proteínas del plancton ha provocado el estudio del mismo como posible fuente de alimento humano.

#### 5.1.4. MACROINVERTEBRADOS BÉNTONICOS

El estudio de macroinvertebrados permite analizar de manera integral los cuerpos de agua. Estos organismos responden frente a las perturbaciones que ocurren dentro de su hábitat, modificando la estructura de su población en composición, abundancia, presencia o ausencia.

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de los ecosistemas acuáticos continentales chilenos han sido abordadas muy recientemente principalmente en los cuerpos de agua del sur del país por Campos et al. (1984); Valdovinos et al. (1993); Arenas, (1995); Habit et al. (1998); Valdovinos & Araya (1998); Valdovinos & Figueroa (2000); Muñoz et al. (2001); Valdovinos (2001); Moya et al. (2002) entre otros.

Para el área de estudio, Norambuena (1977) realizó un trabajo biológico de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el estero. Mas recientemente, Meruane et al (2006) realizaron investigaciones sobre el camarón de Río del Norte *Cryphiops Caementarius* (Molina 1782). Por Ultimo, Muñoz et al (2006) a través de Club Explora EC6/050 estudiaron la calidad de agua del estero mediante Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores encontrando una riqueza de 25 familias siendo los grupos más importantes los Moluscos y los Crustáceos.

## 5.2. METODOLOGIA

### PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

En cada estación de muestreo se escogerán subtramos, que caractericen la mayor variabilidad morfodinámica de la zona de estudio, la que se denominará unidad básica de muestreo.

Las variables medidas serán en cada unidad de muestreo serán:

#### **Variables hidráulicas**

**Profundidad:** en cada sección transversal se determinara el perfil batimétrico, midiendo la profundidad del cuerpo de agua cada un metro, de forma sistemática desde el comienzo del punto de eje derecho hasta el fin de punto de eje izquierdo de la sección mojada en ambos márgenes.



**Velocidad (V):** la velocidad del agua se medirá con un Kit medidor de flujo FLOWATCH, tres veces de forma sistemática a los 0.2 - 0.5 y 0.8 del total de profundidad en un mismo punto sacando un promedio de la velocidad. .

**Caudal (Q):** Para la determinación del caudal circulante en cada estación de muestreo, se determinará la superficie (S) y la velocidad (V) de la corriente en cada estación.

Donde:

Q= caudal [m<sup>3</sup>/s]  
S= superficie [m<sup>2</sup>]  
V= velocidad [m/s]

$$Q = S \times V$$

La superficie (S) de cada estación se evaluara multiplicando el ancho del río (d<sub>i</sub>) por su profundidad promedio (h<sub>i</sub>).

Donde:

S= superficie [m<sup>2</sup>]  
d<sub>i</sub>= ancho [m]  
h<sub>i</sub>= profundidad promedio [m]

$$S = d_i \times h_i$$

En cada estación e in situ, se realizarán muestreos de los siguientes parámetros físicos y químicos: temperatura [°C], pH [unidades], conductividad eléctrica [ $\mu$ S], sólidos disueltos totales [TDS], utilizando el instrumento Combo pH & EC Hanna mod. HI 98130. El oxígeno disuelto será medido con el Medidor de Oxígeno disuelto YSI modelo 55. Además se medirá la salinidad y turbidez con el sistema analítico Orbeco – Hellige modelo 975 – MP.

Los valores obtenidos de las variables físicas y químicas, se compararan con los rangos que establece la Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Aconcagua (actualmente en tramitación) (CONAMA, 2005).

## MATERIA ORGÁNICA EN SEDIMENTOS

Se determinara siguiendo el método de pérdida por ignición a 550°C, (Dean, 1974). En cada estación de muestreo se tomaran 3 muestras de sedimentos. La determinación del porcentaje en peso de materia orgánica y carbonatos mediante el LOI está basada en un calentamiento secuencial de las muestras en una estufa (Bender ED-53 N-03-46201) a 55° C por 72 horas (Dean, 1974; Bengtsson & Enell, 1986). Después de someter ha secado la muestra a peso constante, las muestras secas y de peso conocido son sometidas a combustión a 550°C por 1 h en horno mufla (Vulcan A-550), provocando, la formación de CO<sub>2</sub> y ceniza. El LOI se calcula entonces mediante las siguientes ecuaciones:

$$LOI550 = ((DW55 - DW550) / DW55) \times 100$$

Donde:

LOI550 representa el LOI a 550°C (como porcentaje)  
DW55 representa el peso seco de la muestra antes de la combustión  
DW550 el peso seco de la muestra después de la combustión a 550 °C (ambos en g).

La pérdida de peso es proporcional a la cantidad de carbono orgánico presente en la muestra. Dean (1974) mostró una fuerte correlación entre LOI a 550 °C y el contenido en

carbono orgánico (Total Organic Carbon) determinado cromatográficamente en sedimentos lacustres.

Para identificar si hay diferencias significativas o solo se deben al azar entre las variaciones de la fracción orgánica de las muestras de sedimentos, estas serán comparadas mediante el test de Student. Que es un método paramétrico para la comparación de dos muestras a la vez. La selección de este análisis se debe a que permite trabajar con muestras muy pequeñas ( $n = 2$ ).

## **PERIFITON & FITOPLANCTON**

En cada una de las tres áreas seleccionadas se recolectarán tres muestras de 250 cc en envases de vidrio. Estas muestras serán fijadas con una solución de formalina al 4% para una mayor conservación según Thronsdén, 1978 y observadas posteriormente al microscopio óptico para su clasificación hasta el nivel de género.

Para el estudio de las muestras se utilizará una cámara de Neubauer que consiste en un portaobjeto adaptado al microscopio que tiene una cuadrícula marcada con un diamante de 1 milímetro cuadrado. La depresión central del cubreobjeto está hundida 0.1 mm respecto a la superficie, de modo que cuando se cubre con un cubreobjeto queda separada de la superficie 0.1 milímetro, por lo tanto, el volumen comprendido entre la superficie y el cubreobjeto es de 0.1 microlitro (Pica et al, 2005). Volumen de líquido en el cual se hace el conteo de las células que permite, finalmente determinar la abundancia por  $\text{mm}^3$ .

Para el caso del perifitón se tomarán de las muestras las macrófitas hospedadoras, se fijarán con formalina al 4% y se cortará la parte superior, media e inferior que esté sumergida. A estas porciones se les hará un raspado que se diluirá en 20 ml de agua destilada. La observación y medición de abundancia será en forma similar a las mencionadas anteriormente.

## **MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS**

Primeramente se realizará una revisión y análisis de la información bibliográfica existente para las áreas de estudio, con especial énfasis en literatura asociada a publicaciones científicas y estudios técnicos (tesis, documentos de trabajo técnicos de CONAF, SAG, consultores, etc.), a lo menos, de las últimas tres décadas.

Luego, se realizará la selección de las zonas de muestreo sea mediante análisis de imágenes o por visita a terreno. Cabe destacar que los factores a considerar en el muestreo serán similares tanto para ambientes lénticos como lóticos (e.g. Presencia/ausencia de vegetación, ambientes abiertos/cerrados, etc.). Los puntos, o estaciones, a muestrear serán escogidos en forma sistemática. Ya que esta opción es preferible para evitar problemas de agregación de las unidades muestrales, que pueden llevar a una sobrestimación o subestimación de los valores obtenidos. El número de estaciones y el tamaño de la unidad muestral deberán ser suficientes para obtener una muestra representativa. Por último, el tiempo total de muestreo dependerá principalmente del número de estaciones seleccionadas en plena concordancia con las proposiciones de “Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental” (CONAMA, 2006).

La metodología para la identificación de la fauna de macroinvertebrados bentónicos se realizara, mediante el recuento directo por grupo de organismos. Para esto se utilizará el método manual con redes para zonas profundas y asociadas a la vegetación. Los esfuerzos de captura se realizaran con chinguillos tipo “D” con una red de 0.045 m<sup>2</sup> de área de superficie de cobertura y de unos 250um de abertura de malla. En cada estación de muestreo se realizaran tres replicas. El muestreo se ejecuta removiendo el sustrato (sedimento y/o macrófitos) con la mano o el pie, de forma que los posibles animales que se encuentran en el fondo del río y adheridos a las plantas acuáticas queden en suspensión en la columna de agua, así, con un movimiento zigzagueante de la red colocada a contracorriente todo el material removido entre en ella. El tiempo de esta operación tendrá una duración de 10 -15 minutos por cada sector de la estación.

Las muestras colectadas serán almacenadas en bolsas plásticas, etiquetadas y fijadas en terreno con formalina al 10% y glicerina para evitar la fractura de la fauna durante el proceso de identificación. Posteriormente se llevarán al laboratorio de ecología y biodiversidad de la Universidad de Valparaíso, donde se fijarán con alcohol para ser examinadas bajo lupa estereoscópica Stemi DV4, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos e identificándolos hasta el nivel de familia, mediante la utilización de claves de Figueroa et al (2003), Roldán (2003), etc.

La caracterización ecológica de las comunidades de cada sector estudiado se realizará tomando conjuntamente a todas las familias reconocidas, estableciéndose la riqueza específica (S), la diversidad máxima ( $H_{máx}$ ), índice de equidad (Shannon  $J'$ ) e índice de dominancia (D).

En caso de ambientes netamente diferentes además, se calculará la similitud taxonómica mediante el índice de Jaccard ( $S_j$ ).

Para determinar las calidad de las aguas se utilizará el IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) y su variante para los ríos mediterráneos de Chile ChBMWP (modificado de Alba-Tercedor, 1996). El Índice biótico ChBMWP, es una variante del índice IBMWP para los ríos españoles propuesta por Alba-Tercedor (1988), y elimina aquellas familias que no se encuentran en Chile, así como incorporando otras asignando puntajes de tolerancia de acuerdo a datos de Hilsenhoff (1988), Bode (1988), Lennat (1993), Roldán (1999), Chessman (2003), Tiller & Metzelling (2002), Prat et al, (2000) y Figueroa et al (2003). Los valores de este índice se expresan en 5 clases de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica.

Este método requiere sólo llegar hasta el nivel taxonómico de familia y los datos son cualitativos registrándose la presencia o ausencia de las familias.

El índice se basa en el supuesto que la riqueza de las taxa en el bentos refleja la calidad del agua.

Con los datos recopilados, se sistematizara la información en tablas, gráficos. Luego de esto se realizará el análisis de los datos, los que permitirá generar mapas de distribución y calidad de las aguas del área de estudio que servirá de antecedentes para la toma de decisiones.

Por último se realizará la confección de un informe final, el que incluirá toda la información recabada a lo largo del estudio. El cual tendrá la siguiente estructura: introducción,

planteamiento del problema, objetivos, marco teórico (revisión bibliográfica), metodología, resultados, análisis y discusión, conclusiones y consideraciones finales.

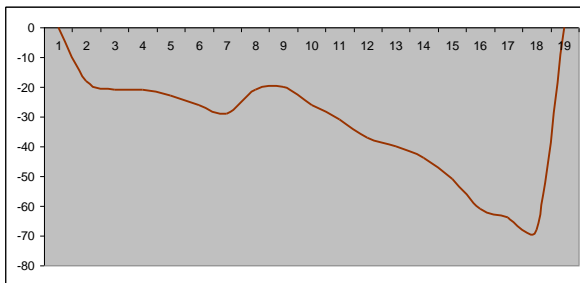
### 5.3. RESULTADOS

#### PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

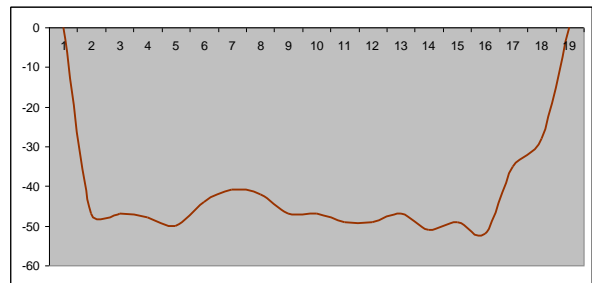
Las principales características hidrológicas y físico-químicas de los sitios de muestreo durante el período de estudio se informan en la Tabla . Sobre la base de las condiciones fisiográficas; altura, tipo de sustrato (limo-fango y arena), velocidad promedio de la corriente de  $0,11 \text{ m/s} \pm 0,1$  y profundidad del cauce, el área de estudio se caracteriza por tener una estructura de potamón según Illes & Botosaneanu (1963).

#### PERFILES BATIMÉTRICOS

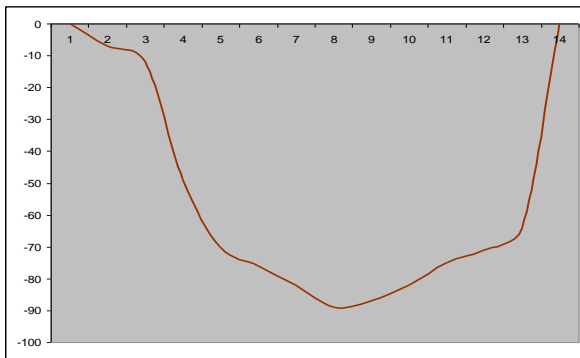
Perfil batimétrico estación de muestreo E1.



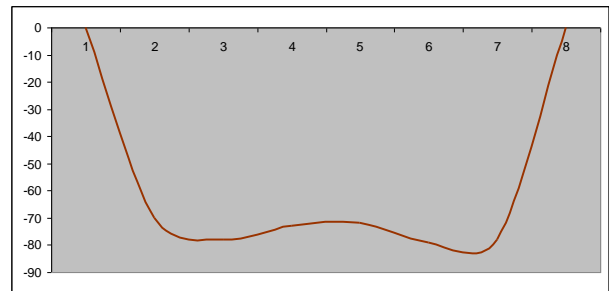
Perfil batimétrico estación de muestreo E2.



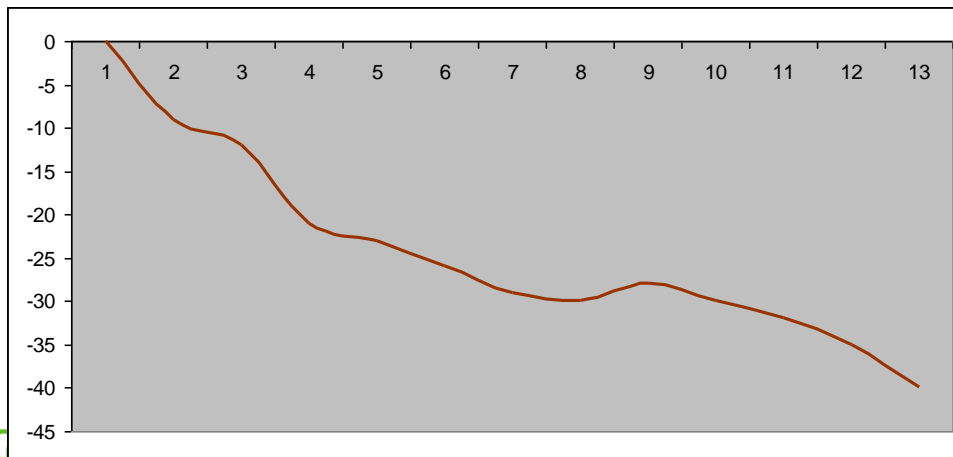
Perfil batimétrico estación de muestreo E3.



Perfil batimétrico estación de muestreo E4.



Perfil batimétrico estación de muestreo E5.



Los valores de los parámetros físicos y químicos; temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y sólidos disueltos, indican en promedio que la totalidad del área de estudio refleja una calidad del agua, de acuerdo a los valores máximos y mínimos establecidos según la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas (CONAMA, 2005), dentro de la Clase 2 y Clase 3 lo que indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, para a bebida de animales y para riego restringido.

**TABLA VARIABLES CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO EN CADA ESTACIÓN DE MUESTREO.**

Parámetro	Estaciones de Muestreo				
	E1	E2	E3	E4	E5
Coordenadas UTM	275897 E	276022 E	275893 E	275801 E	275542 E
	6683365 S	6682933 S	6683101 S	6683142 S	6683245 S
Altura [msnm]	1	5	2	2	3
Vel. promedio[m/s]	0,1	0	0,1	0	0
Substrato predominante	2	1	01-feb	01-feb	2
Prof. promedio [cm]	31,6	40,7	54,6	63,7	24,2
Caudal [m3/s]	56,9	-	67,2	-	-
Materia orgánica %	1,28	22,27	2,41	2,18	2,79
T° [°C]	19,7	19,3	18,6	19,2	22,4
C. eléctrica.[uS/cm]	1210	1050	1270	3320	1050
SDT [mg/L]	600	500	620	1580	522
pH	7,9	8,1	8,3	7,6	8
Oxígeno disuelto [mg/L]	5,4	7,5	4,2	1,6	2,9

**Substrato predominante (según American Geophysical Union):** 0= Arcilla; 1= Limo – Fango; 2= Arena fina; 3= Arena gruesa; 4= Gravilla; 5= Grava; 6= Ripio; 7= Ripio de bolones y 8= Rocas mayores.

## D.2 MATERIA ÓRGANICA EN SEDIMENTOS

Con los datos obtenidos en terreno, se puede deducir que el contenido de materia orgánica (MO) presente en los sedimentos del área de estudio, está directamente asociado al gran desarrollo de una masa densa, en la estación E2, de la especie *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) un macrófito flotante el cual se desarrolla en forma explosiva debido, principalmente, a la poca profundidad de las aguas, baja velocidad y alto contenido de nutrientes. Esta especie al morir se deposita en el fondo del estero, donde por procesos naturales se desintegra aumentando las concentraciones de MO en los sedimentos, transformándose así en la base trófica de la fauna de macroinvertebrados del sistema acuático del estero El Culebrón.

