



Universidad de Concepción
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas



PROPUESTA DE MANEJO PARA LA CONSERVACION DEL HUMEDAL TUBUL- RAQUI, VIII REGIÓN, CHILE.

Tesis para optar al Título Profesional

Biólogo

Con Mención en Bases y Gestión del Medio Ambiente

Por

Patricia Soledad Carrasco Lagos

Profesor Guía: Dr. Roberto Urrutia P.

Concepción, Diciembre 2004.

AGRADECIMIENTOS

De forma muy especial, quisiera expresar mis sinceros agradecimientos a todas las personas que ayudaron, de alguna u otra forma, que se llevara a cabo esta tesis. Al Dr. Roberto Urrutia, por su valiosa colaboración, sugerencias, ayuda y corrección del manuscrito, pero por sobre todo su buena voluntad y ¡paciencia!. A Mauricio Aguayo por su ayuda. A todas las personas del SAG de Cañete, que durante estos dos años me acompañaron en las campañas de terreno, y en especial a Francisco Flores, por su inquietud sobre el área. A la profesora María Mardones y al profesor Fernando Torrejón por corregir la parte de geología y antropología, respectivamente. A don Patricio Tapia de la Biblioteca central de la Universidad de Concepción. A don Marco Sánchez, director del Museo de Historia Natural de Concepción, por la facilitación de material bibliográfico. A Rafaela Retamal, Hernán Alcayá y Francisco Romero por la buena voluntad y disposición en ayudarme con el programa SIG. A todas las personas que se interesaron en el desarrollo de mi tesis y me alentaron a seguir trabajando. A Gustavo, por su cariño y comprensión, ayuda y voluntad. Por su puesto, quiero agradecer a mis hermanos, Sebastián y Soledad, quienes vivieron y sufrieron mis mañas durante el proceso de mi carrera y el desarrollo de la tesis. A mi tío tito, pilar fundamental desde hace mucho tiempo. Y a mi Madre, quien forjó en mí el amor hacia la naturaleza, me dio su apoyo y cariño.

A TODOS . . . MUCHAS GRACIAS . . .

INDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
3.	MATERIALES Y METODOS	7
	I. Area de estudio	7
	II. Obtención de la información	8
	1. Sistema Natural	8
	a. Avifauna	8
	b. Clima y meteorología	8
	c. Geología	9
	d. Paleontología	9
	e. Calidad del agua	9
	f. Flora y vegetación	11
	2. Sistema antrópico	11
	a. Sistema económico social	11
	b. Patrimonio arqueológico e histórico-cultural	11
	c. Cobertura y uso actual del suelo	11
	3. Estudio legal de la propiedad	12
	4. Cartografía	13
	III. Análisis integral de la información	13
	a. Análisis espacial de la información	13
	b. Metodología para el análisis integral	14
	c. Definición y principios de la zonificación	14
	d. Metodología para zonificar	14
4.	RESULTADOS	17
	4.1. Sistema natural	17
	a. Avifauna	17
	b. Clima y meteorología	23
	c. Geología	24
	d. Paleontología	29
	e. Calidad del agua	33
	f. Flora y vegetación	36
	4.2. Sistema antrópico	40
	a. Sistema económico social	40
	b. Patrimonio arqueológico e histórico-cultural	48
	c. Cobertura y uso actual del suelo	55
	4.3. Estudio de la propiedad	56
	4.4. Zonificación	58
	4.5. Asignación de la Categoría de Manejo	63
5	DISCUSION	65
6	CONCLUSIONES	68
7	BIBLIOGRAFIA	70

1. RESUMEN

La región del Biobío ha experimentado, en las últimas décadas, un fuerte crecimiento que no ha ido acompañado de las respectivas medidas de protección del Patrimonio Natural Renovable (PNR). Siendo los humedales, uno de los ecosistemas más afectados por el crecimiento de la región. Muchos de los impactos ambientales, directos e indirectos, sobre los humedales, han ocurrido debido a un desconocimiento de la estructura y funcionamiento de ellos. Los humedales constituyen zonas muy valiosas desde el punto de vista ecológico y económico, ya que ellas albergan una gran diversidad de vida y son zonas muy productivas. Sin embargo, a pesar de su importancia, están dentro de los ecosistemas más amenazados del mundo. En Chile, existen numerosos humedales, pero sólo siete están bajo la protección del Convenio Internacional Ramsar.

Las llanuras costeras de la VIII Región, permiten la existencia de una serie de estuarios y humedales costeros de reconocida importancia. Entre ellos se cuentan las marismas de Rocuant-Andalién y estero Lenga, ambas muy alterados por acción antrópica, y la marisma de los ríos Tubul-Raqui. Este última, se sitúa en el límite sur del golfo de Arauco, siendo por su extensión y productividad uno de los más importante de la zona centro-sur de Chile. A pesar de ello, este humedal ha sido poco estudiado en la región.

El presente estudio es una propuesta de manejo destinado a la conservación de este valioso ecosistema.

Palabras claves: Plan de manejo, Humedal, Conservación, Tubul-Raqui.

2. INTRODUCCION

A pesar de que el hombre constituye una “especie más” en la naturaleza, el ser humano no se ha comportado como tal dentro de ella (Pérez de las Heras, 1997). Desde sus orígenes hasta la actualidad se pueden distinguir dos etapas en su relación con la naturaleza: la del hombre preindustrial, donde este era uno más en ella, y la del hombre postindustrial o “civilizado”, donde el desarrollo tecnológico, uso de nuevas energías y desarrollo científico traen consigo una mejor calidad de vida y por ende un aumento del crecimiento demográfico (Pérez de las Heras, *op. cit.*). Con el aumento de la población aumenta también la capacidad del hombre para modificar el medio ambiente. El ser humano deja de ser “una especie más”, para tomar posesión del planeta modificando su entorno talando bosques, drenando zonas húmedas, para ser reemplazados por terrenos agrícolas, por ciudades y también por desiertos (Pérez de las Heras, *op. cit.*; Zaror, 1998). Así, muchos ecosistemas se han visto alterados e incluso destruidos, por la acción directa sobre alguno de sus componentes o por la degradación progresiva, generando una pérdida en las funciones y procesos ecológicos, sobre todo en ecosistemas como los humedales (Riffo, 1999; Tobar, 2002). La percepción social que se tiene de estos ecosistemas es que son áreas de poco valor y sin utilidad, y se habla de zonas a “recuperar”, por lo que deberían ser drenadas y rellenadas con el fin de ser “mejor utilizadas”, ya sea para agricultura, conjuntos habitacionales, industrias o bien como vertederos (Tobar *op. cit.*).

Muchos de los impactos ambientales, directos e indirectos, sobre los humedales, han ocurrido debido a un desconocimiento de su estructura y funcionamiento. Incluso a veces, es por simple indiferencia o falta de información y/o actitudes poco sensibles al tema de la sustentabilidad ambiental, que dan prioridad a otras variables como la económica. La escasa información que existe sobre los humedales en su estado natural, la falta de conciencia sobre el valor de estas zonas húmedas, y la consiguiente omisión de estos en los cálculos económicos que determinan las decisiones que afectan a los humedales, a incrementado las pérdidas de estos (UICN, 1992).

La convención Ramsar sobre los humedales los define 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”. Existen muchas definiciones sobre humedales, pero esta es la más amplia y aceptada. Sin embargo, y a pesar de que Chile ha ratificado su adhesión a esta convención, existe en la legislación chilena, una definición menos amplia y que resta importancia en los estudios o declaraciones de impacto ambiental algunas zonas húmedas como los suelos “ñadis” y que la convención si considera como un tipo de humedal (CONAMA, 1999).

En general, los humedales son ambientes de transición entre el acuático y el terrestre, presentando características de ambos (Moller & Muñoz, 1998). Son ecosistemas estables y, junto con su elevada productividad, le permite desarrollar una alta biodiversidad. Además, son sistemas complejos, constituidos por microhábitats variados, por lo que son capaces de generar una mayor oferta de recursos para las especies que otros ambientes. Esto les da una gran especificidad lo que conlleva a una alta vulnerabilidad al momento de ser intervenidos (CONAMA, *op. cit.*; Moller & Muñoz *op. cit.*). El control de las inundaciones, la retención de los sedimentos, la purificación del agua, la retención de los contaminantes, son algunas de las importantes funciones que poseen los humedales. También proporcionan beneficios económicos como suministro de agua, pesquerías, recursos de flora y fauna silvestre, entre otros. Además, los humedales poseen atributos especiales como de diversidad biológica al mantener grandes poblaciones de aves, y de patrimonio cultural como los paisajes abiertos (Davis *et al.*, 1996; Moller & Muñoz *op. cit.*).

Sin embargo, a pesar de su importancia, están dentro de los ecosistemas más amenazados del mundo, debido a su deterioro como consecuencia de la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la construcción de represas, y otras formas de intervención. En los países en desarrollo, no se dispone de información detallada acerca de índices de pérdida de humedales (UICN, *op. cit.*). En Chile, existen numerosos humedales, pero sólo siete están bajo la protección del Convenio Internacional Ramsar. Para el país, no se dispone de información en el nivel de catastro o inventario y el conocimiento de

humedales particulares se encuentra disperso. Además, una gran variedad de sistemas están siendo afectados en propuestas del sector productivo y habitacional o de ordenamiento del territorio (Ugarte *et al.*, 2000).

Las llanuras costeras de la VIII Región, permiten la existencia de una serie de humedales, estuarios y marismas de reconocida importancia. Entre ellos se cuentan las marismas de Tubul-Raqui, Rocuant, río Andalién y estero Lenga y el humedal los Batros (Stuardo & Valdovinos, 1989). De todos estos ecosistemas, sólo la marisma de Lenga se encuentra bajo protección, ya que forma parte del Santuario de la Naturaleza de Hualpén. A pesar de ello, este ecosistema no está exento de degradación ambiental producto de la actividad antrópica (Quintana, 1993). El resto de los humedales, especialmente los que se encuentran dentro o próximos a los centros urbanos (marisma Rocuant y humedal Los Batros), se encuentran fuertemente intervenidos, debido a la presión ejercida por parte del crecimiento de la ciudad.

En general, la importancia de los humedales tipo estuarios, radica en que presentan una interacción o confluencia activa entre el medio dulceacuícola y el marino, dando como resultado propiedades que no existen en ninguno de los dos ecosistemas (diversidad, productividad, etc.). Además, en los estuarios existe un marcado gradiente de salinidad que va desde el mar hacia agua arriba de los ríos (Begon, 1995; Smith & Smith, 2001; Tait, 1987). Las aguas de los estuarios se encuentran entre las aguas más fértiles del mundo, en las que la micro y macro flora mantienen un alto nivel de producción. Esta alta productividad sustenta una red alimentaria que permite el rápido crecimiento de peces juveniles que usan los estuarios como área de reproducción (UICN, *op. cit.*).

En el límite sur del golfo de Arauco, se encuentra el estuario de los ríos Tubul-Raqui (Fig. 1), siendo por su extensión uno de los más importante y productivos de la zona centro-sur de Chile (Stuardo *et al.*, 1993). A pesar de ello, este humedal ha sido poco estudiado en la región. Los primeros estudios corresponden a evaluaciones del recurso *Gracillaria sp.* y a una caracterización sedimentológica del estuario, realizadas durante la década de 1990. Recién el año 2003, se llevó a cabo el primer estudio de la avifauna del humedal, faltando

aún por conocer el resto de los componentes bióticos de este ecosistema.

De acuerdo a estudios preliminares, el estuario Tubul-Raqui presenta una gran diversidad y riqueza, tanto de especies como de familias de aves acuáticas en el período primaveral. En general, se encuentra poco intervenido, con excepción de las áreas que colindan con predios forestales y agrícolas (Carrasco, 2003). No obstante estas características, el humedal Tubul-Raqui, no se encuentra bajo ninguna figura de protección y sólo este año se le ha ubicado dentro de los 15 sitios prioritarios para la conservación en la región del Biobío (Comité técnico de Biodiversidad, CONAMA).

De acuerdo a lo antes expuesto, se postula la siguiente hipótesis de trabajo:

El humedal Tubul-Raqui, debido a sus características bióticas (flora, fauna, productividad, diversidad, etc.) y abióticas (hidrología, geología, calidad del agua, uso de suelo, etc.), tendría un alto valor ambiental por lo que debería ser conservado.

Objetivo general

- ◆ Realizar una caracterización ambiental del humedal de los ríos Tubul y Raqui, que sirva de base para la elaboración de un plan de manejo destinado a la conservación de este valioso ecosistema.

Objetivos específicos

- ◆ Realizar una caracterización del sistema natural y social del área de estudio.
- ◆ Determinar el valor ecológico del área según la caracterización del sistema natural y social.
- ◆ Realizar una zonificación del área de estudio para su uso sustentable y conservación.
- ◆ Proponer una categoría de manejo que más represente los objetivos de manejo del área.

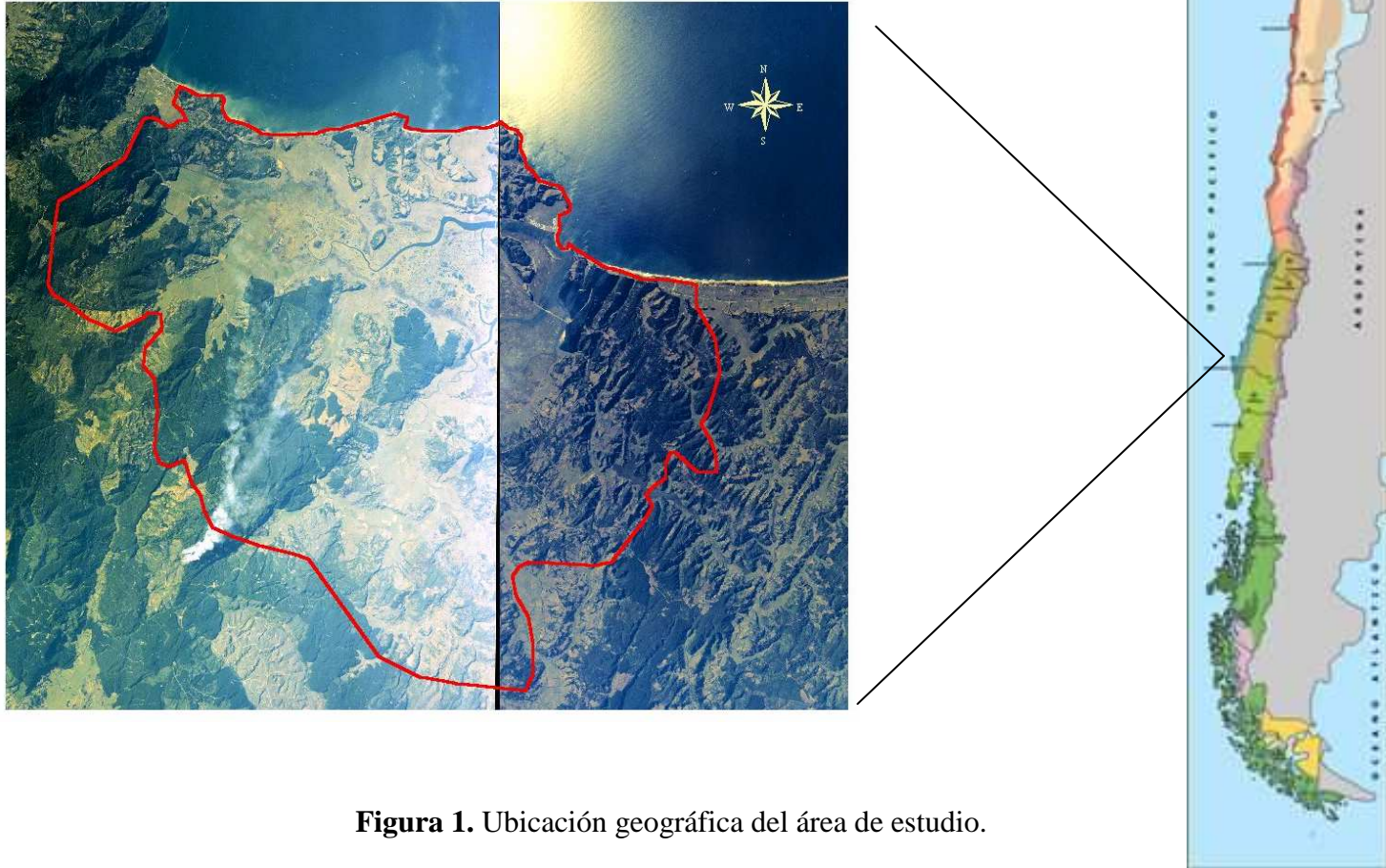


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

3. MATERIALES Y METODOS

I. Area de estudio

El humedal Tubul-Raqui (Figura 1) se sitúa frente al golfo de Arauco ($37^{\circ}13'S$, $73^{\circ}26'O$), a 17 km al sur de la ciudad de Arauco, VIII Región. En este sector confluyen en su llegada al mar los ríos Tubul y Raqui, que tienen origen costero y de régimen netamente pluvial. Ambos ríos confluyen en la desembocadura para formar el estuario Tubul-Raqui. Este presenta influencia marina marcada en períodos de pleamar (marea alta), permitiendo la existencia de praderas de *Gracilaria sp.* en el curso inferior de los ríos (Constabel, 1993). El área de estudio se sitúa en la cuenca de los ríos Tubul y Raqui y presenta un área total de 19.919,82 há.

El río Tubul se conoce localmente con el nombre de Agua Pié. En este estudio, no se considerará su nombre vernacular ya que es mejor conocido regionalmente como río Tubul.

II. Obtención de la información

Debido a que la información existente del área de estudio era escasa, fue preciso recopilar la que existía y además, generar nueva información.