La fauna de macroinvertebrados presentes en el área de estudio del humedal estero El Culebrón es presentada en la Tabla, y está constituida por 18 familias, la mayoría de los cuales corresponden a estados inmaduros de insectos.

## MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

TABLA FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS POR ESTACIONES DE MUESTREO

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Estaciones				
				E1	E2	E3	E4	E5
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladia	Planariidae			X		
Annelida	Oligochaeta	Clitellata	Tubificidae		X			X
Artrópoda	Arachnida	Acari	Hydracarina				X	
		Insecta	Diptera	Athericidae				X
	Ceratopogonidae						X	
	Chironomidae			X	X	X	X	X
	Tipulidae						X	
	Odonata	Coenagriidae			X			
		Lestidae				X		
	Hemiptera	Belostomatidae			X		X	
		Corixidae			X			
	Coleoptera	Dysticidae			X	X		
	Collembola	Collembola	Isotomidae	X			X	
Crustacea	Copepoda	Cyclopidae		X	X		X	
	Amphipoda	Hyalellidae	X			X	X	
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaciidae			X		X
			Ancylidae	X				
			Physidae	X		X	X	X

FIGURA: DIPTERA, *CHIRONOMIDAE*

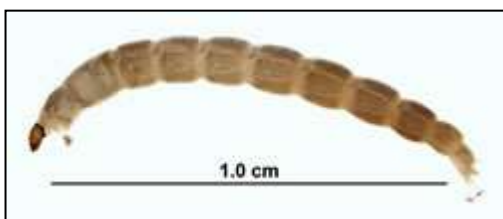


FIGURA: ODONATA, *LESTIDAE*

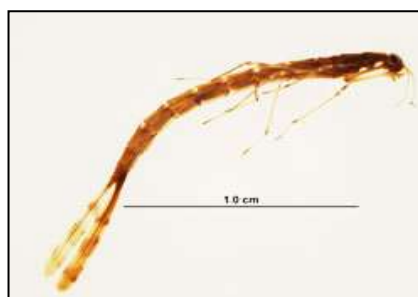


FIGURA: COLEOPTERA, *DYTISCIDAE* FIGURA: CLITELLATA, *TUBIFICIDAE*



INFORME FINAL

Las familias presentes se distribuyeron en 11 órdenes, de éstos, los más diversos fueron con Diptera con 4 familias (21%), Pulmonata con 3 familias (16%), Hemiptera y Odonata con 2 familias cada uno (10%) y por último Acari, Amphipoda, Clitellata, Coleoptera, Collembola, Copepoda, y Tricladia con 1 familia cada uno (6%).

El resultado del análisis de los parámetros comunitarios Diversidad máx. y Riqueza se presentan en la Tabla

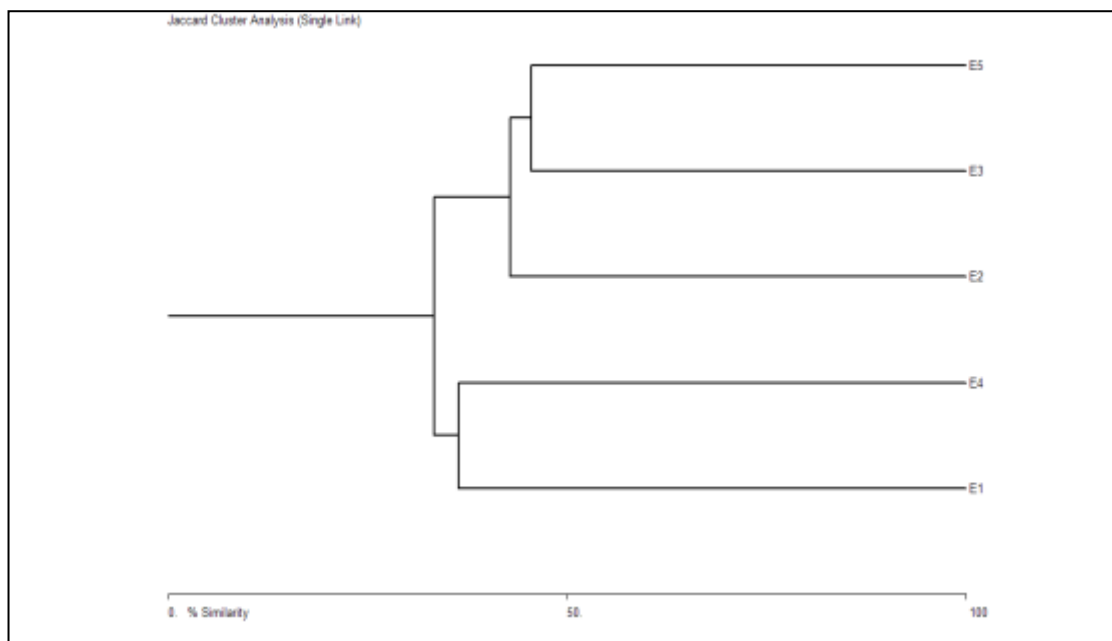
**TABLA PARÁMETROS COMUNITARIOS DE .MACROINVERTEBRADOS**

Índices	E1	E2	E3	E4	E5
Diversidad máxima ( $H'$ máx)	0,699	0,477	0,954	1	0,845
Riqueza (S)	5	3	9	10	7

El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las familias de macroinvertebrados de las estaciones de muestreo,

El índice  $H'$  fluctuó entre 0,477 (estación E2) y 1 (estación E4), con una media de 0,795 con un intervalo de confianza de 95% [0.981; 0.608]. El análisis de diversidad ( $H'$ ), indica que la estación E4 presentó el mayor valor para este índice lo que indica una mayor uniformidad entre riqueza y distribución de las familias macroinvertebrados en el área de estudio. Por el contrario la estación E2 presentó el menor valor para este índice dado que fue la estación que presentó la menor riqueza de familias del área de estudio con 3 familias.

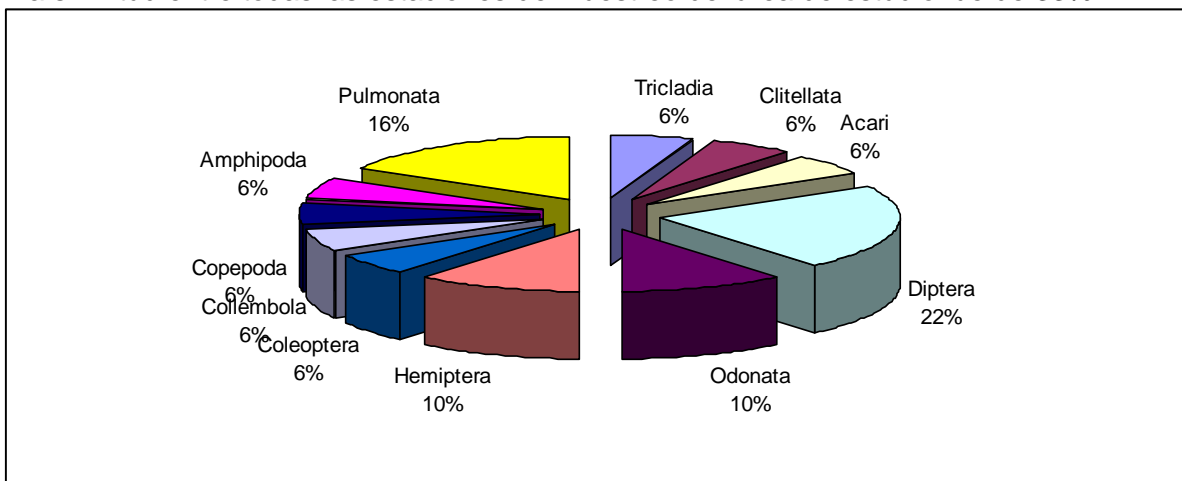
**FIG ANÁLISIS DE SIMILITUD TAXONÓMICA ( $S_j$ ) PARA LAS ESTACIONES ESTUDIADAS**



Para el análisis de similitud taxonómica mediante el índice de Jaccard ( $S_j$ ), el dendrograma conglomeró a las estaciones de muestreo en 2 grupos:

- Grupo 1: formado por las estaciones E3 – E5 presentó la mayor similitud taxonómica con un 45%. Este grupo asociado a la estación E2 presentó una similitud de 42%.
- Grupo 2: formado por las estaciones E1 – E4 presentó una similitud de 36%, asociada a la estación E9 presentó una similitud de 25%.

La similitud entre todas las estaciones de muestreo del área de estudio fue de 33%.



**FIG. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS DEL ÁREA ESTUDIO ESTERO EL CULEBRÓN.**

Según los valores de clasificación establecidos por el índice biológico ChBMWP (modificado de Alba-Tercedor, 1996), correspondientes a los puntajes de tolerancia de las familias de macroinvertebrados expuestos en la Tabla, el estudio indica que la calidad de las aguas de la zona de estudio está en la categoría Muy Crítica a Dudosa.

Según Rosemberg, D & Resh, V. (1993) los organismos de la familia *Chironomidae* y *Oligochaeta* son considerados indicadores de aguas de mala calidad. Como se indica en la Tabla, organismos de estas familias fueron identificados en la mayoría de las estaciones de muestreo. Esto debido a que, como se menciona anteriormente, el fondo del cuerpo de agua está compuesto principalmente de lodo y filtrados de desechos orgánicos, algas y otras plantas acuáticas y otros desechos orgánicos que son la dieta principal de estos organismos.

**TABLA CALIDADES DE AGUAS OBTENIDAS UTILIZANDO EL ÍNDICE CHBMWP (MODIFICADO DE ALBA-TERCEDOR, 1996).**

Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5
ChBMWP	22	3	27	52	19
Clase	IV	V	IV	III	IV
Calidad	Critica	Muy Critica	Critica	Dudosa	Critica
Característica ambiental	Aguas muy contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas muy contaminadas

## FITOPLANCTON Y PERIFITON



Las microalgas encontradas en el área de estudio corresponden a organismos de vida libre (fitoplancton) y epífitos de plantas superiores (perifiton). En la tabla posterior se muestra la abundancia de género de fitoplancton siendo los géneros más abundantes *Sphaerocystis*, *Chlorella* y *Microcystis*, los dos primeros de la clase Chlorophyceae y el tercero de la clase Cyanophyceae lo que podría indicar cierto nivel de contaminación de las aguas.

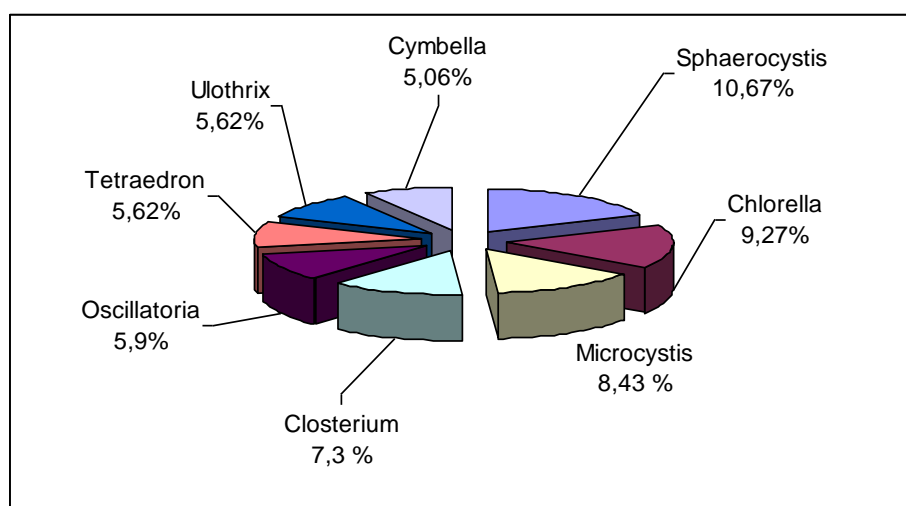
Los géneros menos abundantes corresponden a *Diatoma*, *Ankistrodesmus*, *Euastrum*, *Nephrocytium*, *Staurodesmus*, *Mallomonas*, *Synura*, *Ophiocytum* y *Tribonema* con menos del 0.3% de abundancia.

**TABLA ABUNDANCIA DE GÉNEROS FITOPLANCTON**

<b>GÉNERO</b>	<b>E 1</b>	<b>E 2</b>	<b>E 3</b>	<b>E 4</b>	<b>E 5</b>	<b>Total</b>	<b>% Abundancia</b>	<b>Abundancia Acumulada</b>
Sphaerocystis	5	10	10	7	6	38	10,67	10,67
Chlorella	8	9	0	12	4	33	9,27	19,94
Microcystis	0	9	5	16	0	30	8,43	28,37
Closterium	0	0	0	8	18	26	7,3	35,67
Oscillatoria	0	10	0	10	1	21	5,9	41,67
Tetraedron	0	6	2	3	9	20	5,62	47,19
Ulothrix	3	0	4	8	5	20	5,62	52,81
Cymbella	0	4	0	14	0	18	5,06	58,41
Pleurotaenium	0	4	2	5	6	17	4,78	63,19
Gyrosigma	0	0	0	15	0	15	4,21	67,4
Navícula	0	3	2	6	0	11	3,09	70,49
Nitzschia	1	2	0	8	0	11	3,09	73,58
Anabaena	0	1	0	5	4	10	2,81	76,36
Lyngbya	0	2	2	2	4	10	2,81	79,2
Volvox	0	3	0	3	0	6	1,69	80,89
Phacus	0	0	0	6	0	6	1,69	82,58
Gomphonema	0	3	0	0	2	5	1,4	83,98
Monoraphidium	1	0	0	0	4	5	1,4	85,38
Spirulina	0	1	2	0	2	5	1,4	86,78
Euglena	0	2	0	1	2	5	1,4	88,18
Trachelomonas	0	1	0	4	0	5	1,4	89,58
Diploneis	0	4	0	0	0	4	1,12	90,7
Melosira	0	3	1	0	0	4	1,12	91,82
Fragilaria	0	3	0	0	0	3	0,84	92,66

Synedra	0	3	0	0	0	3	<b>0,84</b>	<b>93,5</b>
Carteria	0	0	0	0	3	3	<b>0,84</b>	<b>94,34</b>
Oocystis	0	0	0	3	0	3	<b>0,84</b>	<b>95,18</b>
Staurastrum	0	0	0	0	3	3	<b>0,84</b>	<b>96,02</b>
Tetraspora	0	0	0	0	3	3	<b>0,84</b>	<b>96,86</b>
Amphora	0	0	0	2	0	2	<b>0,56</b>	<b>97,42</b>
Pinnularia	2	0	0	0	0	2	<b>0,56</b>	<b>97,98</b>
Diatoma	0	1	0	0	0	1	<b>0,28</b>	<b>98,26</b>
Ankistrodesmus	0	0	0	0	1	1	<b>0,28</b>	<b>98,54</b>
Euastrum	0	0	0	0	1	1	<b>0,28</b>	<b>98,82</b>
Nephrocytium	1	0	0	0	0	1	<b>0,28</b>	<b>99,1</b>
Stauroidesmus	0	0	0	0	1	1	<b>0,28</b>	<b>99,38</b>
Mallomonas	0	1	0	0	0	1	<b>0,28</b>	<b>99,66</b>
Synura	0	0	0	1	0	1	<b>0,28</b>	<b>99,94</b>
Ophiocystum	1	0	0	0	0	1	<b>0,28</b>	<b>100,2</b>
Tribonema	1	0	0	0	0	1	<b>0,28</b>	<b>100,5</b>
<b>Numero</b>	<b>23</b>	<b>85</b>	<b>30</b>	<b>139</b>	<b>79</b>	<b>356</b>		

**FIG. GÉNEROS DE FITOPLANCTON MÁS ABUNDANTES**



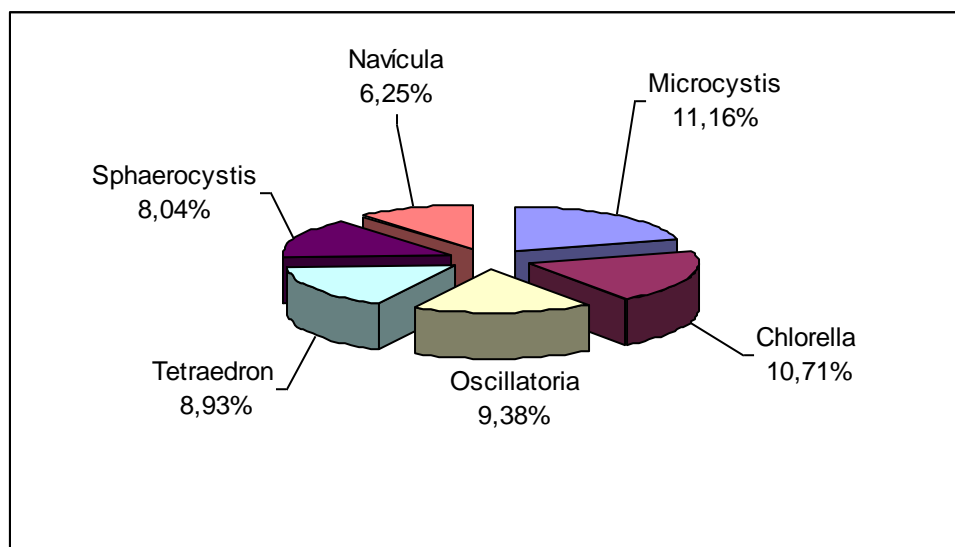
A continuación, la tabla muestra el perifiton, microalgas asociadas a vegetación acuática dentro de los cuales dominan los géneros *Microcystis* y *Chlorella* con abundancias superiores al 10%. Mientras que en relación a los géneros menos abundantes se encuentran *Diploneis*, *Microspora*, *Polytoma* y *Synedra* con números menores al 0,9% de abundancia relativa.

**TABLA ABUNDANCIA DE GÉNEROS DE PERIFITON**

GÉNERO	E1	E2	E3	E4	E5	TOTAL	% ABUNDANCIA

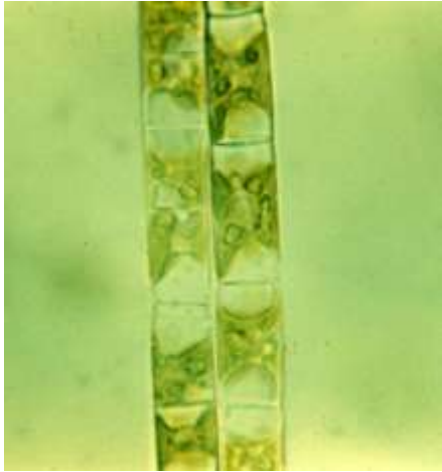
Microcystis	0	6	11	7	1	25	<b>11,16</b>
Chlorella	5	8	2	9	0	24	<b>10,71</b>
Oscillatoria	3	10	0	8	0	21	<b>9,38</b>
Tetraedron	4	2	7	5	2	20	<b>8,93</b>
Sphaerocystis	2	5	8	3	0	18	<b>8,04</b>
Navícula	0	4	8	2	0	14	<b>6,25</b>
Cymbella	0	5	3	3	0	11	<b>4,91</b>
Nitzschia	1	2	0	6	1	10	<b>4,46</b>
Spirulina	2	1	2	1	4	10	<b>4,46</b>
Ulothrix	1	0	4	2	1	8	<b>3,57</b>
Tribonema	0	0	3	5	0	8	<b>3,57</b>
Melosira	0	4	3	0	0	7	<b>3,13</b>
Euglena	0	2	0	4	1	7	<b>3,13</b>
Mallomonas	0	2	4	0	0	6	<b>2,68</b>
Lyngbya	0	3	1	2	0	6	<b>2,68</b>
Trachelomonas	0	1	4	1	0	6	<b>2,68</b>
Gomphonema	0	4	0	1	0	5	<b>2,23</b>
Golenkinia	0	1	3	0	0	4	<b>1,79</b>
Trachydiscus	0	1	3	0	0	4	<b>1,79</b>
Closterium	0	0	0	1	2	3	<b>1,34</b>
Diploneis	0	2	0	0	0	2	<b>0,89</b>
Microspora	0	0	2	0	0	2	<b>0,89</b>
Polytoma	0	0	2	0	0	2	<b>0,89</b>
Synedra	0	1	0	0	0	1	<b>0,45</b>
<b>Numero</b>	<b>18</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>224</b>	

**FIG. GÉNEROS MÁS ABUNDANTES DE PERIFITON**



## GÉNEROS MÁS ABUNDANTES DEL SECTOR EL CULEBRÓN, IV REGIÓN.

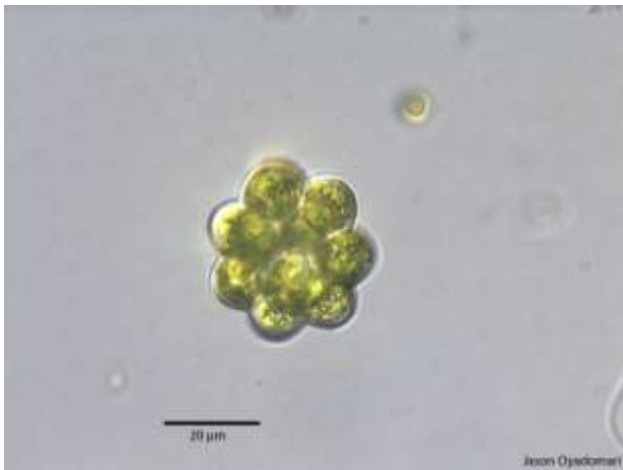
**Ulothrix**



**Microcystis**



**Closterium**



**Navícula**



### 5.4. BIBLIOGRAFIA

## CAPITULO 6: DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA DEL PREDIO FISCAL

El capítulo que a continuación se extiende, trata sobre la caracterización en cuanto a Usos del espacio del sistema biótico Humedal El Culebrón. Informe que pretende indicar y espacializar las distintas actividades desarrolladas tanto al interior como exterior del predio fiscal para lograr entender la conformación lógica desarrollada en ésta.

Se definieron, caracterizaron y especializaron según tipología, las estructuras viales, las actividades encontradas en el nivel micro escalar (perteneciente al humedal), así como también los usos potenciales y por último los sectores críticos y de interés.

Buscando con lo anterior consolidar aún más la idea proyecto para consolidar el área como una de conservación por su valor natural.

La construcción de los distintos sistemas contrapuestos en la zona de estudio y sus respectivas dinámicas están tratadas para mostrar un área adyacente a la trama urbana local.

En su primera, segunda y tercera sección se ingresa la recopilación de los principales antecedentes que contextualizan la problemática en cuestión, la cual se ejerció en cuanto a la consulta de las distintas fuentes de información, ya sean; Documentos de instrumentos de planificación vigentes, Coberturas base provenientes de CIREN CORFO IV REGION, Bienes Nacionales y CONAMA IV Región.

## **7.1. METODOLOGIA**

Se efectuó un terreno de reconocimiento de 5 días con la utilización de instrumentos de terreno como GPS, para la toma de puntos en terreno, cámara fotográfica y cartografías del sector; Además, se hizo una recopilación de antecedentes previos sobre los usos actuales del embalse, revisando artículos de Internet, prensa, y entrevistas con personal del Municipio y organizaciones comunales, centrándose en la historia y los usos actuales del sector, dándole relevancia a la actual a los conflictos de uso, pescadores y basural.

En lo concerniente a detección de cambio y actualización del uso del espacio, se hizo un análisis visual comparativo, mediante IMAGE DIFFERENCE.

## **7.2 . UNIDADES INFRAESTRUCTURALES**

Accesos y vías de circulación existentes

### **7.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TRAMA VIAL PARA EL ACCESO Y CIRCULACIÓN INTERNA Y EXTERNA DEL PREDIO.**

Bajo el contexto estructural urbano y la configuración fisiográfica del territorio, además de la connotación portuaria de la ciudad de Coquimbo junto a la característica turística de La Serena, es que existe un patrón de localización que brinda una condición de bipolaridad de sus centros de equipamientos y servicios, la cual se va diluyendo en la medida que el proceso urbanizador devino en una estructura de difusa de ocupación, asociada a la

disponibilidad de suelo existente. Es así como sin perder la vocación de centro urbano, la ciudad ha incorporado nuevos hitos de centralidad funcional, que responde a la superposición de tres vectores de desarrollo que pugnan por localización, el primer término la plataforma portuaria y de servicios industriales asociada al borde costero, la función primada residencial y de servicios terciarios, y en tercer lugar la plataforma de servicios turísticos que siendo una actividad terciaria se ha posicionado fuertemente en el sistema costero e indirectamente en la oferta residencial del resto de la ciudad.

El advenimiento de condiciones de mercado propicias para el desarrollo inmobiliario, han posibilitado el surgimiento de importantes atractores de localización como son la dinámica de corredores como la Ruta 5, Av. del Mar y el sector Las Canteras Pan de Azúcar, en todos ellos se favorece la proximidad a vías de interconexión o la presencia de recursos turísticos. Potenciando las prioridades en cuanto a la sustentabilidad urbana, es decir, se da una suerte de sutura en la trama conurbada de ambas ciudades propiciando una mayor complementariedad y fortaleciendo las vocaciones de los distintos sectores.

Ahora, enfocándonos directamente en la zona predial del Humedal El Culebrón, es posible localizar la existencia de las tramas viales que aportan las dinámicas internas y externas del sitio en cuestión. Para ello se hace una caracterización de éstas en cuanto a tipología de vía y su respectiva cuantificación.

TIPOLOGÍA DE TRAMA VIAL		
Tipo de Vía	Sistema	Extensión
Camino ripiado o Pavimentado	Externo	-
Camino Secundario sin Pavimentar	Interno	342 mts.
Carretera principal	Externo	1022 mts.
Huella	Interno	1708 mts.
Línea Férrea	Externo	1484 mts.
Sendero	Externo	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos cartográficos de Carta Base, CONAMA IV Región.

Esta tipología muestra la extensión de acuerdo a un sistema, éste entendido según extensión en base a 2 niveles en cuanto a sistema al cual pertenece. Donde sistema externo es aquel correspondiente a las vías exógenas de los terrenos del humedal, midiéndose en base a un radio de alcance desde el centro del área hacia uno de sus vértices más lejanos, con lo cual se extendió un radio de alcance para lograr cuantificar las longitudes que están influenciando directamente a este sistema biótico. Entendiendo que en gran parte las presiones se están generando producto de la trama urbana adyacente al lugar, ya sea como utilización de espacio de recreación, botadero ilegal o simplemente lugar de tránsito.

Por lo anterior fue necesario medir las extensiones internas de la red vial, determinándose que la trama total esta dispuesta a través de 2050 mts. de extensión, seccionada entre 2 tipos de segmentos; Camino secundario sin pavimentar y Huella.

Imagen N° 14: Muestra ambos tipos de vías internas del humedal.



Fuente: Elaboración propia en base a datos cartográficos CIREN CORFO IV REGION.





**Imagen N°15:** Muestra ambos tipos de vías exógenas al humedal.

Tal como se ve en el recuadro anterior, en la segunda imagen de vías exógenas, estamos en presencia de la sección adyacente al humedal según la trama de la ciudad en cuanto a las vías propiamente tal y a la configuración de las construcciones urbanas donde existe una suerte de límite solo por la vía férrea y la vía estructurante que circundan la sección oriente del humedal, lo que en primer orden denota lo siguiente:

- Presión directa en cuanto al factor humano de la ciudad, debido a la cercanía con el predio del humedal.
- Inexistencia de un criterio para brindar límites apropiados entre ambas zonas. Respecto a la no existencia de una zona de amortiguación, esto claramente dado porque el área no tiene asignado de forma legal un valor como recurso ambiental.

### 7.3.1.2. Identificación de usos potenciales y actividades

#### USOS DE SUELO

Los sitios y edificios urbanos destinados a vivienda y equipamiento comunitario deben cumplir con las condiciones de habitabilidad que establece la legislación vigente y emplazarse de acuerdo a las disposiciones sobre uso del suelo contenidas en el presente Plan Regulador. Según su tipo se clasifican en:

CLASES	
RESIDENCIAL	El tipo de uso Residencial contempla preferentemente el destino vivienda, e incluye hogares de acogida, así como edificaciones y locales destinados al hospedaje.
EQUIPAMIENTO	
SALUD	Hospitales, Clínicas, Policlínicos, Consultorios, Postas, Centros de Rehabilitación, Cementerios y Crematorios.
EDUCACIÓN	Superior, Técnica, Media, Básica, Básica Especial y Prebásica, Centros de Capacitación, de Orientación o de Rehabilitación Conductual.
SEGURIDAD	Unidades Policiales, Cuarteles de Bomberos, Cárceles y Centros de Detención.
CULTO Y CULTURA	Catedrales, Templos, Santuarios, Sinagogas, Mezquitas, Centros Culturales, Museos, Bibliotecas, Salas de Concierto o Espectáculos, Cines, Teatros, Galerías de Arte, Auditorios, Centros de Convenciones, Exposiciones o Difusión y Medios de Comunicación..
SOCIAL	Sedes de Juntas de Vecinos, Centros de Madres, Clubes Sociales y Locales Comunitarios.
DEPORTES	Estadios, Centros y Clubes deportivos, Gimnasios, Multicanchas, Piscinas, Baños Turcos y Saunas, y recintos destinados a deportes en general.
ESPARCIMIENTO	Parques de Entretenimientos, Parques Zoológicos, Casinos, Juegos electrónicos o Mecánicos y similares,
COMERCIO	Centros y Locales Comerciales, Supermercados, Grandes Tiendas, Mercados, Estaciones o Centros de Servicio Automotor, Restaurantes, Fuentes de Soda, Bares, Discotecas y similares.
SERVICIOS	Oficinas, Centros Médicos o Dentales, Notarías, Instituciones de Salud Previsional, Administradoras de Fondos de Pensiones, Compañías de Seguros, Correos, Telégrafos, Centros de Pago, Bancos, Financieras y Servicios Artesanales.
CIENTÍFICOS	Establecimientos destinados a la Investigación, Divulgación y Formación Científica, al desarrollo y Transferencia Tecnológica y a la Innovación Técnica.

- Actividades Productivas.

---

- Infraestructura.

---

- Espacio Público.

---

- Área Verde.

---

Los servicios artesanales y profesionales se entenderán siempre incluidos en cualquier uso de suelo destinado a equipamiento.

Para efectos de la aplicación de la presente ordenanza y como lo expresa el Artículo 2.1.36. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, se distinguirán cuatro escalas de equipamiento independientes de su clase. Estas escalas se dividirán de acuerdo a la carga de ocupación y cantidad de estacionamientos requeridos para el

equipamiento y su ubicación estará condicionada a la categoría de la vía que enfrentan y por la cual acceden.

Las escalas son las siguientes:

1. Equipamiento Mayor: El que contempla una carga de ocupación sobre las 4.000 personas y requiere más de 800 estacionamientos; en este caso, sólo se podrá ubicar en predios que enfrenten vías expresas.
2. Equipamiento Mediano: El que contempla una carga de ocupación de hasta 4.000 personas y no requiere más de 800 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías troncales o expresas. También el que contemple una carga de ocupación de hasta 3.000 personas y no requiera más de 500 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías colectoras, troncales o expresas.
3. Equipamiento Menor: El que contempla una carga de ocupación de hasta 1.000 personas y no requiere más de 250 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías de servicio, colectoras, troncales o expresas.
4. Equipamiento Básico: El que contempla una carga de ocupación de hasta 250 personas y no requiere más de 50 estacionamientos; en este caso, se podrá ubicar en predios que enfrenten vías locales, de servicio, colectoras, troncales o expresas.<sup>8</sup>

Junto a lo anterior se debe agregar que respecto a la zonificación del Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero correspondiente al año 2005, existe una clasificación para actuar en 3 ámbitos distintos de competencia en cuanto a:

- Áreas de desarrollo Productivo
- Áreas de desarrollo Urbano
- Áreas de Protección y Restricción

Las cuales están definidas en función de Objetivos Ambientales Sustentables, para generar criterios que se incluyan en la Estrategia Ambiental del Plan. Esto viene a responder a la base de Criterios de Sustentabilidad que forman parte del concepto de planificación proactiva, que nace de la planificación estratégica, siendo parte de sus componentes la evaluación ambiental estratégica. Atachándose a esto, el Plan Regulador mencionado brinda 2 requerimientos de localización en cuanto a la demanda del suelo:

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Localización de actividades productivas</li><li>• Localización de zonas residenciales</li></ul> | → | Ambas contempladas dentro de la competencia del plan de uso urbano identificándose 3 sub-ámbitos: Usos urbano consolidado – Extensión urbana – Uso urbano condicionado. |
|---|---|---|

<sup>8</sup> Información extraída del Plan Regulador Comunal de Coquimbo. Centros urbanos de Coquimbo, Guanaqueros, Tongoy y puerto aldea

Sobre la intensidad del uso del suelo es necesario considerar criterios respecto a mensurar el suelo requerido para el crecimiento intensivo de las actividades en el territorio, así como también la necesidad de albergar los distintos usos, con el objeto de dar un equilibrio a la oferta del suelo con la demanda detectada, junto a ésta disposición el Plan habla de aquellas áreas de alto riesgo natural y/o antrópico, así como también las áreas de alta vulnerabilidad ambiental, las cuales deben ser protegidas para mantener y/o conservar el patrimonio ecológico. Se identifican y definen estas áreas a través de los siguientes ámbitos de competencia:

- Áreas de Protección Legal
- Áreas de Protección Ecológica Exclusiva 1
- Áreas de Protección Ecológica Exclusiva 2
- Áreas de Riesgo.

Sobre otro uso potencial, se estima conocer los futuros requerimientos de espacio para la localización y óptimo de desarrollo de equipamiento, servicios e infraestructura para Nuevas Inversiones o Megaproyectos, los cuales deben considerar los criterios de sustentabilidad en todos los ámbitos de competencia que a este respecto le correspondan al plan, ellos son infraestructuras de: Transporte, Sanitaria y Energética.

Entre los cuales se distinguen Puertos, Vialidad, Aeropuertos, Plantas Sanitarias de tratamientos de aguas servidas, Sitios de disposición de residuos sólidos, centrales Termoeléctricas y Subestaciones eléctricas.