1.- Sistema natural

a. Avifauna

En el año 2003, Carrasco realizó un estudio de la avifauna en el área de estudio. Datos que fueron utilizados en este estudio. Además, se realizaron campañas de terreno de 2 días de duración, durante los meses de octubre y noviembre, para complementar de mejor manera los datos obtenidos por Carrasco (2003). Las campañas comenzaron a las 8 de la mañana, hora en que la mayor parte de las aves inician su actividad (Bybbi *et al*, 1997). El registro se realizó siguiendo la metodología de transectos de largo variable por medio de visualizaciones con la ayuda de manuales (Araya & Millie, 1996; Rottmann, 1995), y percepción acústica. Se confeccionó un listado de especies presentes, incluyendo su estatus de conservación a nivel regional, nacional e internacional.

b. Clima y meteorología.

Se realizó una caracterización general de las condiciones climáticas y meteorológicas del área de estudio. Debido a que en el área de estudio no existen estaciones meteorológicas, se recopiló información de las estaciones más cercanas a ella. Una estación de la DGA (Dirección General de Aguas) ubicada en Carampangue, que sólo registra datos de precipitaciones, y una estación ubicada en Punta Lavapié, de la Universidad de Concepción, que registra información sobre temperaturas, presión atmosférica y humedad relativa del aire, entre otras. Se recopilaron datos de los últimos tres años (2001-2003),

c. Geología.

Correspondió a la descripción y análisis de las principales características geológicas del área de estudio. El análisis geológico contempló la determinación de las características y unidades geológicas del Humedal Tubul-Raqui y alrededores. Además, se caracterizó la geomorfología del lugar. Toda esta información fue obtenida gracias a la bibliografía que existe de la zona.

d. Paleontología.

Debido a las características geológicas del área de estudio se incluyó este ítem, que consiste en una caracterización paleontológica. Se entrega además, un listado de los fósiles de la Formación Tubul.

e. Calidad del agua

La evaluación de la calidad del agua se realizó mediante la determinación de los siguientes parámetros: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, nitrógeno total, fósforo total, sólidos suspendidos, y coliformes fecales y totales. Los parámetros fueron medidos en seis estaciones de muestreo, tres en cada sistema, ubicadas en la zona marina, ecotonal y dulce, respectivamente (Figura 2). La obtención y análisis de las muestras de agua fueron realizadas en el Laboratorio de Química Ambiental del Centro EULA-Chile, siguiendo los métodos analíticos sugeridos por “Standard Methods for the examination of water and wastewater” 20th Edition (APHA, 1998) y la Normativa Chilena Oficial (NCh 411/10 Of97; NCh 2313). Además se realizó un análisis comparativo, para ver la evolución de la calidad del agua en tiempo, con algunos de los resultados entregados por Stuardo *et al.* (1993), para el área de estudio.

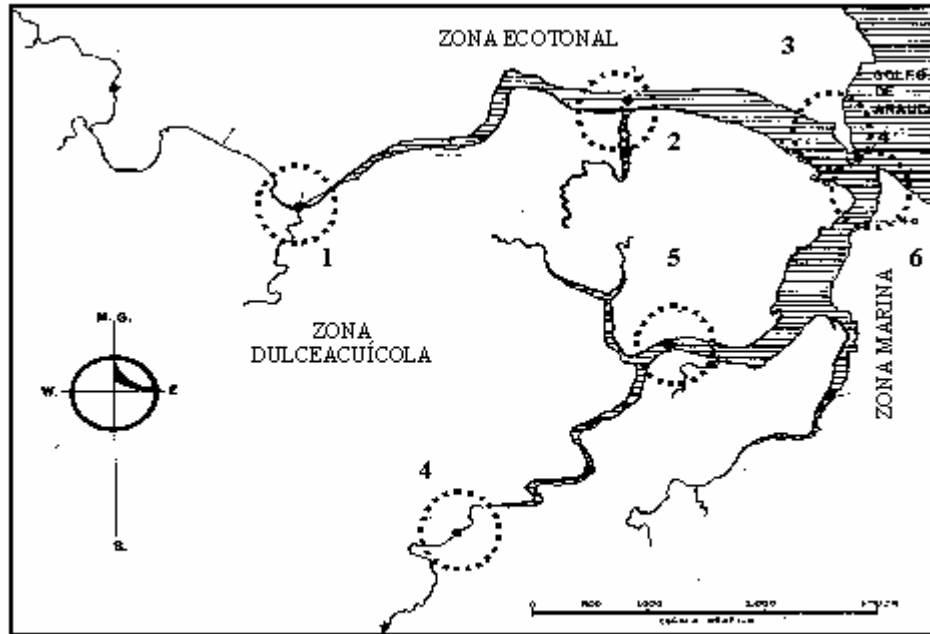


Figura 2. Situación de los puntos de muestreo de calidad de agua en el área de estudio. Los círculos indican el punto de muestreo.

f. Flora y vegetación

Vegetación.

Corresponde a la caracterización de la flora y vegetación del área de estudio. Para determinar las unidades vegetacionales se usaron fotografías aéreas color escala 1:100.000.

Flora.

Se identificó y registraron las especies presentes en el área de estudio. Luego se confeccionó un listado de las especies presentes.

2. Sistema antrópico

a. Sistema económico social (Asentamientos humanos e infraestructura y equipamiento)

Se estudiaron los aspectos más relevantes para el área, vale decir, número de habitantes, evolución de la población desde la década del 60 hasta el último censo. Se informa sobre los aspectos generales (número de habitantes y su evolución desde la década del sesenta), el grado de urbanización de la caleta (transporte, salud, educación, etc.), los aspectos socio-económicos (organización social, actividades productivas, etc.).

b. Patrimonio arqueológico e histórico-cultural

Se identificaron y situaron los sitios de importancia arqueológica y paleontológica en un mapa del área de estudio, y cuya conservación interesa a la historia o a la ciencia. Además, se realizó una lista de todos los yacimientos arqueológicos presentes en el área de estudio.

c. Cobertura y uso actual del suelo

Se determinó la estructura del uso actual del suelo mediante la utilización de fotografías aéreas color escala 1: 100.000, obtenidas de la página web del Sistema Nacional de

Información Ambiental¹. En general, la metodología se divide en 4 etapas las que se describen, brevemente, a continuación:

- Generación de cartografía base: A partir de la base de datos espacial con que cuenta el Centro EULA-Chile, se elaboró la cartografía base sobre la cual se vació toda la información generada en el estudio.
- Fotointerpretación: Consisten en la fotointerpretación de las imágenes aéreas. Por medio de esta técnica se determinó la cobertura y uso actual del territorio. Para tales efectos, se usaron fotografías aéreas color escala 1: 100.000.
- Validación en terreno: Corresponde al trabajo de campo a través del cual se validó y corrigió la fotointerpretación realizada en gabinete.
- Digitalización: luego de la validación en terreno, posteriormente se digitalizó la información. Esta etapa se llevó a cabo, básicamente, a través de la georeferenciación de las fotografías aéreas.
- Cartografía final: Consistió en la generación de la cartografía temática correspondiente a la cobertura y uso actual del suelo.

3. Estudio de la propiedad

Se identificó el estatus legal del área y alrededores. Para ello se utilizaron Ortofotos de propiedades de CIREN-CORFO, los datos así obtenidos se validaron mediante chequeos de terreno.

¹ Fuente: <http://www.sinia.cl/portal/index.php>

4. Cartografía.

A partir del diagnóstico ambiental se generó la cartografía digital básica que fue utilizada, posteriormente, en el análisis integral de la información a través del Sistema de información geográfica –programa ArcView-. Se trabajó a una escala 1: 100.00 de detalle.

III. Análisis integral de la información

- a. Análisis espacial de la información. El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En el marco de esta propuesta, el SIG fue utilizado tanto para la entrada, transformación y almacenamiento de la información como para su análisis e integración. La utilización de esta herramienta tecnológica tuvo directa relación con los siguientes aspectos:

Análisis de proximidad y vecindad: Estos análisis son fundamentales en lo que se refiere a los impactos o efectos probables, resultante de la localización de ciertas actividades, sobre áreas, adyacentes o próximas, de interés ecológico o cultural.

Análisis multicriterio: Se refiere a la asignación óptima de usos del territorio (zonificación) en función de múltiples objetivos y criterios a considerar según la demanda por éste.

Superposición de entidades espaciales: Se trata de la superposición e integración de la información temática, de carácter espacial, generada en el estudio.

La información existente, así como la información nueva generada en la fase de terreno, permitió identificar espacialmente aquellos sectores del área de estudio que presenten potencialidades de uso sostenible de recursos y de uso público en la forma de ecoturismo, educación ambiental, e investigación. Los usos y actividades siempre fueron condicionados a los objetivos que se pretendan alcanzar a través del manejo del área, y que han sido delineados en etapas previas.

b. Metodología para el análisis integral.