Para este tipo de zonificaciones claramente se podrían establecer afecciones de carácter intensivo, ya que hay procesos de contaminación o degradación que afectan a sitios de importancia ambiental en el ámbito costero, tal cual como es el caso del Humedal El Culebrón. Sin embargo, los intereses asociados a estos enclaves imprimen una visión consuntiva de este tipo de recursos, como se ha podido constatar en las jornadas de trabajo sostenidas con distintos actores territoriales.<sup>9</sup>

Acorde a esto, en la imagen posterior podemos ver la conformación de los distintos usos de suelo (imagen N° 3, página 13) en áreas aledañas al humedal, el cual corresponde a tipo “Misceláneo Pantano”, de esto, una importancia vital es que forma parte del mismo sistema que viene desde el interior entre “Misceláneo Quebrada” y “Misceláneo Escarpe”, siendo parte de un total de 171 hectáreas de suelo, que a grandes rasgos posee en su nivel estructural las siguientes características:

- Pendiente plana
- Sin erosión
- Textura mayor de 100cms.

**Imagen N° 16:** Usos de suelo.

---

<sup>9</sup> Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero de la Región de Coquimbo, 2005.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a coberturas CIREN CORFO IV Región.

### 7.3.1.3. Identificación de sectores críticos y de interés para conservación biológica

#### A) Sectores Críticos

En la zona de estudio, es posible localizar 2 zonas críticas dispuestas en la zona contigua a la urbana. La primera consta de una estimación aproximada de 910m<sup>2</sup>, dispuesta justamente como una división del área completa del humedal. Y se ha tomado como zona crítica debido a que constituye una interferencia para la continuidad de la zonificación, lo que disminuye el valor biótico que posee la sección contigua en forma de punta.

La segunda zona crítica constituye un área aproximada de 1.2 hectáreas (12000m<sup>2</sup>). Ésta se detecta como zona crítica producto que actualmente se utiliza para verter basuras, lo que va en contraposición a una zona con características de humedal. Además constituye una conexión con la red de caminos internos y por lo cual hace más expedito el acceso y transporte de desechos hacia el interior de sistema, incorporándose a las zonas de inundación existentes hacia la línea de costa.

Todo esto va de forma contraria a la disposición final de Residuos Sólidos del Plan Regulador Comunal, en cuanto a la localización de vertederos controlados como rellenos sanitarios a una distancia no menor a 5Km. de los límites de zonas urbanas, además de no contar con las exigencias respecto a :

- No localizarse en zonas de humedales, pantanosas y mal drenadas.
- No localizarse en zonas que predominen elementos paisajísticos de reconocido interés científico.
- Respetar un distanciamiento mínimo de 2.000mts de las viviendas o locales habitables aislados.
- Respetar un distanciamiento mínimo de 3.000mts de las fuentes de aguas útiles para consumo humano, animal y/o de riego o de aquellas de valor paisajístico, cualquiera sea su origen o naturaleza.
- El terreno debe ser seco y no estar expuesto a riesgos por inundaciones, con periodos de retorno fluviales o aluviales no inferiores a 100 años; ni a lavado o arrastre de basuras.
- El terreno no debe ser visible desde áreas de acceso frecuente del público.
- La accesibilidad debe realizarse por vías primarias o secundarias, no permitiéndose el acceso directo desde las vías estructurantes.

#### Imagen N°17

#### Zonas Críticas



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a coberturas CIREN CORFO IV Región.

#### B) Sectores de Interés

Como zona de interés se encuentra aquella dispuesta al interior de los límites dispuestos para el estudio, sin embargo, la misma zona viene contigua por fuera de ella desde el oriente.

Se da como área de interés ya que pertenece muestra rasgos de mayor humedad respecto del resto del sistema, con mayor vegetación asociada y por ende un mayor volumen de microorganismos y con ello una fuente de alimento para las aves que aprovechan el área tanto para nidificar como de paso.

INFORME FINAL

101

El área aproximada que cubre esta zona al interior del límite dispuesto es de 23207m<sup>2</sup> (2.3 hectáreas) y al exterior de los límites un aproximado de 55947m<sup>2</sup> (5.5 hectáreas).

Al localizar esta área, es factible notar que su presencia es importante en cuanto a envergadura y distribución, puesto que a nivel interno atraviesa en dirección paralela a la línea de costa cubriendo prácticamente todo el frente del Humedal. Y por su parte, la zona adyacente por el exterior, contiene aún más superficie y se distribuye de forma mas concentrada que su brazo Oeste, planteando la necesidad de proteger ambas zonas producto de su complementariedad como hábitat natural.



Imagen N° 4: Localización de zonas de interés en un contexto micro escalár en cuanto a la disposición del humedal.

La implementación de obras de inversión pública y privada, tiene como efecto colateral inevitable la interferencia con el Patrimonio Cultural y específicamente con los sitios arqueológicos. Estos últimos, raramente son ruinas, sino más bien estructuras o restos materiales en apariencia insignificantes y que se encuentran sobre o bajo el suelo. Sin embargo, estos sitios tienen un valor cultural y científico muy elevado. La normativa que establece la legislación chilena en cuanto al resguardo del Patrimonio Cultural y Natural incluye tres leyes que rigen sobre el estudio realizado.

La principal ley que norma sobre el Patrimonio Cultural es la Ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales del 4 de Febrero de 1970, y su Reglamento del 2 de Abril de 1991. Ésta declara que "son monumentos nacionales y quedan bajo tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes; las piezas u objetos antropológicos, arqueológicos, paleontológicos o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la Historia, al Arte o la Ciencia...". En sus Artículos 11 y 12 se determina que "los monumentos nacionales quedan bajo el y supervigilancia del Consejo de Monumentos Nacionales sean de propiedad pública o privada y todo trabajo de conservación debe ser previamente autorizado". Para el caso particular de todas las evidencias arqueológicas existentes, se declara en el Artículo 21 que "por el sólo ministerio de la Ley, son monumentos arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional", sin declaración previa. Para terminar establece que el Patrimonio Cultural es propiedad de la Nación, que su destrucción es penalizada y que existe la obligación de denunciar su aparición (Art. 20 y 23).

Por el sólo ministerio de la Ley, son monumentos arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Para los efectos de la presente ley quedarán comprendidas también las piezas paleontológicas y los lugares donde se hallaren (Artículo 21°, Título V, Ley 17.288, República de Chile 1970).

Las personas naturales o jurídicas que al hacer prospecciones y/o excavaciones en cualquier punto del territorio nacional y con cualquier finalidad encontrare ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter arqueológico, antropológico o paleontológico, están obligadas a denunciar de inmediato el descubrimiento al gobernador provincial, quien ordenará a carabineros que se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo de Monumentos Nacionales se haga cargo de él. (Artículo 23°, Reglamento de la Ley 17.288, República de Chile 1991).

Los objetos o especies procedentes de excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas o paleontológicas, pertenecen al Estado. Su tenencia será asignada por el Consejo de Monumentos Nacionales a aquellas instituciones que aseguren su conservación, exhibición y den fácil acceso a los investigadores para su estudio. En todo caso se preferirá y dará prioridad a los Museos regionales respectivos para la permanencia de las colecciones, siempre que cuenten con condiciones de seguridad suficientes, den garantía de la conservación de los objetos y faciliten el acceso de los



investigadores para su estudio. (Artículo 21º, Reglamento de la Ley 17.288, República de Chile 1991.

Un segundo cuerpo legal que rige los estudios es la Ley N 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que en su artículo 1, letra K, define impacto ambiental como "la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada". En su artículo 10, enumera los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental y termina estableciendo en su artículo 11, que "los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un estudio de impacto ambiental, si generan o presentan a lo menos una de las siguientes características o circunstancias" y en su letra f) estipula "alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural".

Respecto a este último punto, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en su Artículo 11, "establece que a objeto de evaluar si el proyecto o actividad, respecto a su área de influencia, genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural, se considerará" lo señalado en la letra c) del citado artículo: "la magnitud en que se modifique o deteriore en forma permanente construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural". El último cuerpo legal es la Ley 19.253 que trata Sobre Pueblos Indígenas. Ésta establece en su Artículo 28, que "el reconocimiento, respeto y protección de las culturas e idiomas indígenas contemplará la promoción de las expresiones artísticas y culturales y la protección del patrimonio arquitectónico, arqueológico, cultural e histórico indígenas".

## 7.1 FUENTES DE INFORMACION

Para la búsqueda de información se implementaron tres variables para cubrir el área inspeccionada:

- a. Antecedentes arqueológicos de Coquimbo, con el objetivo de determinar la existencia ya registrada de sitios arqueológicos y paleontológicos.
- b. Revisión Catastro MOP, sobre Monumentos Nacionales de la IV Región.
- c. Inspección Arqueológica del área de emplazamiento del proyecto.

## 7.2 METODOLOGIAS APLICADAS

La metodología aplicada en terreno para revisar la zona estudiada corresponde a una inspección o prospección visual sin recolección de materiales. La que se aplicó al *área de influencia directa* del proyecto y al *área de influencia indirecta*. La directa comprende la superficie real de ejecución del proyecto y la indirecta corresponde a una franja exterior, a modo de protección que también es inspeccionada.

El área que ha sido definida como correspondiente al Humedal comprende 19 hectáreas. De este modo, esta superficie se consideró como el área de influencia directa del proyecto. No obstante, también se definió un área de influencia indirecta que correspondió a una faja exterior de 50 m a continuación del perímetro que encierra las 19 há.

La inspección visual programada para identificar la presencia de monumentos nacionales, especialmente, sitios arqueológicos y paleontológicos en el área se realizó utilizando el

Muestreo Espacial Mediante Líneas Transversales Sistemáticas, donde se trazan una serie de líneas imaginarias paralelas y equidistantes a través de la superficie objeto de estudio (19 há), las que son trazadas, midiendo y recorriendo en forma pedestre los segmentos delineados, lo que en la práctica significó que la distancia de separación durante la inspección no superaba los 5 m entre cada una de las 5 personas que realizaron la inspección durante el recorrido, observando cuidadosamente la superficie, con el objetivo de identificar en superficie, en perfiles expuestos, en excavaciones abiertas y en tierra removida y extraída la existencia de restos culturales arqueológicos o históricos aislados o de sitios arqueológicos claramente reconocibles.

Al efectuar una inspección o prospección arqueológica existen dos tipos de factores que afectan la posibilidad de descubrir un sitio arqueológico: 1) los que el arqueólogo no puede controlar: frecuencia, obstrusividad, visibilidad y accesibilidad, y 2) los que el arqueólogo sí puede controlar.

- 1) Entre los primeros destacan:
  - b) Frecuencia: Se refiere a que en el área estudiada la probable frecuencia de sitios arqueológicos está dada y no la determina el arqueólogo.
  - c) Obstrusividad: Se refiere a la probabilidad que los sitios arqueológicos puedan ser localizados mediante técnicas específicas.
  - d) Visibilidad: Se refiere a ciertos rasgos medioambientales que hacen más fácil o difícil la visibilidad de los restos arqueológicos.
  - e) Accesibilidad: Se refiere a la variabilidad que exhibe un área respecto al esfuerzo requerido para llegar a ella.

Otros factores que pueden afectar la probabilidad de descubrir sitios arqueológicos son: el clima, la biota, el relieve, la propiedad de la tierra, entre otros.

- 2) Entre los segundos, lo único que el arqueólogo puede controlar es la intensidad o cantidad de esfuerzo ocupado en la inspección o prospección de un área. Esto se refiere a la cantidad de personas que participan, el intervalo o distancia entre ellas, el número de días por persona o las unidades inspeccionadas.

En el caso de la inspección arqueológica realizada para el proyecto “**Humedal Estero El Culebrón – Coquimbo**”, el único factor que se puede considerar que afectó una parte de la inspección fue la *visibilidad*, pero con una incidencia muy baja, referida específicamente a la vegetación existente en el terreno, la que consistía en estrato herbáceo. Vegetación que en su conjunto no afectó una buena inspección visual de la superficie del terreno objeto de estudio.

Desde el punto de vista metodológico se implementaron las siguientes acciones que fue pertinente poder realizar para cubrir el área objeto de estudio y, por tanto, del proyecto:

- Recopilación de antecedentes o publicaciones que hagan referencia a la presencia de sitios arqueológicos en la costa de la región.
- Identificación, descripción y espacialización de sitios o hallazgos, haciendo una jerarquización de acuerdo a su estado de conservación, importancia científica y vulnerabilidad.

- Identificación de amenazas actuales y potenciales según las características del sitio y su contexto.
- Cartografía de sitios arqueológicos e históricos.

### **7.3 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

El Estero Culebrón se ubica en la subárea geográfica - cultural del Norte Chico, particularmente su mitad austral, en la Región de Coquimbo, provincia de Elqui. Forma parte del sistema de humedales costeros de dicha región, en un litoral que desde muy temprano en la secuencia histórico – cultural de la zona ha concitado el interés de las comunidades nativas.

Existen vestigios en la Región de Coquimbo de presencia humana desde hace 11000 años AP. Desde ese período, conocido como Paleoindio, en adelante la presencia humana se ha establecido de manera constante e intensa en la costa, los valles y la cordillera, generando modos de uso del espacio y producción cultural que han permitido realizar una secuencia cronológico – cultural distinguiendo periodos y entidades culturales que los han caracterizado. Se presenta a continuación un resumen de esta secuencia, haciendo hincapié en la ocupación del litoral, franja geográfica donde se encuentra el Estero Culebrón y su Humedal.

#### **Período Paleoindio (pre 10000 AP)**

Ubicado 3 km hacia el sur de la región de Coquimbo, el sitio arqueológico de Quereo, emplazado en la quebrada homónima da cuenta de la convivencia de grupos cazadores recolectores con caballo americano, parte de la megafauna hoy extinta cuya presencia eventualmente sincrónica a la humana caracteriza el período. Estas evidencias, con fechados que van entre  $9650 \pm 190$  y  $9450 \pm 145$  antes de nuestra era (Núñez et al., 1983) representan el comienzo de la ocupación humana del territorio estudiado. Recientes hallazgos en Santa Julia, han permitido descubrir un evento de talla lítica asociada a fauna pleistocénica extinta con fechas entre los 10900 y 10190 AP y la coexistencia de cazadores de megafauna con poblaciones Huentelauquén (Jackson, 2006)

#### **Período Arcaico (9000 a 1000 AC)**

Con posterioridad a la extinción de la megafauna se define un largo período de ocupación del territorio por grupos cazadores recolectores: el período Arcaico. En la zona de Los Vilos se han registrado dos tipos de asentamientos de grupos cazadores recolectores en el litoral, el primero correspondiente a ocupaciones estacionales durante lapsos prolongados y ocupaciones ocasionales asociadas a estrategias oportunistas de explotación de recursos marinos, asociados estos últimos a condiciones de mayor aridez del ambiente local (Maldonado y Villagrán, 2001). Se reconoce que las fluctuaciones climáticas y particularmente el aumento de la aridez habrían concentrado fauna y vegetación en lugares húmedos, como lagunas y esteros, convirtiéndolos en puntos atractivos para el poblamiento humano. Los grupos cazadores recolectores, terrestres y marítimos, habrían desarrollado una serie de innovaciones tecnológicas y adaptativas asociadas a los cambios climáticos descritos (Rivas, 2006).

A comienzos del Período Arcaico se reconoce una ocupación costera por parte del denominado Complejo Huentelauquén, descrito originalmente por Iribarren (1961) a partir de sitios superficiales en dunas fósiles o subfósiles (Kuzmanic y Castillo, 1986). Este desarrollo costero exhibe un repertorio cultural caracterizado por puntas de proyectil pedunculadas y lanceoladas, hojas y cuchillos semilunares, raederas, raspadores, taladros, piedras horadadas y otros elementos de molienda (Rivas, 2006) La presencia de instrumentos de molienda sugiere el aumento de importancia del cultivo de vegetales, en un contexto de movilidad estacional. En la región de Coquimbo el alero de San Pedro Viejo de Pichasca (valle del río Hurtado, cuenca alta del Limarí) cuenta con un fechado de 7970 a. C. (Jackson, 1997). El hallazgo de conchas en los depósitos del sitio sugiere el desplazamiento de estos grupos hacia la costa (Gallardo, 2004). La dispersión de los sitios Huentelauquén alcanza la Región de Antofagasta, con fechas más antiguas que las conocidas para la región de Coquimbo. En Quebrada de Cárcamo (cuenca del Limarí) y La Fundición (70 km al NE de La Serena) se registran contextos propios de la Cultura Huentelauquén, aunque sin litos geométricos. En general, estos sitios configuran un panorama de alta movilidad trashumántica de los grupos humanos, desde la costa del Pacífico hasta ambas vertientes cordilleranas, con el aprovechamiento y complementación de recursos marinos y terrestres y una diversificación tecnológica para la industria lítica de talla y molienda (Ampuero, 1971).

A mediados del Período Arcaico se mantiene el modo de vida cazador recolector, evidenciado en los niveles II y III de alero de San Pedro Viejo de Pichasca, fechados entre los 5000 y 2800 a. C. Se hallan en dichos estratos los restos más antiguos de cultígenos para la zona estudiada, correspondientes a poroto, calabaza y maíz. Se mantiene la alta movilidad de los grupos, desde la costa hasta la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes, los que en la costa de Los Vilos estarían accediendo a ésta de manera estacional, haciendo uso además de campamentos base y otros periféricos para la apropiación de recursos. Se distingue para este momento el Complejo Papudo, cuyo límite septentrional sería la zona de Guanaqueros en Coquimbo y su límite meridional el río Maipo.

El Complejo Papudo se caracteriza por ser una adaptación costera con movimientos ocasionales hacia el interior y conchales ubicados en la costa que se configuran como sitios de habitación y enterratorio. Las sepulturas tendrían un patrón tubular, con los cuerpos dispuestos en flexión, hiperflexión o estirados, asociados eventos de quema y a puntas triangulares de base recta, raspadores discoidales, raederas, cuchillos bifaciales e industria sobre guijarros. También proliferan los instrumentos de molienda como manos ovoidales hechas sobre guijarro, piedras molino y piedras tacitas (Bahamondes, 1969; Belmar, 2004). A nivel de la funebria se observa la presencia de ajuar collares de conchas, uso de pigmentos rojos, ubicación en espacios habitacionales a veces asociados a piedras tacitas y otros implementos de molienda y situados próximos a la costa (Belmar, 2004).

Hacia fines del Período Arcaico, previo a la aparición de las primeras ocupaciones alfareras, se observa un aumento de la población de las comunidades de cazadores recolectores y una lógica de apropiación distinta del espacio, ya se reduce la movilidad en un afán de aprovechar de manera más intensiva el medio costero. La nueva movilidad residencial de habría establecido en base a la selección de emplazamientos según los recursos recolectables de disponibilidad inmediata y gracias a un mayor conocimiento de las propiedades de los recursos disponibles. La presencia de elementos de molienda aumenta como nunca antes en las fases anteriores (Méndez, 2003). En el litoral de

Coquimbo se han encontrado abundantes conchales en torno a lagunas costeras, herramientas de concha, hueso y piedras tacita. Sitios como el cementerio indígena de Guanaqueros (Schiappacasse y Niemeyer, 1964, 1965 y 1968 en Kuzmanic y Castillo, 1986; Ampuero, 1973) y el sitio habitacional y cementerio de Punta Teatinos, ambos al sur de Coquimbo, evidencian las transiciones experimentadas por estas poblaciones hacia el año 100 a. C.

En la provincia de Coquimbo, los sitios de Quebrada Honda, al norte de la desembocadura homónima (Montané, 1964; Ampuero, 1972 – 3) y Tilgo, con un fechado de 665 dC (Ampuero, 1972 – 3) están ejemplificando el proceso de adaptación de las poblaciones costeras tempranas a la aparición de nuevas tecnologías como la cerámica. Lo mismo ocurre en la Quebrada El Encanto, donde abundan las puntas apedunculadas, lanceoladas y de base cóncava o recta, la asociación de morteros y piedras molino a los enterratorios y el uso de instrumentos de concha, que sugiere una tradición tecnológica compartida con los grupos del litoral.

### **Período Alfarero Temprano**

Hacia los inicios de nuestra era se consolida en el Norte Chico el Complejo Cultural El Molle, que en sus inicios corresponde a un horizonte de cazadores recolectores con cierto dominio de las técnicas agrícolas, que mantuvieron sus características ergológicas hasta muy entrado este período (Jackson, com. pers.) y que se habría introducido en la secuencia cultural de la zona, con influencias desde el Noreste Argentino, generando conflictos entre los grupos locales (Ampuero, 1971; Niemeyer et al., 1989). El manejo de la cerámica marca un cambio importante en la tecnología de estos grupos, no sólo a nivel de la explotación de recursos que esta supone sino también por las posibilidades que ofrece de plasmar en ella símbolos e identidades propias de cada comunidad.

Aproximadamente entre el 0 y el 700 d. C. el Complejo Cultural El Molle se desarrolla con una organización sociopolítica no centralizada, con grupos autónomos en los diversos valles transversales lo que habría generado ciertas diferencias regionales. Se observa una economía cada vez más dependiente de la producción de alimentos vegetales y animales, asociada al desarrollo de técnicas de canalización de riego y al manejo de camélidos. Se ha identificado también el trabajo de metales con la técnica del martillado, la cerámica monocroma de formas globulares y un conjunto de instrumentos líticos que incluye retocadores, puntas de proyectil triangulares con y sin pedúnculo, raspadores de uña, raspadores de lomo alto, perforadores, percutores, raederas y tajadores, en materiales como la andesita, riolita, calcedonia y otras piedras silicificadas. La factura cerámica incluye vasijas monocromas de formas globulares, siendo lo más característico la producción de pasta negra pulida con decoraciones incisas y modeladas. Hacia el sur del área nuclear Molle se observa también pasta roja pulida. También se registra el uso de pipas T invertidas o tipo monitor y el uso de tembetá, principalmente de piedra, los objetos suntuarios de cobre, cosidos a ropa, brazaletes, aros y pinzas depilatorias. A nivel de la funebria se observa la construcción de túmulos complejos asociados a los sectores habitacionales, aunque en el valle del Elqui las tumbas presentan sólo señalizaciones circulares de piedra (Niemeyer et al., 1989).

El marcado sedentarismo de estos grupos lleva a la conformación de aldeas emplazadas en valles formativos y medios y zonas de interfluvio, con prácticas agrícolas, ganaderas y en algunos casos, fortificadas (Niemeyer et al., 1989). La orientación costera

prácticamente se pierde en el modo de usar el espacio, prácticamente no encontrándose conchales antropogénicos con esta adscripción (Jackson, com. pers.).

Las diferencias observadas valle a valle en el fenómeno Molle se explicarían por la distancia cronológica y geográfica entre las cuencas hacia el norte de la zona Molle sus influencias se vinculan a los desarrollos de la Puna y hacia el sur, en Elqui y sobretodo el Choapa y Limarí sus manifestaciones se vincularían a la zona central de país (Niemeyer, 1998).

### **Período Alfarero Medio**

Entre el 700 y el 1000 d. C. se ha segregado dentro de la secuencia cultural de la zona el Período Medio, caracterizado por el desarrollo del Complejo Las Ánimas, base del desarrollo de la Cultura Copiapó en el valle homónimo y de la Cultura Diaguita en la región de Coquimbo (Castillo, 1989). Existe cierto consenso en que las principales influencias de estas comunidades provendrían de los desarrollos Aguada decadente, que estarían incursionando hacia la costa del Pacífico tras la desarticulación Aguada (Castillo et al., 1997).

Los grupos Ánimas ocuparon fundamentalmente el curso medio de los valles y la costa, alcanzando sectores cordilleranos para la obtención de materias primas. Los asentamientos aldeanos se ubican en puntos estratégicos del valle, de difícil acceso, conformando pucarás en la zona de Copiapó.

Se mantiene un sistema económico diversificado y movilidad estacional. En la agricultura, destaca la presencia de maíz, algarrobo y chañar. El manejo de camélidos adquiere gran importancia, conformando parte de la ofrenda funeraria y de la decoración cerámica. Ésta se caracteriza por ser negro brillante por el interior y café ante o terracota en el exterior. Aparte de la decoración negra, se observan tricromía, motivos geométricos y la manufactura de pasta fina, sin antiplástico visible alta dureza, timbre metálico sin antiplástico visible. Las formas corresponden a pucos abiertos de perfil más menos troncocónico inflectado, base circular de diámetro pequeño y base ligeramente cóncava, sin asas. Se observa también un manejo acabado de la metalurgia de cobre y plata con la manufactura de aros y brazaletes, además de la industria de hueso, concha, cestería y textiles hechos a partir del hilado de pelo de llama. En el conjunto artefactual de consumo de alucinógenos se reemplaza la pipa por tabletas de aspirado, y se pierde el uso del tembetá (Castillo, 1989; Ampuero, 1991).

En el sitio clásico Ánimas Plaza de Armas de Coquimbo se aprecia la importancia de los camélidos, hallándose hasta cinco animales ofrendados a un individuo. Este sitio destaca también por su riqueza ergológica y la orientación marítima del conjunto artefactual (Ampuero, 1991).

### **Período Intermedio Tardío**

Mientras en la región de Atacama se desarrolla la Cultura Copiapó, evolución regional de los grupos Ánimas, posterior al 1000 d. C., del valle del Huasco al sur se observa la presencia de la Cultura Diaguita (Ampuero, 1991). Originalmente definida por Latcham (1928), posteriormente dividida en fases por Cornely (1956) y luego Ampuero (1991), su periodificación en tres fases a sido confirmada a partir de diversas excavaciones

estratigráficas (Ampuero 1989). La Fase I, aún muy ligada a los desarrollos Ánimas, se caracteriza por el uso de urnas, platos subglobulares similares a Ánimas, decoración en franjas sobre engobe rojo, bandas blancas sobre fondo rojo en el interior de la pieza y diseños geométricos en rojo y negro sobre blanco. En el momento de transición hacia la Fase II se aprecian platos antropomorfos y escudillas finas con diseños selectivos. Se avanza en el desarrollo de la metalurgia y en la práctica de la pesca, ganadería y agricultura (Ampuero, 1991).

La Fase II o Período Clásico de la Cultura Diaguita corresponde al florecimiento artístico de esta cultura, con gran diversidad de motivos y un gran despliegue técnico en la decoración cerámica como decoraciones excisas, diseños antropomorfos y zoomorfos. Son características las superficies decoradas con pequeñas figuras geométricas repetitivas, que asemejan el diseño textil, y las formas cerámicas asimétricas llamadas jarro pato y jarro zapato. Se observa también la producción de urnas finamente decoradas, en las que son enterrados los individuos, además del patrón funerario en cistas. Abundan las espátulas o cucharas de hueso en los equipos inhalatorios finamente tallados. La metalurgia es todavía escasa, pero muy fina. Se observa el aglutinamiento de aldeas en los valles, aunque hay mas concentración en los valles de Elqui y Limarí. (Ampuero, Íbid).

En la Fase III de la Cultura Diaguita se recibe la influencia incaica, a partir más menos del año 1470 d. C. Los diaguitas se revelaron entonces como un sistema de jefaturas duales, a modo de caciques. Éstos se habrían incorporado al sistema de mitimaes incaicos, adoptando elementos imperiales, como rasgos decorativos incaicos y formas nuevas a nivel de la cerámica que se incorporan al repertorio ya existente. En la metalurgia se maneja el uso de cinceles, tumis, topus de cobre o bronce y oro de estilos cuzqueños o aretes, haciéndose más rico el manejo de la metalurgia. De manera general se mantiene la vida aldeana, la agricultura de maíz, quinoa, papa, poroto y zapallo, y el manejo de camélidos en circuitos estacionales para aprovechar la riqueza de los valles. La explotación de los recursos marinos incluye el consumo de peces, mariscos y fauna costera (Ampuero, Íbid).

### **Período Tardío**

Hacia mediados del siglo XV dC el Inka entró al Norte Chico conquistando los distintos valles de la zona uno a uno, produciéndose un sincretismo entre los desarrollos locales y la influencia imperial. En la zona de Copiapó se formaron asentamientos puramente incaicos asociados a temas rituales, como los santuarios de altura del Cerro Las Tórtolas y el volcán Copiapó. La riqueza mineral de la zona habría sido el principal aliciente para la presencia inka.

La cerámica diaguita incaica se caracteriza por la presencia de nuevas formas locales, como pucos campaniformes y formas incas, como aribaloides y escudillas con motivos diaguitas evidenciando aculturación al sur del Huasco. No obstante la ocupación se observa más potente hacia la zona cordillerana, menos directa o tangencial hacia la costa (Gallardo, 2001).

### **Antecedentes arqueológicos locales**

Durán (2005) citando a Biskupovic, menciona la existencia de 3 sitios arqueológicos: “Los Jardines de Peñuelas, Puente Negro y los del sector de La Cantera”. Precisamente, a través de una comunicación personal con Biskupovic, éste nos menciona la existencia de estos sitios en áreas cercanas al humedal, pero con distancias mayores a los 300 m en promedio. El más cercano sería Puente Negro o Puente Culebrón, referencia que él descubrió revisando cuadernos de notas de Hans Niemeyer, quien hace mención al hallazgo de restos humanos cercanos a este puente en décadas pasadas y cuya información no está publicada. Los otros dos sitios se localizan a distancias de más de 500 m del humedal y pueden representar buenos antecedentes del poblamiento prehispánico de esta área costera.

Biskupovic, menciona además la existencia de otros sitios como: La Tasca (restos óseos humanos) y Shell (descubierto por Julio Montané en la década del '60), más el hallazgo de nuevos sitios arqueológicos recientemente descubiertos durante 2008, como es el caso del sitio Museo El Desierto–Conaf, realizado precisamente “en un terreno perteneciente a la CONAF donde se construirá el edificio institucional y el futuro Museo del Desierto. Serían restos de habitantes de poblaciones que habitaron hace unos cuatro mil años en la zona. Se trata de osamentas pertenecientes a unos diez individuos jóvenes (20 a 30 años) que según las primeras apreciaciones de los arqueólogos corresponderían a poblaciones de antiguos pescadores de hace unos 4 mil años. El sector sería un campamento estacional típico de las culturas nómades que recorrían la costa de la región” ([http://www.dibam.cl/sdm\\_m\\_laserena/noticias.asp?id=8053](http://www.dibam.cl/sdm_m_laserena/noticias.asp?id=8053)).

En consecuencia, son sitios muy útiles para la reconstrucción del poblamiento prehispánico costero del Norte Chico que deben ser considerados en caso de ampliarse el radio de acción del estudio del Humedal del estero El Culebrón.

## 7.4 RESULTADOS

El concepto de humedal es de reciente definición y varía de acuerdo a las disciplinas que se aproximan a su estudio. Para este informe se entiende por humedal, un valle fluvial inundado.

Según la información recopilada los antecedentes geológicos permiten comprender el proceso de formación de este humedal (Valenzuela, Com. Pers.). Desde este punto de vista el humedal Estero El Culebrón ha sufrido cambios notables que hasta ahora lo afectan por la influencia de: a) las olas, b) las mareas, c) la deriva costera y d) factores antrópicos.

Todos estos factores permiten determinar que lo relevante para este estudio arqueológico es que el humedal no posee una antigüedad mayor a 100 años y que ha sufrido transformaciones permanentes en sus dimensiones, como lo demuestran las inundaciones que varían según las crecidas del estero, el que ahora como se comprobó en terreno y se conversó con los pescadores se ha visto afectado rápidamente por la construcción inmobiliaria y de la Costanera que ha bloqueado la salida natural del estero por su límite sur.

La inspección efectuada tanto en el área de influencia directa como indirecta del área del Humedal del Estero El Culebrón, comuna y región de Coquimbo, permitió establecer que



no existen restos arqueológicos aislados, como tampoco sitios arqueológicos ni paleontológicos en superficie.

Puesto que el humedal es de formación reciente, no existen sitios arqueológicos vinculados a su existencia. En cambio, los sitios que se han descubierto fuera del área de influencia directa e indirecta definidas para este estudio están vinculados a la existencia del Estero El Culebrón.

En el caso del registro paleontológico evidenciado durante la inspección se establece que su presencia en el sector es alóctona y proviene de otros sectores de la región, siendo trasladada y redepositada como relleno en el humedal, especialmente, para la construcción de la Costanera.

En el caso de la presencia de conchas de moluscos, especialmente bivalvos en el sector noroeste del humedal corresponde al Plio-Pleistoceno del área.

Finalmente, se reconoce la existencia de varios sitios arqueológicos fuera del área de influencia indirecta del estudio aquí definida, y que pueden ser muy útiles para la reconstrucción del poblamiento prehispánico costero del Norte Chico, los que deben ser considerados en caso de ampliarse el radio de acción del estudio del Humedal del estero El Culebrón.

## CAPITULO 9: LÍNEA DE BASE SOCIAL

El uso racional de zonas de estuario o humedales es un tema de preocupación reciente en Chile, remontándose los primeros antecedentes hace dos décadas atrás, incorporando en el discurso público la necesidad de resguardar estos valiosos ecosistemas y proyectar el desarrollo sustentable.

Lo sucedido sobre el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en Valdivia, sitio emblemático que Chile incorporó a la Lista de Ramsar al momento de adherirse a dicha Convención (Ley de la República desde el año 1981), es de por sí elocuente y decidor. Allí murieron miles de cisnes de cuello negro, *Cignus melancoryphus*, a causa de la contaminación de las aguas del río Cruces, que recibe en forma directa descargas de residuos generados por la industria de la celulosa. Conjuntamente, la masiva muerte de aves ocurrida en el humedal de Batuco —uno de los seis más importantes centros de biodiversidad de la Región Metropolitana— donde autoridades sanitarias comprobaron que más de mil doscientos animales, entre cisnes, patos, garzas y coipos habían muerto a causa de la contaminación generada por una planta tratante de aguas servidas emplazada en sus inmediaciones, constituye un nuevo indicador de una verdadera “*crisis de los humedales*”. Ambos hechos dieron la luz de alarma respecto al escenario que enfrentan actualmente los humedales en Chile.

Llamados comúnmente “zonas húmedas” o “donde la tierra se junta con el agua”, los humedales constituyen verdaderos ambientes de transición entre sistemas terrestres y acuáticos, sean éstos ríos, lagos o mares. Este concepto aborda a los humedales como sistemas “fronterizos” ya que, en un gran número de ocasiones, naturalmente aparecen en los límites o bordes entre el medio terrestre y el acuático, como, por ejemplo, las orillas de una laguna o de un estero, o bien un humedal costero formado entre la tierra y el mar.

La Convención de Ramsar emplea un criterio amplio para determinar qué humedales quedan comprendidos en su alcance. El texto de la Convención hace referencia a ellos de la siguiente manera:

(Artículo 1.1), define los humedales como: “Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. (Artículo 2.1), estipula que los humedales: “podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una

profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”.(Ramsar)

Sin lugar a dudas el recurso más importante para la vida en el planeta y probablemente en todo el universo es el Agua. Sin embargo, existe muy poca agua dulce disponible para el consumo humano. Se estima que el 88% del agua del mundo es salada, el otro 12% es dulce; de ésta, el 8% está congelada, y de la que resta, el 3,9% está bajo tierra. Sólo el 0,1% restante estaría quedando disponible para el ser humano. En este preocupante escenario global, la escasa agua disponible para la vida humana se encuentra en los humedales, los cuales constituyen un elemento fundamental para la obtención de este vital recurso en el largo plazo.