Una vez que se recopiló y generó una gran cantidad de información sobre el área, esta se analizó integralmente. Se definieron los valores distintivos del área que justifican su protección, los sectores críticos que justifican tratamientos especiales de protección, se analizó si los límites actuales son los más adecuados para la protección de los recursos y valores del área, cuáles fueron las potencialidades del área respecto a sus usos consuntivos y no consuntivos, en qué categoría de manejo se enmarca mejor el área protegida, cuáles fueron los objetivos específicos de manejo, acorde con las potencialidades del área y a las expectativas de sus propietarios y comunidades locales.

c. Definición y principios de la zonificación.

La zonificación es un proceso de ordenación territorial, que consiste en sectorizar la superficie del área en zonas con un manejo homogéneo, que fueron sometidas a determinadas normas de uso a fin de cumplir los objetivos de manejo para el área.

d. Metodología para zonificar.

La zonificación se genera a través de un proceso fundamentalmente analítico, sobre la base de la totalidad de la información generada sobre el área de estudio. En la zonificación se utilizó la siguiente clasificación:

Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.

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

Zona primitiva: esta zona se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana. Esta zona puede contener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema, especies de flora

y fauna u otros fenómenos naturales que resisten un cierto grado de uso público sin que se cause impacto negativo.

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

Zonas para la recreación, ecoturismo y educación ambiental.

Zona de uso extensivo: esta zona se utiliza para sectores con baja alteración de los recursos naturales, representativos del área protegida que ameritan una protección compatible con un uso público moderado y extensivo, evitando concentraciones del uso en superficies pequeñas. El uso público debe ser organizado y programado para causar un mínimo impacto.

Zona de uso intensivo: esta zona está destinada a concentrar el uso público del área protegida. Generalmente son terrenos que ya presentan cierto grado de alteración, pero que no obstante resultan atractivos para los visitantes por su calidad escénica.

Zona para la preservación de valores histórico/culturales.

Zona histórico/cultural: se utiliza donde existan rasgos o evidencias históricas, arqueológicas, paleontológicas, u otras manifestaciones culturales que necesitan ser preservadas, restauradas e interpretadas para los visitantes al área protegida.

Zona para el uso sostenible de recursos (en categoría de manejo de uso directo)

Zona de manejo directo de recursos: aquellos sectores del área que contienen recursos naturales en una condición tal que son susceptibles de uso sostenible, compatible con el resto de los objetivos de manejo y actividades del área.

Zona para la administración.

Zona de uso especial: se utiliza para concentrar en ella todas las instalaciones y servicios necesarios para el adecuado manejo del área protegida.

Zona para terrenos periféricos y conectividad.

Zona de amortiguamiento: se utiliza para expandir los beneficios de la conservación de los recursos y valores del predio más allá de los límites del área protegida. Lo que significa establecer convenios de manejo con propietarios vecinos.

Zona de corredor biológico: siempre que sea posible se deberá intentar la conectividad entre áreas protegidas, sean públicas o privadas. También se deberá establecer convenios de manejo con propietarios para favorecer la migración de especies y el flujo de recursos genéticos.

4. RESULTADOS

4.1. Sistema natural

a. Avifauna

Los humedales en general, presentan una gran heterogeneidad, ya sea por la estructura de la vegetación, régimen hidrológico, tamaño del humedal, etc. (Blanco, 1998; Gonzáles, 2002). Estas y otras características ambientales, los hacen sitios muy diversos en cuanto a la fauna que albergan (Blanco, *op cit.*; Blanco 2003; Moller & Muñoz, 1998). Así por ejemplo, el grupo de vertebrados mejor representado en los humedales, son las aves (Riffo, 1999), ya que este es importante por proveer de alimento, refugio o áreas para la reproducción, nidificación y protección de crías (Quezada, 1996; Quintana, 1993; Blanco, *op. cit.*; Quintana, 2003).

El humedal Tubul-Raqui, es un estuario intermareal de tipo marisma (CONAMA, 1999) donde existe un marcado gradiente de salinidad y como consecuencia, una zona de transición entre agua dulce y salada, permitiendo la existencia de una gran abundancia de especies en la zona ecotonal (Carrasco, 2003).

En la tabla I se presenta el listado de familias y especies de aves encontradas en el humedal Tubul-Raqui y el estado de conservación de cada especie, según criterios nacionales e internacionales. En el humedal se registró un total de 17 familias y de 45 especies. La familia Anatidae fue la más abundante con 8 especies, seguida de las familias Laridae y Ardeidae con 7 y 6 especies, respectivamente. Por su parte, las familias Scolopacidae y Tyrannidae presentaron 3 especies cada una. Las familias Haematopodidae, Phalacrocoracidae, Charadriidae, Podicipedidae, Treskiornithidae y Furnariidae, registraron 2 especies cada una. Finalmente, las menos representadas, con sólo 1 especie, fueron las familias Pelecanidae, Recurvirostridae, Emberizidae, Troglodytidae, Sulidae y Rallidae.

Es importante señalar que sólo fueron registradas las aves acuáticas y las que dependen directamente del humedal, es decir, aves que no son capaces de desarrollar en forma completa su ciclo de vida en ausencia de áreas de humedal (Davis *et al.*, 1996). Sin embargo, como los humedales proveen de recursos y protección, no sólo se pueden observar aves acuáticas si no también aves rapaces, como Tiuque (*Milvago chimango*), Vari (*Circus cinereus*), Chuncho (*Glaucidium nanum*); carroñeras como Jote de cabeza negra (*Coragyps atratus*), Jote de cabeza roja o colorada (*Cathartes aura*) y aves de campo, como Loica (*Sturnella loica*), Tordo (*Curaeus curaeus*), Mirlo (*Molothrus bonariensis*), Chirihue (*Sicalis luteiventris*), Golondrina chilena (*Tachycineta meyeni*) y Codorníz (*Callipepla californica*), por nombrar sólo algunas.

De un total de 17 familias presentes en el humedal, sólo 5 de ellas no presentan problemas de conservación (Laridae, Haematopodidae, Charadriidae y Pelecanidae), mientras que 12 familias sí presentan especies en algún estado de conservación.

Según CONAMA (1999), en la VIII Región la especie *Hymenops perspicillatus* (Run run) (Fig. 3) estaría en peligro de extinción. Hasta el momento, 6 especies en el futuro, pasarán a la categoría de En peligro de extinción si no se toman las medidas correspondientes. Tanto los criterios regionales, nacionales e internacionales, coinciden en tener categorizadas a las especies *Ixobrychus involucris* (Huairavillo) (Fig. 4), *Ardea cocoi* (Garza cuca) (Fig. 5), *Anas platalea* (Pato cuchara) (Fig. 6), *Plegadis chihi* (Cuervo de pantano) (Fig. 7), y *Theristicus melanopis* (Bandurria) (Fig. 8). Es decir, que las especies que llegan al humedal Tubul-Raqui, son importantes para la conservación ya que se encuentran categorizadas tanto a nivel local como mundial. Esta es una de las diferentes razones que justifican la conservación del humedal.

TABLA I. Listado de especies y familias de aves encontradas en el Humedal. Además, se informa sobre el estado de conservación según criterios nacionales (CONAMA, SAG y LIBRO ROJO) e internacionales (UICN) (Modificado de Carrasco, 2003).

Familia / Especie (Nombre común)	CONAMA	LIBRO ROJO	UICN
Familia: Laridae			
<i>Larus pipixcan</i> (<i>Gaviota de Franklin</i>)			
<i>Larus dominicanus</i> (<i>Gaviota común</i>)			
<i>Larus maculipennis</i> (<i>Gaviota cagüil</i>)			
<i>Sterna hirundinacea</i> (<i>Gaviotín sudamericano</i>)			
<i>Sterna elegans</i> (<i>Gaviotín elegante</i>)			
<i>Sterna trudeaui</i> (<i>Gaviotín piquerito</i>)			
<i>Rynchops niger</i> (<i>Rayador</i>)			
Familia: Scolopacidae			
<i>Tringa flavipes</i> (<i>Pitotoy chico</i>)			
<i>Limosa haemastica</i> (<i>Zarapito pico recto</i>)	F		
<i>Numenius phaeopus</i> (<i>Zarapito</i>)	F		
Familia: Haematopodidae			
<i>Haematopus palliatus</i> (<i>Pilpilén</i>)			
<i>Haematopus ater</i> (<i>Pilpilén negro</i>)			
Familia: Phalacrocoracidae			
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (<i>Yeco o Cormorán</i>)	F		
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (<i>Lile</i>)			
Familia: Charadriidae			
<i>Charadrius alexandrinus</i> (<i>Chorlo nevado</i>)			
<i>Vanellus chilensis</i> (<i>Queltehue o Treile</i>)			
Familia: Pelecanidae			
<i>Pelecanus thagus</i> (<i>Pelícano</i>)			
Familia: Recurvirostridae			
<i>Hymantopus melanurus</i> (<i>Perrito</i>)	V		
Familia: Podicipedidae			
<i>Rollandia rolland</i> (<i>Pimpollo</i>)	F		
<i>Podiceps occipitalis</i> (<i>Blanquillo</i>)	I		
Familia: Tyrannidae			
<i>Lessonia rufa</i> (<i>Coleegial</i>)	F		
<i>Tachuris rubrigastra</i> (<i>Siete colores</i>)	F		
<i>Hymenops perspicillatus</i> (<i>Run run</i>)	P		