El agua dulce disponible por habitante está disminuyendo. En el siglo XX, mientras la población del mundo se triplicaba, las extracciones de agua dulce aumentaron más de seis veces, lo que es indicio de una urbanización masiva, así como de un aumento de la dependencia hacia la agricultura de regadío y de los niveles de vida. Actualmente, 2,3 mil millones de personas viven en el entorno de ríos donde el agua escasea con frecuencia y 1,7 mil millones de ellas viven en zonas donde la escasez de agua socava la capacidad local de producción de alimentos y desarrollo económico. Es evidente que no hay suficiente agua donde debiera. Además, al menos 1,1 mil millones de personas carecen de agua potable y cada año 3 millones de personas, muchas de ellas niños, mueren de enfermedades provocadas por aguas contaminadas. La calidad del agua plantea pues un reto no menos difícil.

Los humedales desempeñan un papel fundamental en el ciclo del agua pues captan y retienen agua de lluvia y deshielo, recargan los acuíferos, retienen sedimentos y depuran aguas. No en vano son llamados “riñones del planeta”.

Pese a ello, en el siglo XX hemos destruido el 50% de los humedales que quedaban en el mundo y otros los hemos alterado físicamente con represas, canales y otras obras, que han fragmentado y alterado el flujo del 60% de los mayores ríos del mundo, poniendo en peligro a menudo las numerosas funciones útiles de los ecosistemas de los que dependemos. No sólo hemos destruido humedales para dar cabida a la agricultura e incrementado la demanda de agua dulce —el 70% del agua dulce extraída se destina actualmente a esta actividad— sino que también hemos incrementado la presión sobre estos ecosistemas dado que las actividades agropecuarias se desarrollan a partir del uso de aguas superficiales y subterráneas, generando una elevada carga de nitrógeno, fósforo, pesticidas y sedimentos.

Si la agricultura es la principal fuente de contaminantes en el mundo desarrollado, en muchos países en desarrollo —donde el 90-95% de las aguas residuales se vierten sin tratar en los sistemas hídricos— lo son los desechos de origen humano. Cabe señalar aquí, además, los impactos que la actividad minera ocasiona a nivel global, tanto por la demanda de recurso hídrico como por su contaminación directa.

El resultado de los aspectos señalados, es un fuerte descenso de la cantidad y la calidad de agua a escala planetaria. Otra amenaza importante para los humedales viene de las nuevas construcciones y del desarrollo de infraestructura sobre ellos o en sus inmediaciones.

Es probable que esta amenaza aumente, ya que se prevé que en los próximos veinte años la población del planeta aumente en 1,7 mil millones de personas, de las cuales la mayor parte vivirá en países en desarrollo. Invertir el proceso de deterioro actual también puede ayudar a mitigar la pobreza, pues los pobres del mundo rural son las principales víctimas de la destrucción de humedales al depender más de sus productos. Entre las actividades que, correctamente manejadas, demuestran proteger los ecosistemas, está el ecoturismo, ya que aparece como generador de beneficios a la población local, contribuyendo a su desarrollo económico.

La Convención de Ramsar está convencida de que los humedales, como fuente de abastecimiento de agua dulce, deben ser el punto de partida de toda estrategia de ordenación integrada de los recursos hídricos. Así, la conservación de la salud de los humedales es uno de los requisitos fundamentales para lograr un planeta sostenible (Ramsar; 1971). La Convención de Ramsar sobre los humedales es un tratado intergubernamental suscrito por 145 países (incluido Chile) con el objetivo de conservar y hacer un uso racional de los humedales y sus recursos asociados, a través de acciones locales, regionales y nacionales así como por medio de la cooperación internacional, para aportar al desarrollo sostenible. Fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, en el año 1971.

La Convención entró en vigor en 1975 y fue aprobada en nuestro país como Ley de la República en septiembre de 1980. Al adherirse a la Convención, Chile incorporó el emblemático Santuario de la Naturaleza Carlos Andwanter en el río Cruces (X Región de Los Lagos) como humedal de importancia Internacional. Siguiendo el Plan Estratégico 1997-2002 de la Convención, se estableció el Comité Nacional de Humedales, encabezado por el Ministerio de Relaciones Exteriores, como Autoridad Administrativa, y la Corporación Nacional Forestal, CONAF, como Secretaria Técnica. Participan en este Comité entre otras instituciones públicas y ONG's, el Museo Nacional de Historia Natural y la Unión de Ornitólogos de Chile.

### **Humedales IV región**

La IV Región de Chile se ubica en la zona semiárida del oeste de Sudamérica, al sur del desierto de Atacama, el más árido del mundo. Se encuentra inserta en una de las 25 zonas "hot spots" con mayor diversidad del mundo (Myers et al. 2000). Allí destaca una gran gama de especies de flora y fauna, caracterizada por su alto endemismo. Esta zona "hot spot" posee una extensa y compleja red de humedales que albergan rica biodiversidad. El Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo alberga una red de humedales de distintos tipos y tamaños, tales como lagunas costeras, esteros, playas de variados tamaños y una extensa costa rocosa.

### **Humedales de Playa**

Playa Faro Norte (La Serena)

Playa Canto del Agua (La Serena)

Playa de Peñuelas

Playa Changa (Bahía de Coquimbo)

Playa La Herradura

Playa de Guanaqueros (a lo largo de toda la bahía de Guanaqueros)

Playa Socos (Bahía Barnes, Tongoy)

Playa Grande (Bahía de Tongoy)

### **Humedales Lagunares**

Laguna Saladita (o Punta Teatinos)  
Desembocadura del río Elqui  
Estero Culebrón y su sistema asociado (Coquimbo)  
Humedales remanentes de playa La Herradura  
Laguna Adelaida (o Lagunillas)  
Estero de Tongoy (Bahía Barnes)  
Laguna Salinas Chica ( Bahía de Tongoy)  
Laguna Salinas Grande (Bahía de Tongoy)  
Estero Pachingo (Bahía de Tongoy)

### **III- Antecedentes generales**

La Región de Coquimbo se ubica entre los 29° y 02' y 32° 16' de latitud sur, desde el límite con Argentina hasta el océano pacífico, empalzada en el centro norte de Chile, entre las regiones de Atacama y Valparaíso. Se ubica en el extremo sur de la bahía de Coquimbo, casi a 1 km del centro de la dicha ciudad.

Desde el punto de vista de su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), su estructura base la componen la actividad minera, silvoagropecuaria, servicios e industria manufacturera. Las actividades que más contribuyen al empleo son la pesca y la agricultura, en menor medida en sector terciario y comercio. Aunque en volúmenes de exportación la mayor incidencia la tiene la minería y la agricultura.

### **Ordenamiento Territorial y valoración de la Tierra en Chile**

Las culturas precolombinas, a excepción de las culturas de atacameños, incas y otras que tenían elementos de ordenación del territorio, no poseían algún tipo de manejo territorial, sino muy por el contrario, sus asentamientos eran precarios en términos del ordenamiento planificado (Gasto: 1998).

El primer orden formal del territorio en Chile, estuvo determinado por las normas del Imperio Español. En 1532, Carlos V había reglamentado la fundación de las ciudades en las Indias, así determinó la manera de realizar los trazados de las calles, la ubicación de las ciudades respecto de los vientos, la llegada del sol, la cercanía del agua, la altura de la tierra sobre el nivel del mar, las tierras de cultivo, entre otras. Más tarde Pedro de Valdivia se ciñó a la ordenanza de Carlos V, conciliándola con las modalidades y exigencias locales. Luego, las encomiendas y las haciendas determinaron el ordenamiento que duró aproximadamente 300 años. Fue la manera de dar origen a la producción extensiva que se realizó en aquella época.

En consecuencia, el ordenamiento del país, se ha desarrollado sobre la base de patrones que se determinaron durante la época de la conquista y colonización de Chile. Sin embargo, hoy en día, el ordenamiento territorial en Chile sólo es regulado bajo un enfoque urbano, quedando los territorios determinados por los procesos económicos y demográficos de expansión de las ciudades sin una regulación global que contemple al

territorio como una unidad, por consiguiente, se ejercen en dicho espacio diferentes presiones para el uso de ellos.

### **Marco regulatorio del ordenamiento territorial en Chile**

La Ley General de Urbanismo y Construcciones (DFL N° 458, 1975) y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, constituyen los principales cuerpos legales que forman la normativa que rige el tema de planificación territorial en Chile, en tanto que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a los Gobiernos Regionales y a las municipalidades les corresponde su aplicación de manera principal.

La planificación urbana, en sus niveles de acción regional, intercomunal y comunal o local, se efectúa a través de cinco instrumentos de planificación territorial:

- Plan Regional de Desarrollo Urbano
- Plan Regulador Intercomunal
- Plan Regulador Comunal
- Plan Seccional
- Límite Urbano

### **Contribución de los humedales al desarrollo local**

El suministro por parte de los humedales costeros de un amplio espectro de bienes y servicios a la gente y su subsistencia, así como su contribución al mantenimiento de la diversidad biológica les confiere importantes y variados valores biológicos, socioeconómicos y culturales.

Además de los servicios que prestan en relación con el control de tormentas y crecidas, y cuestiones conexas de ordenación de los recursos hídricos, los bienes suministrados por los humedales costeros pueden ser vitales para la salud, la seguridad y el bienestar de las poblaciones locales (Ramsar, 2004). Los humedales forman parte de nuestra riqueza natural. Según una evaluación reciente el valor monetario estimado de nuestros ecosistemas naturales es de US\$ 33 billones de dólares y los humedales aportan globalmente con el 45% de esta suma, con unos US\$ 14.9 billones de dólares (Tabilo, 2003). Es necesario recalcar además que muchos de los beneficios proporcionados por los humedales son esenciales para las comunidades humanas. Si no se mantienen todas las funciones hidrológicas y afines de los humedales costeros, el éxito del desarrollo costero sostenible se vuelve incierto. La integración y el mantenimiento efectivo de las funciones hidrológicas de éstos humedales pueden contribuir a mejorar la calidad de las aguas costeras, a reducir el riesgo para la salud humana y las pérdidas de vidas humanas y bienes, aumentar el valor económico de las tierras costeras y mantener la diversidad biológica (Ramsar, 2004).

Los humedales revisten gran importancia sociocultural, ya que son portadores de valores religiosos, históricos y arqueológicos para las comunidades locales, siendo en algunos casos parte del patrimonio de culturas y naciones.

Un estudio preliminar formulado sobre sitios incluidos en la “Lista de Ramsar” puso de manifiesto que más del 30% de una muestra de 603 sitios, presentaba alguna importancia arqueológica, histórica, religiosa, mitológica o cultural a nivel local o nacional. Muchas de

las técnicas tradicionales ideadas por las diversas culturas para utilizar recursos de los humedales, como extraer sal, cultivar arroz, aprovechar los árboles del mangle, pescar o cortar cañas, han resistido la prueba del tiempo, demostrando que la biodiversidad y la viabilidad de los ecosistemas puede mantenerse gracias a la permanencia de instrumentos tecnológicos que recogen técnicas y saber tradicional.

En el plano local se destaca aquí el caso de la Hacienda El Tangué, donde se utiliza la totora como materia prima para fabricar techumbres de viviendas, lo cual forma parte sustancial de la identidad y el patrimonio cultural local.

La costa centro-norte del país posee una significativa importancia para la acuicultura de Chile, debido a su alta productividad biológica. En el caso particular de la bahía de la localidad de Tongoy —la más importante de la IV Región de Coquimbo— las funciones de los humedales existentes en el área (Salinas Chica, Salinas Grande y Pachingo) adquieren una particular relevancia debido a su directa influencia en la generación de condiciones óptimas para el cultivo de Ostión del Norte. (*Agropecten Purpuratus*).

Cabe señalar que se trata de una bahía clase A, certificada por la FDA (Food and Drug Administración, USA) debido a sus altos estándares de calidad de aguas, y que solo en el año 2004 dicha actividad productiva tuvo un flujo exportador para Chile de 2.660 toneladas, valoradas en 26.695 —en miles de US\$— (APOOCH, 2005).

Un elemento importante es lo relacionado con la pesca de subsistencia en los humedales se trata de una actividad sin fines de lucro, y que, en algunos casos, permite complementar la dieta alimenticia de familias de escasos recursos. Este beneficio se manifiesta particularmente en Punta Teatinos y el Estero de Tongoy, entre otros. El pescado es la fuente de alimentación de 1.000 millones de personas y, un 70% de este recurso, depende de los humedales. Cabe señalar aquí que a, nivel global, el creciente deterioro de los humedales ha contribuido a una notoria disminución de las poblaciones naturales de peces, lo cual podría tener graves consecuencias en el mediano plazo, para una parte importante de la población mundial que depende de la pesca de subsistencia.

## **Turismo**

La belleza natural, así como la biodiversidad de los humedales costeros hacen que éstos se conviertan en destinos ideales para la recreación y el turismo. Históricamente, los humedales han sido los lugares favoritos para el recreo y el ocio. Es posible distinguir este beneficio sobre la totalidad de los sitios del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo, particularmente en laguna Saladita y la desembocadura del estero de Tongoy, ambos sitios insertos en zonas balnearias. Actualmente, y a lo largo del planeta, los sitios más singulares están protegidos como reservas, parques o santuarios y son capaces de generar ingresos apreciables por concepto de turismo y usos recreativos. Sin duda alguna, una tendencia a imitar.

## **Actores Claves**

Es posible entender el término comunidad en dos niveles: uno representado por un grupo de personas más o menos homogéneo que en la mayor parte de los casos se define por su ubicación geográfica y se determina por su perfil social y antropológico. Sobre otro nivel, es posible visualizar una “colección de grupos de presión distintos”, como las

mujeres y los hombres, los jóvenes y los ancianos, los pescadores y agricultores, los ricos y los pobres, y distintos grupos étnicos. Incluso en comunidades relativamente unificadas es probable que estos subgrupos tengan intereses y perspectivas muy diferentes, motivo por el cual es preciso tener en cuenta dichos matices en un eventual proceso de manejo participativo de los humedales.

Asimismo, es posible entender que los interesados directos tienen distintos intereses en el humedal y hacen aportes diferentes a su manejo. Análogamente, los organismos gubernamentales encargados del manejo de los humedales, las autoridades locales, las empresas privadas e inclusive los medios de prensa, pueden ser considerados interesados directos. (Ramsar, 2004).

### **La sociedad civil, las instituciones públicas, propietarios y privados**

Vecinos, líderes, organizaciones de base y centros educativos (escolares) de las comunidades existentes en torno a los humedales. Es posible distinguir los siguientes grupos: niños, jóvenes, adultos, adultos mayores, pescadores artesanales y campesinos de ambos sexos. Cabe destacar que para el área de influencia del sistema costero, no se registran en la actualidad asentamientos humanos con población indígena.

Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA IV) Comisión Regional de Usos del Borde Costero (CRUBC), Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA IV) Ministerio de Bienes Nacionales (SEREMI IV) Municipalidades de Coquimbo y La Serena, y otros servicios públicos con competencia ambiental. Se trata aquí de un estrato focalizado, mayoritariamente adulto y de ambos sexos.

Estos actores toman decisiones que afectan a los humedales directamente. Son aquellos propietarios de terrenos adyacentes al humedal (en la mayoría de los casos los humedales registran dominio privado). Se incluye en este grupo al Ministerio de Bienes Nacionales, quien posee dominio sobre franjas costeras de las lagunas Salinas Chica y Grande, y sobre el Estero Pachingo. Se trata aquí de un grupo mayoritariamente masculino y adulto.

Asociación de Productores de Ostras y Ostiones de Chile AG, APOOCH, pequeñas y medianas empresas de cultivo de Ostión del Norte (Guañaqueros, Tongoy y Puerto Aldea) proyectos inmobiliarios (Serena Norte, Morrillos, Puerto Velero) Empresa sanitaria Aguas del Valle S.A, operadores y agencias de turismo, entre otros.

Las relaciones entre los humedales y los seres humanos son múltiples, variadas y con frecuencia muy estrechas. Muchos de los humedales importantes hoy en día tienen gran antigüedad y pueden presentar señales claras de usos humanos tempranos, al tiempo que zonas hoy día secas, pueden haber sido humedales en épocas remotas y conservar pruebas importantes del pasado humano.

Los arqueólogos nos pueden explicar cómo la estrecha asociación entre los seres humanos y los humedales data de la antigüedad más remota. Los artefactos que han hallado en suelos anegados de todo el mundo (tal es el caso de los humedales del sistema costero de Coquimbo) documentan que los seres humanos han aprovechado ampliamente estos ecosistemas, reflejo de la inmensa riqueza de recursos naturales que



las zonas húmedas albergan y que han servido de sustento a todas las poblaciones humanas durante milenios.

Hoy día sigue habiendo comunidades en todos los países que mantienen esos estrechos vínculos y cuyas actividades cotidianas están determinadas por el ritmo de los ciclos de los humedales. Naturalmente, esta relación entre los humedales y los seres humanos va mucho más allá del valor de los recursos naturales o de los servicios vitales que ellos prestan patrimonio cultural que ha evolucionado a lo largo del tiempo, patrimonio merecedor de mucha más atención por parte de todos aquellos que se interesan en los humedales y en su conservación y uso racional.