Continuación **TABLA I.**

Familia / Especie (Nombre común)	CONAMA	LIBRO ROJO	UICN
Familia: Ardeidae			
<i>Bubulcus ibis</i> (<i>Garza boyera</i>)	I		
<i>Egretta thula</i> (<i>Garza chica</i>)	V		
<i>Ardea cocoi</i> (<i>Garza cuca</i>)	I	R	R
<i>Casmerodius albus</i> (<i>Garza grande</i>)	F		
<i>Ixobrychus involucris</i> (<i>Huairavillo</i>)	V	R	R
<i>Nycticorax nycticorax</i> (<i>Huairavo</i>)	V		
Familia: Emberizidae			
<i>Agelaius thilius</i> (<i>Trile</i>)	V		
Familia: Anatidae			
<i>Anas georgica</i> (<i>Pato jergón grande</i>)	F		
<i>Anas flavirostris</i> (<i>Pato jergón chico</i>)	F		
<i>Anas specularis</i> (<i>Pato anteojillo</i>)	I		
<i>Anas sibilatrix</i> (<i>Pato real</i>)	F		
<i>Anas cyanoptera</i> (<i>Pato colorado</i>)	F		
<i>Anas platalea</i> (<i>Pato cuchara</i>)	F	I	I
<i>Cygnus melancorypha</i> (<i>Cisne cuello negro</i>)	V	P	V
<i>Coscoroba coscoroba</i> (<i>Cisne coscoroba</i>)			
Familia: Troglodytidae			
<i>Cistothorus platensis</i> (<i>Chercán de las vegas</i>)	I		
Familia: Threskiornithidae			
<i>Plegadis chihi</i> (<i>Cuervo de pantano</i>)	I	P	P
<i>Theristicus melanopis</i> (<i>Bandurria</i>)	I	V	V
Familia: Furnariidae			
<i>Phleocryptes melanops</i> (<i>Trabajador</i>)	F		
<i>Cinclodes patagonicus</i> (<i>Churrete</i>)	I		
Familia: Sulidae			
<i>Sula variegata</i> (<i>Piquero</i>)			
Familia: Rallidae			
<i>Fulica leucoptera</i> (<i>Tagua chica</i>)	F		

Criterios:

En peligro (P): especie en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen las especies cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción.

Vulnerable (V): especies de las cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando. Se incluye especies de las cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales, especies con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y especies con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores severos a través de su área de distribución.

Rara (R): especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo. Estas especies se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitats restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

Fuera de peligro (F): especie que antes estuvo incluida en una de las categorías anteriores, pero que en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a que la amenaza que existía ha sido eliminada.

Insuficientemente o inadecuadamente conocida (I): especie que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a la falta de información.



Figura 3. Especie *Hymenops perspicillatus*
(Run run)



Figura 4. Especie *Ixobrychus involucris*
(Huairavillo)



Figura 5. Especie *Ardea cocoi*
(Garza cuca)



Figura 6. Especie *Anas platalea*
(Pato cuchara)



Figura 7. Especie *Plegadis chihi*
(Cuervo de pantano)



Figura 8. Especie *Theristicus melanopis*
(Bandurria)

b. Clima y meteorología.

El humedal se encuentra ubicado en una zona climática de transición entre un clima templado mediterráneo cálido y un clima templado húmedo o lluvioso, que se desarrollan inmediatamente al sur del río Biobío (Inzunza, 2004). Específicamente, en la zona de Tubul el clima es de tipo templado costero húmedo. Según Devynck (1970) (*vide* Constabel, 1993), en esta zona existen desde 2 a 5 meses fríos y húmedos, en los cuales se concentra aproximadamente el 75% de las precipitaciones, que alcanzan los 1.300 mm anuales.

La información meteorológica para esta zona es escasa. Sin embargo, desde hace algunos años existe una estación en Carampangue, que registra sólo precipitaciones y una estación en Punta Lava Pié, a cargo de la Universidad de Concepción, que mide parámetros tales como temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. Datos que serán utilizados en este estudio.

Entre los años 2001-2003 se registró una precipitación media anual de 1321 mm. Para este periodo, el mes menos lluvioso fue enero con una media mínima de 18,1 mm. Por el contrario, el que presentó mayor cantidad de agua caída fue julio con 288,9 mm. En cambio, la temperatura mínima se registrada fue en junio con 8.4 °C, y el mes de mayor temperatura fue enero con 15.9 °C. La humedad relativa del aire mínima registrada en la zona fue durante los meses de enero y febrero con 81 %, mientras que la máxima fue de 94 % en el mes de mayo y agosto. La presión atmosférica media anual en el área es de 1015.09 hectopascales (hPa).

c. Geología.

Según Pineda (1985), la cuenca sedimentaria cretácico – terciaria de Arauco, emplazada en la actual península de Arauco y la plataforma continental correspondiente, está caracterizada por una alternancia de secuencias sedimentarias marinas y continentales. En ella se reconocen un conjunto de formaciones². Algunas de ellas son: Formación Quiriquina (Senoniano), Formación Pilpilco (Eoceno superior), Formación Ranquil (Mioceno) y Formación Tubul (Plioceno). Esta última ha sido objeto de estudio en esta investigación.

I. Neógeno (Plioceno) – Pleistoceno

Pineda (1983), asevera que en la cuenca del Golfo de Arauco, como consecuencia de los movimientos epeirogénicos³, del Plioceno, parte del área es sollevantada y afectada por una fuerte erosión, al mismo tiempo que en otras áreas el mar transgrede sobre secciones Miocénicas y Eocénicas. Las secuencias marinas depositadas durante el Plioceno estructuran la Formación Tubul.

II. Formación Tubul (Plioceno)

La Formación Tubul, tiene su localidad tipo en la costa sur de la Bahía de Arauco, cerca de la desembocadura del Río Tubul, donde conforma terrazas costeras que caen abruptamente al mar (Biró, 1979; Ferraris, 1981; Pineda, 1983) (Fig. 9).

Según Biró (*op. cit.*), la formación Tubul está constituida en la parte inferior por arenisca muy fina, algo calcárea y muy fosilífera. Sobre ésta, se dispone una arenisca muy fina, limosa, con escasos fósiles (miembro superior). En ambas unidades se han encontrado escasas impresiones de hojas y las areniscas se presentan en forma masiva.

² Formaciones: conjunto de estratos que forman una unidad litológica de características similares y a la que se asocia generalmente un nombre del lugar (Foucault & Raoult, 1985).

³ Movimientos epeirogénicos: movimientos tectónicos lentos de sollevamiento o hundimiento sin deformaciones importantes (Strahler, 1992)

La Formación Tubul fue originalmente denominada “Capas de Tubul” (Biró, *op.cit.*). Esta, descansa sobre la Formación Navidad (Mioceno), y su techo⁴ lo constituyen depósitos de areniscas y arcillolitas marinas, de edad Pleistoceno-Holoceno (Ferraris, 1981).

i) Distribución:

Como se mencionó precedentemente, su sección tipo se encuentra en la parte sur del Golfo de Arauco, 37°14′ Lat. Sur y 73°26′ Long. W. (Biró, 1979), en la desembocadura del río Tubul (Ferraris, *op. cit.*; SERPLAC; 1982).

Los afloramientos de la Formación Tubul se distribuyen aproximadamente en dos sectores de la península de Arauco. El sector norte abarca desde Punta Pichicui y alrededores de la localidad de Arauco hasta la latitud del estero La Chupalla y Villa Alegre (Estero Las Neblinas y Las Aguadas). Luego los afloramientos se interrumpen y reaparecen en el sector sur, al sur de los Alamos, a lo largo de las quebradas Ranquilco y El Tique, del Estero Licauquén y áreas de las minas de Trihueco (Pineda *op.cit.*).

ii) Edad:

Según Biró (1979), la parte superior de la Formación podría pertenecer al Pleistoceno. Pero la fauna descrita por diversos autores indica una edad pliocena. Tavera (1948), divide el Plioceno de Arauco en un Plioceno Inferior o de Tubul y el un Plioceno Superior o Albarrada, en base a variaciones faunísticas (SERPLAC, *op. cit.*).

Geomorfología

El humedal Tubul-Raqui, está situado en medio de tres plataformas de abrasión marina (desgaste o erosión) (Fig. 10).

Plataforma de abrasión marina de nivel inferior: esta mide menos de 50 m. de altura, son colinas bajas que están más erosionadas que las demás y se sitúan en la parte oeste del

⁴ Techo: termino que se designa a la superficie superior de una formación, o bien a los terrenos que la coronan inmediatamente. se dice también techo de falla (Foucault & Raoult, 1985)

humedal. Está estructurada en rocas sedimentarias de la formación Ranquil de edad Miocénica (Fig. 9).

Plataforma de abrasión marina de nivel medio: mide entre 50 y 100 m. de altura. Es más plana y se encuentra mejor conservada; está disectada por valles con fondos planos. Se ubica en la parte noreste del humedal. Se estructura sobre rocas de la formación Tubul de edad Pliocénica (Fig. 9).

Plataforma de abrasión marina de nivel superior: posee una altura sobre los 100 m. y se sitúa en la parte sureste del humedal. Se estructura en rocas sedimentarias de la formación Ranquil de edad Miocénica (Fig. 9).

Estas plataformas han sido erosionadas y al interior de ellas se desarrolla una gran llanura donde se alojan los ríos Tubul y Raqui. Esta llanura posee un fondo plano, débiles pendientes y abierta hacia el noroeste, lo que favorece el desarrollo de un gran estuario acompañado de marismas o pantano litoral y humedales de agua dulce hacia el interior.

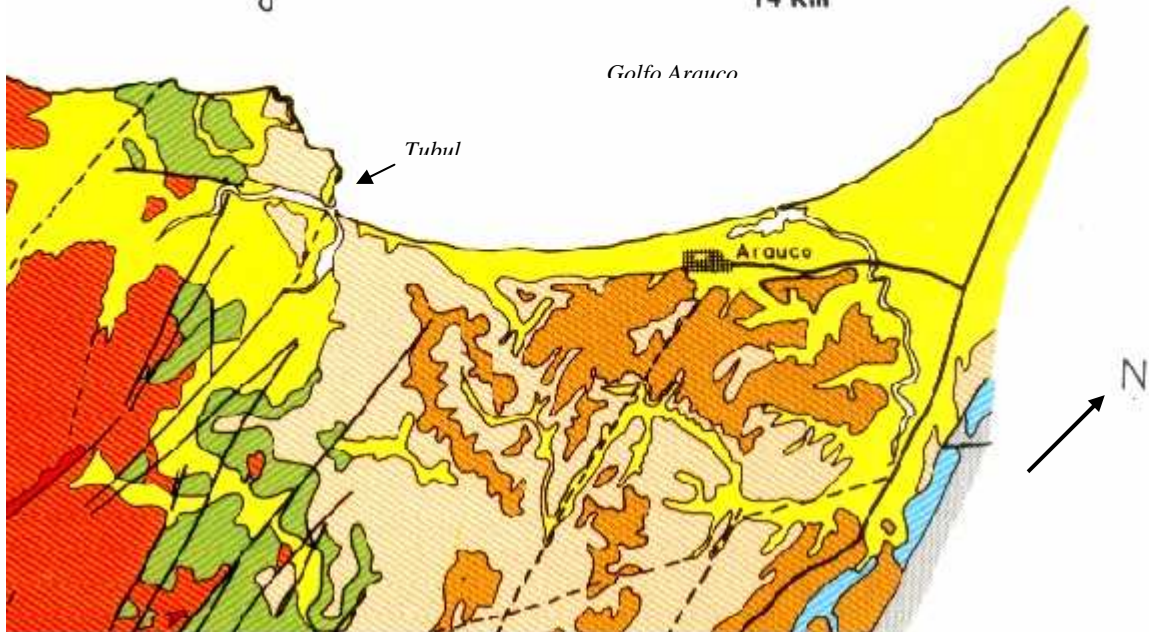
En la costa norte en su borde externo, existe una estrecha llanura paralela a la costa que tiene un cordón litoral y pequeños humedales en la parte interna. El contacto con la plataforma se realiza mediante un acantilado marino muerto. El margen sur del estuario, posee acantilados marinos vivos.

En el interior del humedal existen pequeñas porciones de tierra pertenecientes a la plataforma de abrasión marina de nivel inferior (menor a 50 m). estructurada sobre rocas sedimentarias de la formación Tubul.

Además, gran parte del humedal descansa sobre cuaternario reciente, con sedimentos fluviales y de playa.

MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA DE ARAUCO

Organizado por: Verónica Pineda M.



LEYENDA GEOLOGICA

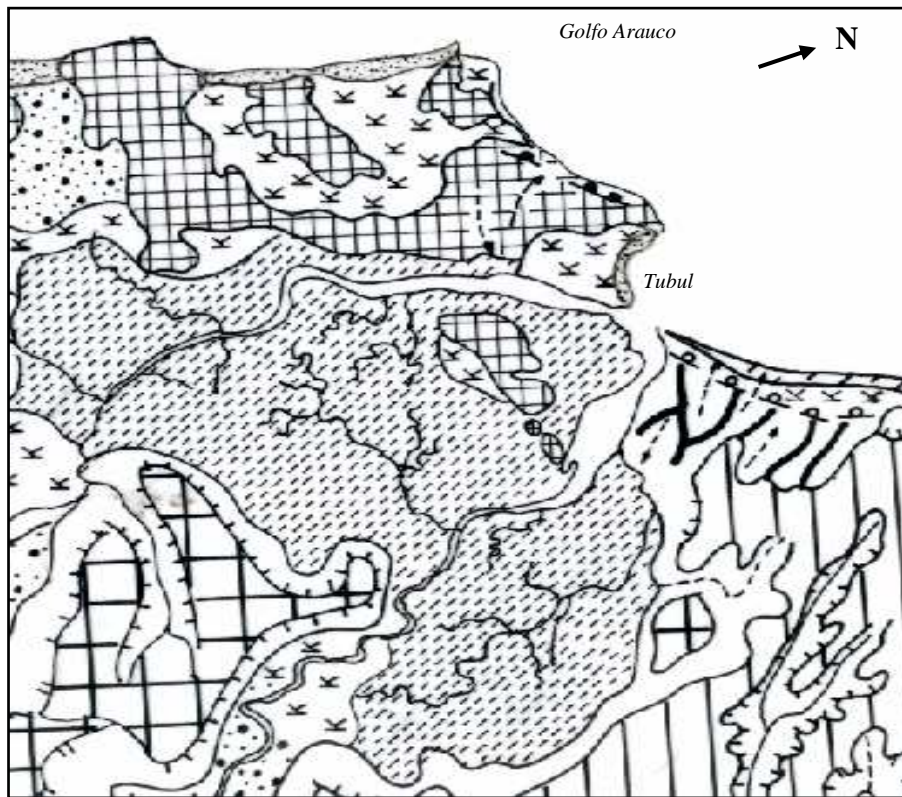
- CUATERNARIO RECIENTE
Sedimentos fluviales y de playas
- CUATERNARIO ANTIGUO
Terrazas marinas y aluviales
- FORMACION TUBUL (PLIOCENO)
Areniscas arcillosas fosilíferas
- FORMACION RANQUEL (MIOCENO)
Coralomerados, areniscas y arcillolitas fosilíferas
- FORMACION MILLONGUE (EOCENO MEDIO-SUPERIOR)
Conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas fosilíferas
- FORMACION TRIHUECO (EOCENO MEDIO)
Areniscas arcillosas con intercalaciones de lutitas carbonosas y mantos de carbón
- FORMACION BOCA-LEBU (EOCENO INFERIOR)
Areniscas arcillosas fosilíferas.
- FORMACION CURANILAHUE (EOCENO INFERIOR)
Areniscas, arcillas asociadas a mantos de carbón con intercalaciones de areniscas verdes fosilíferas

SIMBOLOGIA








- Contacto
- Falla
- Lineamiento (Imágenes satélite Lansat)
- Carretera

Figura 9: Mapa Geológico del la zona de Arauco.

= Formación Tubul, Plioceno (Modificado de Pineda, 1985)



RELIEVES DE EROSION

-  CORDONES EN ROCA SEDIMENTARIA DE EDAD TERCIARIA
-  PLATAFORMAS ABRASION MARINA, NIVEL SUP. (> 100 m)
-  PLATAFORMA ABRASION MARINA, NIVEL MEDIO (50-100 m)
-  PLATAFORMA ABRASION MARINA, NIVEL INF. (< 50 m)
-  ESCARPE DE EROSION
-  ACANTILADO MARINO VIVO
-  ACANTILADO MARINO MUERTO

RELIEVES DE ACUMULACION






-  PLAYA ARENAS BLANCAS, CUARCÍFERAS
-  LLANURA LITORAL, ARENAS BLANCAS
-  MARISMA, PANTANO LITORAL
-  HUMEDALES, LLANURAS ANEGADIZAS
-  LLANURAS ALUVIALES DE CUENCAS COSTERAS

Figura 10: Mapa geomorfológico de la zona de Arauco y área de estudio (Modificado de Mardones, 2003).

d. Paleontología

La formación Tubul, desde Punta las Peñas hasta el camino que va a los puentes Raqui – Tubul, alcanza un espesor de 100 m Biró (1979). Está constituida por dos unidades litológicas. El miembro inferior y miembro superior, ambos con un espesor aproximado de 50 m. El primero muy fosilífero a diferencia del segundo.