Por otra parte, la destrucción de los humedales y la pérdida de las prácticas de ordenación tradicional de los mismos, no solo acarrearán la pérdida de los valores de humedales más tangibles como la lucha contra las inundaciones, la reposición de las aguas subterráneas, el desenvolvimiento armonioso del ciclo de nutrientes, etc., sino también la pérdida de nuestro patrimonio cultural asociado con los humedales. Así pues, los humedales, tanto los que son muy antiguos como los de épocas recientes, contienen testimonios de su historia y de la situación reinante en la zona circundante mientras han existido. Ellos poseen la capacidad de conservar huellas importantes de la actividad humana, de los valores culturales que los seres humanos atribuían a los humedales en el pasado.

La temprana dependencia de la mayoría de los seres humanos respecto de los recursos de los humedales produjo una rica tradición oral de canciones, narraciones y danzas que expresaban colectivamente el respeto y la reverencia que los diversos grupos humanos sentían hacia los humedales, los cuales con frecuencia ayudaron a mantener prácticas tradicionales de ordenación y explotación de los mismos. Aunque se siguen practicando muchas de estas antiguas tradiciones, con el transcurso de los siglos la mayoría de los seres humanos se han ido apartando de los humedales en su vida cotidiana. Así y de igual manera, los humedales siguen siendo parte de la vida cotidiana de muchos de los 3 millones de indígenas que se calcula viven por lo menos en 5.000 culturas diferentes en todo el mundo.

En la actualidad, los humedales han inspirado nuevas tradiciones como los festivales de aves marinas celebrados en los Estados Unidos y en México durante los últimos diez años, que ya se han realizado en más de cien lugares y que atraen a comunidades locales y visitantes a los humedales para celebrar la llegada de las aves en primavera. Es el patrimonio cultural del mañana en marcha.

En todos estos terrenos, los escenarios y las asociaciones con los humedales han contribuido de manera esencial al desarrollo del patrimonio artístico de la mayoría de las culturas del mundo, acaso de todas ellas, y estos pocos ejemplos apenas arañan la superficie de este fenómeno. La enorme influencia que los humedales han tenido en las artes visuales, orales y escénicas, no sólo en la tradición clásica occidental sino también en culturas nacionales y locales de todas las partes del mundo, exige un análisis mucho más a fondo para entenderla y apreciarla mejor (Ramsar, 2002).

### **Humedales y población: Síntesis de una relación histórica**

Desde los albores de la civilización, los seres humanos han vivido a lo largo de todo el mundo en estrecho contacto con los humedales, han utilizado sus recursos naturales y

han aprovechado su agua de muchas maneras. Estas relaciones estrechas y duraderas han dado lugar a la aparición de sólidos vínculos y firmes estructuras culturales generadas a partir de la dinámica social de cada siglo. El agua y los humedales han conformado en gran medida la forma en que la gente vive. A su vez, los lazos tradicionales de los seres humanos con sus humedales han determinado costumbres y creencias que siguen influyendo en las actitudes de sociedades locales contemporáneas. Actualmente, en la mayor parte del mundo, esos nexos se han ido debilitando a medida que han surgido soluciones cada vez más tecnológicas a la seguridad del abastecimiento de agua y de alimento. Conjuntamente, el creciente fenómeno de urbanización ha ido ejerciendo fuerte presión y deteriorado en general los humedales, lo que incluso ha provocado la pérdida de muchos de ellos (Ramsar, 2002).

Integrar la variable Medio Ambiente Humano al proceso de toma de decisiones para el uso racional de los humedales, visualizando valores intrínsecos de su diversidad social, cultural y territorial, configura un aspecto clave. Desde una perspectiva estratégica y proactiva, resulta sumamente necesario reconocer las interrelaciones de todos los componentes del medio ambiente —incluido el humano— articulando así las distintas visiones del conocimiento, sean éstas sociales, científicas o ecológicas. La importancia medular de la aplicación de estos tópicos nos lleva, como consecuencia, al desarrollo de procesos participativos que sean capaces de recoger en forma real, aspectos cualitativos asociados a los sistemas de vidas locales, y las múltiples relaciones e interacciones que se dan entre comunidad y el territorio.

Desde el punto de vista administrativo, el Sistema de Humedales de Costeros abarca fundamentalmente sectores y localidades costeras de la Comuna de Coquimbo, aunque como ya se mencionó anteriormente, se incorporan bajo un enfoque ecosistémico dos sitios (laguna Saladita y la desembocadura del río Elqui) que forman parte del sector costero de la comuna de La Serena. Ambas comunas se ubican en la Provincia de Elqui, IV Región de Chile.

En el caso del Humedal el Culebrón su área de influencia en la comuna de Coquimbo es las zonas de la Cantera, Las Encinas y San Juan.

Los populosos sectores de San Juan y La Cantera (Coquimbo) se emplazan en el área de influencia directa del Estero Culebrón. Dicho humedal se ubica en el extremo sur de la bahía de Coquimbo, a una distancia estimada de 1,5 Km al norte de la ciudad. Sobre la zona costera se desarrolla actividad turística, pesca artesanal y recolección de recursos marinos, con una singular presencia de recolectores de algas en el sector. El humedal se inserta en una zona netamente urbana que registra asentamientos humanos que superan las 20.000 personas. Dicha zona posee una vocación habitacional mixta, es decir: vivienda y equipamiento complementario, industria inofensiva, talleres y comercios, entre otros.

En el sector La Cantera habitan un total de 3.733 personas, mientras que en el sector San Juan habitan un total de 17.989 personas. (INE, 2002). San Juan alberga un gran número de organizaciones sociales, donde destaca la Junta de Vecinos Las Encinas, organización que ha demostrado interés en la defensa del humedal.

## **Recolectores de Algas**

Esta actividad productiva ha estado presente en el sector hace más de medio siglo, siendo durante la década de los 60 donde se registro el mayor dinamismo económico y social del área, albergando en su interior una población que contenía a más de 2000 personas, población que se fue erradicando y regularizando a partir de las distintas políticas habitacionales de los gobiernos de la época o a través del desalojo y la emigración.

Lo que primero resalta a la observación y aplicación de métodos cualitativos de registro y obtención de información, es el fuerte arraigo y vínculo de los algueros con el entorno, varias generaciones han estado presentes en la construcción de los imaginarios, la gran mayoría de ellos creció en el lugar, mucho antes de la existencia de la costanera, la avenida del mar o la explosión inmobiliaria.

Dentro del grupo de algueros de Playa Changa, existen dos formas organizativas una la compone el Sindicato de Algueros Independientes y la Cooperativa de pescadores Algamar Ltda., si bien ambas organizaciones existen como tales hace aproximadamente 40 años atrás, la actividad de recolección del “pelillo”<sup>10</sup> y sus distintas formas organizativas son más tempranas, ambas organizaciones están compuestas por aproximadamente 60 socios en la actualidad. La diferencia entre ambas formas organizativas en torno la extracción de algas, está relacionada por el carácter económico-productivo, por un lado la cooperativa reúne a los cultivadores, lo que a significado para ellos constituirse como pequeños empresarios, con todo lo que eso significa como carga subjetiva y el Sindicato que se caracterizan por ser recolectores (volveré a este análisis más adelante).

Hoy esta actividad productiva, les permite mantener lazos de sociabilidad e identidad construida por décadas, relaciones que se han convertido, en conjunto con la actividad productiva, que actúa como motor, en depósitos culturales, lazos de amistad, parentesco y laborales constituyen hoy los aspectos fundamentales del imaginario en torno al espacio, la tierra, el lugar se ha transformado en un espacio significado y simbolizado por décadas de ocupación y actividad productiva, esto se refleja claramente en las palabras de la Sra. Fabiola López, socia de la cooperativa al responder a la pregunta sobre el valor e importancia que le asignan a su labor, respondiendo que más que algo económico, el trabajo de las algas y la cooperativa se han transformado para ellos en un “estándarte”, algo que les ha permitido estar juntos y hacer lo que han hecho por años.

Todos han construido y forjado su historia entorno al humedal, que más allá de las transformaciones físicas que ha sufrido los últimos 20 años, ellos se han mantenido prácticamente en el mismo lugar, ya no viven en ranchitos o chocitas, como señalan, pero siguen trabajando allí, siguen estando la mayor parte del día allí, las jornadas de trabajo se pueden extender para ambos casos (cooperativa y Sindicato) aproximadamente las doce horas, existe un gran arraigo hacia el lugar. El trayecto desde sus casas, ubicadas en su mayoría en los sectores altos, principalmente el sector de la Cantera, también posee un alto grado de significación, durante el recorrido diario se construyen imágenes del pasado, siendo la zona baja del humedal, la representación material concreta en la construcción de procesos identitarios, los elementos que constituyen matrices de identidad con el entorno y los espacios, tienen su punto de origen en su actividad

---

<sup>10</sup> Nombre con el cual se le conoce a la Alga o Glacilaria que se extrae de la playa, ya sea por cultivo o por recolección.

productiva y por cierto en el sector que comprende el humedal y la playa, son los últimos vestigios de un patrimonio intangible con un alto riesgo de desaparecer, la percepción de arraigo y pertenencia se construye a partir, de lo que significa la relación entre el entorno y la satisfacción de necesidades.

Ambos espacios (sindicato y cooperativa) parecen desde un análisis muy general<sup>11</sup> estar algo diferenciados, más allá de que son conocidos por años y que han construido fuertes redes de apoyo y sociabilidad, pareciera que el carácter de la organización genera ciertas diferencias en el ámbito de la percepción, relacionada principalmente a la forma que toma el trabajo de las algas, los integrantes de la cooperativa se reconocen como cultivadores lo que está muy presente en su discurso. De todas formas esto no ha penetrado en la construcción de las relaciones sociales entre los espacios, solo se mantiene por ahora en el ámbito de lo económico, específicamente en lo laboral, aún es posible identificar una fuerte idea de arraigo y pertenencia, palpable en el reconocimiento, en algunos algueros, de que ellos son los changos, los pobladores y habitantes de Playa Changa, expresado como discurso de afirmación.

Sin Embargo ambos espacios están determinados por la misma estructura económica, las lógicas comerciales operan de la misma forma para ambos casos, los intermediarios, dentro de la cadena productiva, son los mismos y también el mercado de extracción de algas es controlado por la misma empresa que fija los precios (Algas Marinas S.A, que tiene su centro de acopio en Calera), alcanzando en promedio 40 pesos el kilo húmedo y 300 pesos seco.

### **El entorno, preservación y manejo**

En cuanto al manejo del entorno, lo que primero que resalta es el basural, histórico, que se encuentra a orillas de la vía férrea y a un costado de la Costanera, se aprecia a simple vista que en su mayoría pertenecen a material de descarte y escombros de construcciones cercanas y materiales de desecho de los talleres mecánicos que se encuentran en el lugar, según lo que se pudo indagar el basural lleva en lugar años, regularizado hace poco por la Municipalidad de Coquimbo (existe un vallado y un letrero que advierte de la prohibición de verter basuras en el lugar), pero que no he impedido que la depositación, principalmente de escombros, se mantenga, lo que constituye un factor de riesgo, no tan solo para la conservación del humedal como reserva natural, sino también en fuentes de riegos sanitarios para los habitantes de los alrededores, sobre todo los habitantes de la toma el triángulo. Claramente los ocupantes tradicionales y transitorios (toma) no son los responsables, en este último caso se ve reflejado en la permanente presencia de sujetos hurgando la basura en busca de algo útil para utilizar o vender, y que viven en el campamento.

En cuanto al campamento el triángulo ubicado a un costado de la línea férrea y detrás del matadero está compuesto por alrededor de 10 familias y donde existe un permanente recambio de personas, producto de la erradicación o el desplazamiento hacia otros lugares. La toma hace varios años, antes allí existían sitios eriazos donde se jugaba fútbol y está compuesta en su mayoría de sujetos jóvenes, la municipalidad los abastece de agua potable, existe un alto grado de consumo de drogas y alcohol, existe un pequeño

---

<sup>11</sup> General entorno a los instrumentos y tiempo en terreno utilizados, y determinados por los marcos generales del estudio, para una mayor profundización se debe realizar una recolección de información más detallada y un estudio de caso en profundidad.

grupo familiar que se dedica a la extracción de algas de manera independiente y no agrupada a ninguna de las dos organizaciones, al momento del trabajo de campo se estaba organizando un comité donde participaba activamente la Sra. Gladys López que es hermana de una de las socias de la Cooperativa.

### Una pequeña historia de vida

Esta reconstrucción de una historia de vida, metodología cualitativa de gran utilidad para los estudios sobre identidad y etnográficos, recoge las experiencias de una recolectora, la Sra. Fabiola López, hoy convertida en socia de la Cooperativa Algamar Ltda. Si bien fue construida y estructurada de manera muy simple, buscaba como objetivo de investigación recoger en el propio discurso de los actores los elementos para comprender el entorno como realidad significada<sup>12</sup>.

*Mi nombre es Fabiola López vivo en la población Victoria, llevo 8 años en la Cooperativa, pero en playa toda la vida, antes aquí había una población erradicada cuando comienza a construirse la costanera detrás de la línea férrea, teníamos animales, vivían aquí como mil personas más o menos, era como una toma todos tenían como unos "ranchitos". Siempre fui recolectora me muero si me sacan de la playa, mi familia estaba formada por 14 hermanos, mi mamá trabajaba en el matadero, pero todos de alguna forma trabajábamos en las algas, antes el humedal se extendía desde la quebrada el culebrón, le dice así por todas las vueltas que tiene... era grande todo ha desaparecido por el desarrollo, la costado sur de los pescadores rellenaron los totorales para construir, ahora todo es comercial, antes nadie se preocupaba de poner cercos, todo es ahora privado... todo esto era una gran vega, buscábamos huevos de pájaros entre el totoral, pescábamos. .había muchos pescados aquí..*

*Pero éramos mal mirados los que vivíamos en playa changa, se le metió a la gente en la cabeza de que éramos puros ladrones, esto siempre se llamó playa changa, desde la laguna chica para acá, acá habemos puros changos! El que trabaja en las algas es mal mirado, algo ahora ha cambiado pero no mucho, hace un tiempo atrás la muni nos quiso echar....<sup>13</sup>*

### Metodología utilizada

Principalmente los instrumentos utilizados para recoger y contrastar información, fue la indagación en instituciones del Estado y material bibliográfico como fuente secundarias y la observación y entrevistas semi-estructuradas como fuente primaria. La entrevista semi-estructurada permite en tiempos reducidos de investigación y trabajo de campo como en esta ocasión, registrar con gran detalle y profundidad aspectos del discurso e imaginario de los actores considerados relevantes para el estudio, en este caso los sujetos que tiene una acción directa entorno al humedal. En cuanto a la observación la principal herramienta fueron las notas de campo y el registro de audio.

La metodología utilizada en terreno nos permitió objetivar la información recogida en la otra etapa y recoger elementos que contribuyen a formar una noción integral de la realidad social del lugar.

<sup>12</sup> Se realiza la transcripción tal cual fue el diálogo, recogido a partir de notas de campo y de grabación de voz.

<sup>13</sup> Registro día 20 Noviembre 2008.

## 6. BIBLIOGRAFIA

### 6.2 GEOLOGÍA, HIDROLOGÍA

- Mapa Geológico de Chile: Versión Digital 2003, Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Dirección General de Aguas, Aclaratoria Resolución DGA Nro. 672 de fecha 26 de Noviembre de 2003 sobre explotaciones de aguas subterráneas del sector hidrogeológico de Culebrón-Lagunillas, comuna de Coquimbo.
- Plan Regional de Gobierno 2006-2010 Región de Coquimbo, SERPLAC IV Región de Coquimbo.
- Síntesis Regional 2007 Región de Coquimbo, Ministerio e Obras Públicas, 2007.
- Informe Técnico Aplicación del Modelo Hidrogeológico Valle Pan de Azúcar, Dirección General de Aguas, 2004.
- El Chile semi arido y carta geológica, Roland Paskoff.

### 6.3 GEOMORFOLOGÍA Y SITIO

- Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad IV Región Coquimbo, CONAMA.
- Diario Local La Estrella de Andacollo “Andacollo: Acuífero El Culebrón el fantasma de Pan de Azúcar”, Agosto d 2008.
- Plan Regional de Gobierno 2006-2010 Región de Coquimbo, SERPLAC IV Región de Coquimbo.
- Síntesis Regional 2007 Región de Coquimbo, Ministerio e Obras Públicas, 2007.

INFORME FINAL

125

- Proceso Elaboración propuesta microzonificación usos del borde costero, Región de Coquimbo, Comisión Regional Uso Borde Costero, 2004.
- Análisis de Tendencias de Localización Etapa IV, caso Sistema Urbano La Serena Coquimbo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007
- Plan Intercomunal Costero Región de Coquimbo.
- Cambios Recientes en la línea litoral área intercomunal La Serena-Coquimbo (IV Región) Chile Semiárido análisis comparativo (1954-1978), Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 35: 35-45 (1991), José Novoa Jerez, U. de la Serena.
- Contribución a la Definición del Semiárido chileno, Revista Geográfica de Chile Terra Australis; 28: 69-94 (1984-85), Adriano Roviría Pinto, dpto. Geografía Universidad de Chile.
- El Chile semi árido y carta geológica, Roland Paskoff.