Biró en 1979 realizó estudios paleontológicos en la Formación Tubul, recolectando alrededor de dos mil fósiles. En la actualidad existen unas 3.500 piezas en el museo de Geología Lajos Biró de la Universidad de Concepción. En el nivel inferior de la Formación se han encontrado fósiles de algunos géneros como *Chlamys*, *Pecten* y *Venus*. Además, la impresión de hoja de *Nothofagus* sp (Fig. 11).

En la base del miembro superior de la Formación Tubul aparecen regularmente *Magellania* sp., impresiones de algunos bivalvos (*Chlamys* sp) y, hojas de *Nothofagus* sp y *Myrceugenia* sp (Fig. 12).

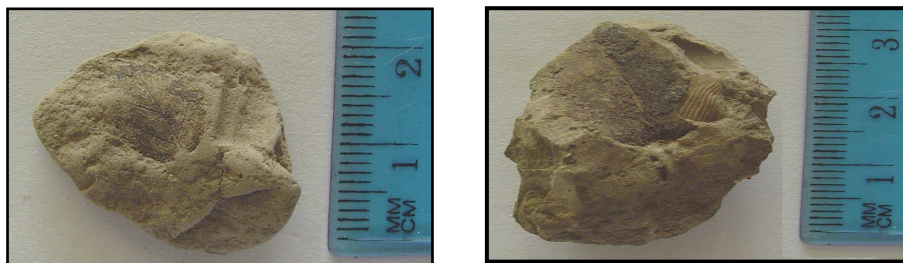


Figura 11. Impronta de hoja de *Nothofagus* sp.



Figura 12. Impronta de hojas de *Myrceugenia* sp.

Hasta el año 2000, sólo se habían identificado unos pocos fósiles de la Formación Tubul (Quesada, 2000). Sin embargo, existen estudios en proceso de publicación realizados por Valdovinos (com. pers.).

La composición de la fauna de Tubul se asemeja a la de Magallanes, indicando que la temperatura del agua para Chile central, era más fría durante el plioceno que la de hoy.

La Formación Tubul se destaca por tener una gran variedad de moluscos, dentro de los cuales la Clase Bivalvia (Figs. 13 - 17) y Gastrópoda (Fig. 18) son las más diversas, no así la Clase Scaphopoda (Fig. 19) (Tablas II, III y IV). Los crustáceos también están presentes, pero en menor cantidad (Fig. 20). Cabe destacar que no sólo fósiles de invertebrados se pueden encontrar en la Formación si no que además, se pueden observar vértebras fósiles de peces (Fig. 21).



Figura 13. A: Fósil de *Chlamys purpuratus*.
B: Molde interno de *Chlamys purpuratus*



Figura 14. Fósil de *Mytilus sp.*



Figura 15. Fósil de *Cyclocarida velutinus*



Figura 16. Fósil de *Ensis macha*



Figura 17: Fósil de *Tindariopsis sulculata*



Figura 18. Fósil de *Dentalium* sp. (Scaphopoda)



Figura 19. Fósil de *Natica patagonica*.



Figura 20. Fósil de *Balanus psitacus*



Figura 21. Fósiles de vértebras de pez.

Tabla II. Listado taxonómico de la fauna de la Formación Tubul (Plioceno), Clase Bivalvia.

Phylum Mollusca											
Clase Bivalvia											
Subclase	Palaeotaxodonta			Pteriomorpha		Heterodonta					Anomalodesmata
Orden	Nuculoidea			Mytiloidea	Pterioidea	Veneroidea					Pholadomyoidea
Supfamilia	Nuculoidea		Nuculanacea	Mytiloidea	Pectinoidea	Carditoidea		Mactroidea	Solenoidea	Veneroidea	Pandoroidea
Familia	Nuculidae		Malletiidae	Mytilidae	Pectinidae	Carditidae	Tellinidae	Mactridae	Pharidae	Veneridae	Pandoridae
Genero	<i>Ennucula</i>	<i>Tindariopsis</i>	<i>Malletia</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Chlamys</i>	<i>Cyclocardia</i>	<i>Macoma</i>	<i>Darina</i>	<i>Ensis</i>	<i>Retrotapes</i>	<i>Pandora</i>
Especie	<i>E. grayi</i>	<i>T. sulculata</i>	<i>M. chilensis</i>	<i>Mytilus sp.</i>	<i>Ch. purpuratus</i>	<i>C. velutinus</i>	<i>M. inornata</i>	<i>D. solenoides</i>	<i>E. macha</i>	<i>R. exalbidus</i>	<i>P. cistula</i>

Tabla III. Listado taxonómico de la fauna de la Formación Tubul (Plioceno), Clase Gastropoda.

Clase Gastropoda												
Subclase	Caenogastropoda										Heterostrophia	
Orden	Ptenoglossa	Neomesogastropoda			Neogastropoda							Tectibranchia
Supfam.	Janthinoidea	Naticoidea	Cassoidea		Muricoidea				Volutoidea	Conoidea	Philinoidea	
Familia	Epitoniidae	Naticidae	Ranellidae		Muricidae			Nassariidae	Volutidae	Turridae	Scaphandridae	
Genero	<i>Epitonium</i>	<i>Natica</i>	<i>Fusitriton</i>	<i>Sassia</i>	<i>Trophon</i>	<i>Xymenopsis</i>	<i>Chorus</i>	<i>Nassarius</i>	<i>Adelomelon</i>	<i>Bela</i>	<i>Scaphander</i>	
Especie	<i>E. magellanicus</i>	<i>N. patagonica</i>	<i>F. magellanicus</i>	<i>S. leucostomoides</i>	<i>T. geversianus</i>	<i>Xymenopsis sp.</i>	<i>Ch. giganteus</i>	<i>N. taeniolatus</i>	<i>A. ancilla</i>	<i>B. paesleri</i>	<i>S. interruptus</i>	

Tabla IV. Listado taxonómico de la fauna de la Formación Tubul (Plioceno), Clase Scaphopoda.

Clase Scaphopoda	
Orden	Dentaliida
Superfamilia	Dentalioidea
Familia	Dentaliidae
Genero	Dentalium
Especie	<i>Dentalium sp.</i>

d. Calidad del agua

En el humedal tipo estuario Tubul-Raqui, confluyen los ríos Tubul y Raqui. Ambos ríos son de origen costero y de régimen pluvial, con características estuarinas y marcada influencia marina (Constabel, 1993). El río Tubul posee una longitud aproximada de 18 km (Alveal, 1988 *fide* Stuardo *et al*), el que recibe aportes de agua dulce sólo en la época de lluvia y tiene mayor profundidad que el Raqui, con una máxima que varían entre 3 y 4 m. Por su parte, el río Raqui tiene una longitud aproximada de 15 km y es más somero que el Tubul, presentando profundidades máximas que alcanzan los 2 m y escurrimientos de agua durante todo el año, Además, en el río Raqui, desembocan los esteros Los Puentes y Las Peñas. Ambos ríos están muy influenciados por los escurrimientos superficiales y la pluviosidad anual.

En su desembocadura, el estuario Tubul-Raqui, por efecto de las mareas, presenta una homogeneidad vertical. El sistema recibe un mayor aporte de agua dulce a través del río Raqui, aún en verano, mientras que en el río Tubul se constata una mayor influencia marina (Stuardo *et al*, 1993).

En general, durante el período invierno-primavera, el humedal presenta un marcado gradiente de salinidad (Carrasco, 2003), que tiende a disminuir a medida que se aleja de la desembocadura (Tabla V). Durante el período verano-otoño, la pluviosidad es menor por lo que la salinidad de los ríos aumenta. De igual forma, la temperatura varía a lo largo del estuario durante todo el año. En verano, el agua presenta una mayor temperatura en los sectores medios e interiores, a diferencia de la desembocadura. En otoño en cambio, las temperaturas disminuyen en toda el área, pero el sector medio e interior presentan temperaturas más bajas. No obstante, a fines de invierno, se registran las temperaturas más bajas en el estuario.

Debido al intercambio de agua por efecto de las mareas y los aportes de agua dulce, el oxígeno disuelto en el agua es alto en ambos ríos (Stuardo *et al*, 1993). Datos que se

corroboran con los datos del presente estudio, al igual que los registros de pH, con valores levemente más ácidos, en todo el humedal (Tabla V).

El fósforo y el nitrógeno (Tabla V) están sobre la norma (0.045 mg/L y 0.08 mg/L, respectivamente) (CONAMA, 2002). Estos valores indican que el sistema es eutrófico, y no difiere con lo señalado por Stuardo, *et al* (1993), que es el estuario más productivo de la zona. Estos nutrientes, además de ser aportados por el agua marina, también es probable que lleguen al agua por el uso de detergentes y fertilizantes que contienen estos químicos. Alrededor del humedal, existen pequeños asentamientos que no poseen red de alcantarillado y además, casi toda la cuenca del área está cubierta por plantaciones. Hecho que podría estar incrementando la concentración de estos elementos en el cuerpo de agua.