#### 6.4 DIVERSIDAD BIOLÓGICA

- Alba-Tercedor J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía, Almería. España. 2: 101-213.
- Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56
- Arenas, J. 1995. Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. *Medio Ambiente* 12 (2): 39-50.
- Arroyo, Mary T.K. 1995. Plantas, Hongos y Liqueños. En: *Diversidad biológica de Chile*. J. A. Simonetti, Mary T.K. Arroyo, A. Spotorno & E. Lozada (editores) Comité Nacional de Diversidad Biológica. Talleres de Artegrama Ltda. Santiago. 364 pp.
- Bengtsson, L., & Enell, M. (1986): Chemical analysis. In Berglund B.E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 423-451.
- Bode, R.W. 1988. *Methods for Rapid Biological Assessment of Streams*. New York State Department of Environmental Conservation report. Albany, NY.
- Braun-Blanquet J. J. 1932. *Plant Sociology, the study of plant communities*. Traducción del Alemán. Nueva York. 439 pág.
- CAACH 2003. *Inventario del Sistema de Humedales de Coquimbo*, Documento elaborado por el Centro de Entrenamiento Neotropical en Humedales, CNEH, a solicitud de la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, CAACH, 2000.
- Campos, H; J. Arenas, C. Jará, T. Gonser & R. Prins. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas límnicas de Chiloé y Aysén continentales, Chile. *Medio Ambiente* 7: 52-64.
- Cea, A., K. Díaz, C. Robles. 2003. *Conservación y Manejo de Humedales Costeros de La Comuna de Coquimbo: Inventario de Flora*. Proyecto Conservación y Manejo de los Humedales de la Región de Coquimbo
- Cerasa M. D. & L. A. Martínez. 2007. *Determinación de impactos ambientales causados por el desarrollo urbano en el estero El Culebrón, IV Región, Chile, aplicando metodologías SIG*. Tesis para optar al título de Ingeniero en Prevención de Riesgos y Medioambiente. Universidad Católica del Norte. 164 pp.
- Chessman, B.C. 2003 *New sensitivity grades for Australian river macroinvertebrates*. *Mar. Freshw. Res.* 54: 95-103.
- CONAMA, 2005. *Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas*.
- CONAMA, 2006. *Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental*. Publicaciones de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- CONAMA. 2002. *Estrategia regional y plan de acción de la biodiversidad IV Región, Coquimbo*. 20 pp.

- CONAMA. 2006 La estrategia y plan de acción de la biodiversidad de la región de Coquimbo.
- Dean, W. 1974. Determination of Carbonate and Organic Matter in Calcareous Sediments and Sedimentary Rocks by Loss on Ignition: Comparison with other Methods. *Journal Sedimentary Research*, 44:242-248.
- Edwards, E. P. 1982. A coded workbook of birds of the World. Vol. 1. Non – Passerines. 2ª Edition. 136 pp.
- Edwards, E. P. 1986. A coded workbook of birds of the World. Vol. 2. Passerines. 2ª Edition. 172 pp.
- Etienne M. & C Prado 1982. Descripción de la Vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras. Ediciones Universidad de Chile.
- Figueroa, R; C. Valdovinos, E. Araya & O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 275-285.
- Glade A. (Editor). 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF, Santiago, Chile. 2ª Edición. 68 pp.
- Habit, E; C. Bertran, S. Arevalo & P. Victoriano. 1998. Benthonic fauna of the Itata river and irrigation canals (Chile). *Irrigation Sciences* 18: 91-99.
- Habiterra S.A. 2004. Plan intercomunal costero de la región de Coquimbo. Capítulo 1.4. Medio Físico Natural. 38 pp.
- Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid field assesment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 65-68.
- Hiriart Lamas D. 2003. Proyecto Conservación y Manejo de Humedales Costeros de la Comuna de Coquimbo: Inventario de Fauna de Vertebrados. Fondo de las Américas y Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile. 24 octubre 2008.
- [http://www.humedalescoquimbo.cl/proyecto/inventario\\_01/sistema/listafauna.htm](http://www.humedalescoquimbo.cl/proyecto/inventario_01/sistema/listafauna.htm)
- Lennat, D.R. 1993. A biotic index for the southeastern United States: Derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society* 12:279-290.
- Ley de Caza, nº 19473 (1996) y Reglamento de Caza (1998).
- Manzanilla, J and J. Péfaur. 2000 Consideraciones sobre métodos y técnicas de estudios de campo para el estudio de Anfibios Y Reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.* Vol. 7 (1-2):17-30.
- Marticorena C. & M. Quezada. 1985. *Gayana. Catalogo de La Flora Vasculare de Chile.* Editorial Universidad de Concepción
- Matthei, O. 1992. Manual de malezas que crecen en Chile. Editorial Universidad de Concepción.
- Meruane, J; M. Morales, C. Galleguillos, M. Rivera & H. Hosokawa. 2006. Experiencias y Resultados de Investigaciones sobre El Camaron de Rio del Norte *Cryphiops Caementarius*(Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae): Historia Natural y Cultivo.
- Moya, C; C. Valdovinos & V. Olmos. 2002. Efecto de un embalse sobre la deriva de macroinvertebrados en el río Biobío. Chile Central. *Boletín Sociedad Biología Concepción, Chile*:1-73.
- Muñoz M. 1985. Flores del Norte Chico. Dirección de Archivos, Bibliotecas y Museos
- Muñoz M. Club Explora EC6/050. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua de los humedales de lagunillas y el estero Culebrón de Coquimbo, IV Región. Liceo J. T. de Urmeneta.
- Muñoz, A. R & J. Yáñez (editores).2000. Mamíferos de Chile. Cea Ediciones. Valdivia. 464 pp.
- Muñoz, S; G. Mendoza & C.Valdovinos. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en 5 sistemas lénticos de Chile Central: Macroinvertebrados bentónicos. *Gayana* 65: 173-180.
- Norambuena R. 1977. Antecedentes biológicos de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el estero “El Culebrón” (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Biol. Pesq. Chile.* 9:7-19.
- Novoa JE. 1989. Geografía y Medio Ambiente. En: Colosos del Norte Verde. Ediciones de la Universidad de La Serena y Universidad Católica del Norte, La Serena: 15-20



- Olog, C. C. 1995. Las aves argentinas: una guía de campo. 1ª ed. Buenos Aires: El Ateneo. 352 pp.
- Ormeño J. 2005. Estrategias de conservación de la biodiversidad en el humedal costero El Culebrón, Coquimbo, Chile, desde la perspectiva del uso del suelo y sus impactos sobre el ecosistema. Tesis de pregrado. Universidad Católica del Norte, Coquimbo Chile. 109 pp.
- Prat, N., Munné, A., Rieradevall, M., Solà, C. & Bonada, N. 2000. ECOSTRIMED: Protocol per a determinar l'Estat Ecològic dels rius mediterranis. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, Diputació Barcelona. Àrea Medi Ambient . 8.
- Ramírez, C & C. San Martín. 2006. Macrófitas de Chile. En: Macrófitas y Vertebrados de los ecosistemas límnicos de Chile. I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (editores) Editorial Universitaria. Santiago. 190 pp.
- Ramsar 2002, The Ramsar Convention on Wetlands.
- Rasek, A. & G. Riveros G. 2006 Comunidad invernal de aves en la desembocadura del río Aconcagua, V Región, An. Mus. Hist.. Nat. Vol. 25: 57-64.
- Redford, K. H & J. F. Eisenberg. 1989. Mammals of the Neotropic. The Southern Cone. Vol. 2. The University of Chicago Press. 430 pp.
- Roldán, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (88): 375-387.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de La calidad de las aguas en Colombia. Uso del método BMWP/Col. 1ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia: 1-164.
- Ruiz, V. H. & M. Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción. 356 pp.
- Squeo, F., G. Arancio & J. Gutiérrez. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Región de Coquimbo. Gobierno Regional. Universidad de La Serena.
- Tiller D & L Metzelling (2002) Australia-wide assessment of river health: Victorian Aus. Rivas sampling and processing manual. Monitoring river health. Initiative Technical Report 15, Commonwealth of Australia and VIC Environmental Protection Authority, Canberra, Australia. 20 pp.
- Valdovinos C. 2001 Riparian leaf litter processing by benthic macroinvertebrates in a woodland stream of central Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 74:445-453.
- Valdovinos, C. & E. Araya. 1998. Zoobentos. Documentos de síntesis. Estudio de línea de base para la evaluación del impacto ambiental del complejo Forestal Industrial Itata, Centro Eula-Chile, Universidad de Concepción. Concepción, Chile: 67-77.
- Valdovinos, C. & R. Figueroa. 2000. Benthic community metabolism and trophic conditions of four South American lakes. Hydrobiologia. 429: 151-156.
- Valdovinos, C; J. Stuardo & J. Arenas. 1993. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición rítrón-potamón del río Biobío. Monografías Científicas Eula. Concepción, Chile. 12: 217-247.
- Vila I, R Pardo, B Dyer & E Habit. 2006. Peces Límnicos: diversidad origen y estado de conservación. En: Macrófitas y Vertebrados de los ecosistemas límnicos de Chile. I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (editores) Editorial Universitaria. Santiago. 190 pp.
- Zunino S., J. Arancibia & S. Quiroz. 2005. Manual de Actividades Prácticas de Ecología. UPLACED.
- Zunino, S. O, M. Garrido & C. Lillo. 2000. Respuesta de micromamíferos de Chile central a incendios forestales. En: Pefaur J.E. (Ed). Ecología Latinoamericana. Actas III Congreso Latinoamericano Ecología. U. Los Andes-Cons. Publ.- CDCHT, Mérida: 229 – 234.
- Zunino, S., M. Huerta, C. Palma y A. Zamorano. 2002. Las rapaces de Chile. Editorial Puntángelos, Universidad de Playa Ancha. Serie Manuales. 97 pp. Veloso, A. & J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. 6(2): 481-539.

## 6.5 ARQUEOLOGÍA

- Ampuero, G. y M. Rivera. 1971. Secuencia arqueológica del alero rocoso de San Pedro Viejo de Pichasca. Boletín N° 14, Museo Arqueológico de La Serena.
- Ampuero, Gonzalo. 1972 – 3. Nuevos resultados de la arqueología del Norte Chico. Actas del VI Congreso de Arqueología Chilena, Universidad de Chile, Departamento de Ciencias Antropológicas y Arqueológicas. Sociedad Chilena de Arqueología, Santiago. 1971, pp. 311 – 338.
- Ampuero, Gonzalo. 1991. Antiguas culturas del Norte Chico. En Diaguítas: pueblos del norte verde. Museo Chileno de Arte Precolombino. 2a. ed. Santiago: El Museo, 1991. Santiago: Ograma. 96 p.
- Belmar, Carolina. 2004. El Complejo Papudo: un estudio crítico en la Comuna de Los Vilos, cuarta región de Chile. Chungara, Revista de Antropología Chilena. Volumen Especial, 2004. Páginas 1089-1099.
- Biskupovic, Marcos. 2008. Comunicación personal.
- Cornely, F. 1956. Cultura Diaguita y Cultura de El Molle. Editorial Pacífico, Santiago.
- Castillo, G. 1989. Agricultores y pescadores del Norte Chico: El complejo Las Ánimas (800 a 1.200 dC) En Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Hidalgo, J., Schiappacasse, V., Niemeyer, H. Aldunate, C., Solimano, I., editores, Editorial Andrés Bello, pp. 265-276.
- Castillo, G., H. Niemeyer y M. Cervellino. 1997. Indicadores, alcances y perspectivas de las influencias Aguada en el valle de Copiapó, Chile. Shincal 6: 193 - 212.
- Durán, Ángel. 2005. Los conchales del sistema de humedales costeros de Coquimbo. En: Los humedales no pueden esperar. Manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo. CAACH. Editor Luna Quevedo. 78 – 81.
- Gallardo, Francisco. 2004. El Norte Verde y su Prehistoria: la tierra donde el desierto florece. <http://www.precolombino.cl/nuevo-sitio/es/investigacion/fichas/verde.htm> (visita Noviembre de 2008)
- Iribarren, Jorge. 1961. La Cultura Huentelauquén y sus correlaciones. Contribuciones arqueológicas nº 1, La Serena.
- Jackson, D. 1997. Coexistencia e interacción de comunidades cazadores-recolectores del arcaico temprano en el semiárido de Chile. Valles, Revista de Estudios Regionales N°3:13-36. Museo de La Ligua, Chile.
- Jackson, 2006. El sitio paleoindio de Santa Julia. Charla magistral presentada en el XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena (9 al 13 de Octubre, Valdivia).
- Kusmanic, Ivo y Castillo, Gastón. 1986. Estadio arcaico en la costa del norte semiárido de Chile. Revista Chungará nº 16 – 17. 1986. 89 – 94. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.
- Latcham, R. 1928. La alfarería indígena chilena. Sociedad imprenta y litográfica Universo. Santiago.
- Maldonado, Antonio y Villagrán, Carolina. 2001. Historia del bosque pantanoso de Ñague, costa de Los Vilos (IV Región, Chile) y sus relaciones con los cambios paleoambientales de los últimos 5.300 años A.P. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo (F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez, Eds.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2001) 17: 261 - 272

- Méndez, C. 2003. Orígenes del asentamiento holocénico tardío de cazadores recolectores en el litoral del Choapa: Ensayo para la generación de una hipótesis de investigación. *Werken* 4:43-58.
- Montané, J. 1964. Fechamiento tentativo de las ocupaciones humanas en dos terrazas a lo largo del litoral chileno. En: *Actas de arqueología de Chile Central y áreas vecinas*. Viña del Mar. Pp: 109 - 124.
- Niemeyer, H.; Castillo, G. y M Cervellino. 1989. Los primeros ceramistas del Norte Chico: Complejo El Molle (0-800 dC). En *Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*. Hidalgo, J., Schiappacasse, V., Niemeyer, H. Aldunate, C., Solimano, I., editores, Editorial Andrés Bello, pp. 227-263
- Niemeyer, Hans. 1998. El período temprano del Horizonte agroalfarero en Copiapó. En *Culturas prehistóricas de Copiapó*. 61 – 114. H. Niemeyer, M. Cervellino y G. Castillo Eds., Museo regional de Atacama.
- Núñez, Lautaro, Varela, J. y Casamiquela, R. 1983. Ocupación paleoindia en Quereo: reconstrucción multidisciplinaria en el territorio semiárido de Chile. Universidad del Norte, Antofagasta.
- Valenzuela, Eduardo. 2008. Comunicación personal.
- [http://www.dibam.cl/sdm\\_m\\_laserena/noticias.asp?id=8053](http://www.dibam.cl/sdm_m_laserena/noticias.asp?id=8053)

## 7. ANEXOS

### 6.6 ARQUEOLOGIA



Foto 1. Sector sur del humedal



10. Bibliografía de referencia  
**6.7 CATASTROS DE PUNTOS**

Foto 2. Vista del humedal desde su límite sur



Foto 3. Sector sur



Foto 4. En su límite oeste junto a la Costanera se registra la presencia de coquinas, que corresponden a una matriz de origen paleontológica presente en el relleno que se utilizó para “levantar” la vía, pero que no es del lugar, sino que ha sido extraída, transportada, compactada, impregnada y relocalizada aquí. Por lo que en vez de hablar de un sitio paleontológico, se debería hablar de un depósito paleontológico que ha sido removido desde su lugar de origen y redepositado en este lugar.



Foto 5. Coquina



Foto 6. Fósil de almeja alóctona, en coordenadas UTM: 6.683.379 N y 274.780 E



Foto 7. Depósito de coquinas utilizadas como relleno bajo la Costanera



Foto 8. Vista hacia el interior del proyecto inmobiliario Alta Mar, sin evidencias arqueológicas en superficie





Foto 9. Emplazamiento proyecto inmobiliario Alta Mar, junto a la Costanera, que se construirá sobre el Humedal



Foto 10. Tomada al Proyecto Alta Mar, desde la Costanera



Foto 11. Límite norte del proyecto Alta Mar, que corta el Humedal y rompe su continuidad.



Foto 12. Al norte del proyecto inmobiliario se registra en superficie un fragmento cerámico subactual entre la tierra y el basural redepositado en el lugar, en las coordenadas UTM: 6.683.306 N y 275.085 E.

Foto 13. Se trata de un fragmento cerámico café alisado mediano exterior / ahumado alisado interior.



Foto 14. Vista del humedal hacia el Sindicato de Pescadores



Foto 15. Instalación de la Cooperativa Algamar para la recuperación y ampliación de praderas de algas gracilarias.



Foto 16. Sector de dispersión de las algas para su secado en el área del humedal.



Fotos 17 y 18. Hacia el sector norte del humedal se registra en algunos sectores la presencia en superficie de conchas de moluscos que corresponderían al techo del Plio-Pleistoceno del área.



Fotos 19 y 20. Conchas del Plio – Pleistoceno distribuidas en la superficie del humedal hacia su mitad norte y oeste



Foto 21. Sector de desembocadura del Estero.

Foto 22. Ribera sur del Estero El Culebrón.



Foto 23. Ribera sur del Estero al costado oeste de la Costanera.



Foto 24. Vista del estero desde la playa al costado sur de su desembocadura



Foto 25. Sector este del humedal, donde en octubre recién pasado se registró un incendio que afectó principalmente su vegetación.



Foto 26. Muestra sectores afectados por el incendio.



Foto 27. El incendio dejó al descubierto restos óseos de animales actuales y permitió inspeccionar la superficie quemada.



Foto 28. Tomada desde el sector este hacia la desembocadura del estero.



Foto 29. Tomada desde la línea del tren hacia el sur del humedal.

#### 6.8 CATASTRO DE PUNTOS

Puntos georreferenciados	Datum WGS84
Almeja (alóctona)	6.683.379 N y 274.780 E
Fragmento cerámico subactual	6.683.306 N y 275.085 E