Los coliformes fecales y totales presentes en los ríos están dentro de lo establecido en la norma chilena de calidad de agua (menos de 1000 NMP/100 ml) para de uso múltiple (NCh 1333-77). Cabe destacar que estos parámetros van disminuyendo a medida que nos acercamos a la desembocadura. La presencia de coliformes en el sistema se podría deber a que la parte dulceacuícola del humedal esta destinado al uso ganadero. No descartando la posibilidad de contaminación de origen humano, debido a que la población no cuenta con una red de alcantarillado.

Los sólidos suspendidos incluyen partículas de suelo insolubles, sedimento, partículas orgánicas e inorgánicas suspendidos en el agua, que en términos de masa total es la mayor fuente de contaminación acuática e indica el grado de erosión que sufren los suelos de la cuenca. Este parámetro, de acuerdo al Instructivo Presidencial para la implementación de normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y aguas marinas, se encuentra dentro del rango establecido para aguas de buena calidad (Clase 2).

Tabla V. Parámetros Biológico-químicos del agua superficial período primaveral. Estaciones 1, 2 y 3 pertenecen al río Tubul. Estaciones 4, 5 y 6 pertenecen al Raquí.

Parámetros	Unidad	Estaciones					
		1	2	3	4	5	6
pH		7.0	7.1	7.4	7.6	7.4	7.6
Temperatura	°C	13.7	14.5	14.3	17	16.9	18.7
Conductividad	mS/cm	13.4	25.4	35.6	0.58	0.03	0.36
Salinidad	%	9.9	19.3	31.4	0.2	31.77	33.96
Coliformes fecales	NMP/100 mL	865	190	40.5	500	13	30
Coliformes totales	NMP/100 mL	910	210	271	900	17	30
Fósforo total	mg/L	0.15	0.14	0.11	0.07	0.16	0.22
Nitrógeno total	mg/L	2.02	2.40	1.90	0.30	0.31	0.36
Sólidos suspendidos	mg/L	50	33.6	38	9.2	9.6	13.3
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	8.7	8.8	8.5	9.3	5.8	7.3

Es importante señalar que Stuardo *et al.* (1993), registraron la presencia de contaminantes disueltos en el agua, principalmente en el río Tubul. Los pesticidas detectados en el agua fueron el HCH (Hexaclorociclohexano), LINDANO (Isómero gamma del HCH) y DDE (Diclorodifenildicloroetileno), siendo este último, el mas tóxico y persistente. Todos estos productos son plaguicidas organoclorados utilizados en el control de plagas, insolubles en agua y lipofílicos. Este estudio no consideró el monitoreo de estos contaminantes, pero se puede deducir que es posible que las concentraciones y tipo de contaminante puede haber variado hasta la fecha.

e. Flora y vegetación

En el área de estudio, la cubierta vegetal natural ha sido intensamente modificada y explotada hace más de un siglo (Constabel, 1993). La vegetación nativa se encuentra fuertemente intervenida y fragmentada, ocupando las quebradas y algunos de los sectores más altos de las Plataformas Marinas (Ferraris, 1981). Además, gran parte de la cubierta vegetal ha sido reemplazada por plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*.

El bosque nativo es de tipo renoval secundario (Fig. 22). La vegetación que se encuentra en el cerro cercano a la caleta, incluye una comunidad boscosa, donde entran en contacto especies del bosque esclerófilo con especies del bosque costero higrófilo, del centro y sur de Chile, respectivamente. Además existen praderas con parches de arbustos y matorrales nativos, que al parecer, se habrían originado después de una perturbación antrópica, para la realización de cultivos rotativos de trigo y avena.



Figura 22. Fotografía de bosque nativo secundario, en el área de estudio.

En la mayoría de los cerros que colindan con el humedal, se observan relictos de bosque nativo (Carrasco, 2003), con dominio de *Peumus boldus* (boldo), *Myrceugenia exsucca*

(patagua de Valdivia), *Myrceugenia obtusa* (rarán) y *Podanthus mitiqui* (mitique, palo negro), e incluye como especies menos abundantes como *Lithraea caustica* (litre), *Aetoxicum punctatum* (olivillo), *Aristotelia chilensis* (maqui) y *Griselina scandens* (yelmo) (Tabla VI). Las partes bajas son zonas abiertas y fondos de quebradas que están dominadas por gramíneas, producto de la alteración antrópica y la acción eólica sobre la vegetación. Sin embargo, existen sectores que aún conservan bosques de roble (*Nothofagus obliqua*) (Fig. 23), escasos en la VIII región y sobre todo en la cordillera de la costa⁵. Los pocos remanentes de biota autóctona siguen siendo reemplazados por especies exóticas y, la insuficiente cobertura de áreas protegidas fiscales en esta zona, hacen urgente la tarea de conservar la biota de Chile central (Villagrán & Le-Quesne, 1996).



Figura 23. Bosque de *Nothofagus obliqua* (roble), en el área de estudio.

⁵ <http://www.wrm.org.uy/countries/Chile/article1.html>

Zona boscosa

Según Villagrán & Le-Quence (1996) los niveles máximos de riqueza de especies leñosas se alcanzan entre los ríos Maule y Valdivia, decayendo a abruptamente hacia el norte del Maule y hacia el sur de Valdivia. Lo mismo ocurre con las especies de *Nothofagus* y coníferas. Este patrón se debería a la condición de refugio de bosques que tuvo esta área durante las glaciaciones. De las 12 especies de *Myrceugenia* (Mirtaceae), 11 se encuentran entre los ríos Maule y Valdivia. Estudios de las poblaciones de roble en las cumbres de la cordillera de la costa, muestran estructuras de edades caracterizadas por escasez de juveniles y ausencia de regeneración, hechos que sugieren un estado de relictos.

Zona de humedal

Dentro de los pastizales salinos se destacan las especies *Spartina densiflora* (Fig. 24) y *Sarcocornia fruticosa* (Fig. 25), la primera mucho más abundante que la segunda (Stuardo *et al*, 1993). Hacia los sectores internos de los ríos, pero con mínima influencia marina, la vegetación se presenta mezclada con prados de *Cotula coronopifolia*, *Polygonum persicaria*, *Taraxacum officinale* (diente de león), *Rumex sp*, *Trifolium repens*, *Eleocharis pachycarpa*, *Cyperus eragrostis*, *Plantago lanceolata*, *Flypochaeris sp*, *Carex sp* y en menor abundancia de *Mentha aquatica*. Además, hacia los cabezales de los ríos, es posible observar especies como *Juncus procerus* (Junco) y *Scirpus californicus* (Totora), esta última, de gran abundancia en los sectores más internos del río Tubul (Carrasco, *op cit*).



Figura 24. Fotografía de *Spartina densiflora*



Figura 25. Fotografía de *Sarcocornia fruticosa*.

TABLA VI. Listado de las familias y especies de la vegetación presente en el área de estudio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Aextoxicaceae	<i>Aetoxicum punctatum</i>	Olivillo
Alstroemeriaceae	<i>Bonarea salsilla</i>	Salsilla
Anacardiaceae	<i>Lithraea caustica</i>	Litre
Asteraceae	<i>Podanthus mitiqui</i>	Mitique, Palo negro
Cornaceae	<i>Griselinia scandens</i>	Yelmo
Eleocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui
Fabaceae	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayo
Fabaceae	<i>Ulex sp</i>	Espino
Fagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble
Flacourtiaceae	<i>Azara lanceolata</i>	Aromo
Gramineae	<i>Chusquea quila</i>	Quila
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo
Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán
Myrtaceae	<i>Myrceugenia exsucca</i>	Patagua de Valdivia
Myrtaceae	<i>Myrceugenia obtusa</i>	Rarán
Oenotheraceae	<i>Fuchsia magellanica</i>	Chilco, fucsia
Proteaceae	<i>Gevuina avellana</i>	Avellano
Verbenaceae	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Arrayán macho
Escalonianaceae	<i>Escalonia pulverulenta</i>	Escalonia
Zigophillaceae	<i>Bulnesia Retamo</i>	Retamilla

4.2. Sistema antrópico

a. Sistema económico social (Asentamientos humanos e infraestructura y equipamiento)

A continuación se realiza descripción del sistema social de la Caleta Tubul basado en Sazo (2000).

i) Aspectos generales.

La caleta Tubul (Fig. 26) se ubica a unos 21 Km al oeste de la comuna de Arauco. Su población alcanza los 2200 habitantes (Tabla VII) y el nivel de pobreza es de un 56% (Censo de 2002). Este último varía según el nivel de educación del padre pescador y de la actividad que realice. Los que presentan mejor nivel de vida son los productores de pelillo, no así, los mariscadores y pescadores. Los habitantes de la caleta se distribuyen en 1.177 hombres y 1.023 mujeres.



Figura 26. Fotografía de la Caleta Tubul

La relativa independencia que presenta dentro de la comuna, le ha permitido obtener muchos logros. Ejemplo de ello es la instalación del agua potable, mejorando notablemente los problemas de salubridad de la caleta.

Uno de los ingresos económicos importantes de Tubul, es el cultivo de *Gracillaria* sp (“pelillo”), debido a los grandes volúmenes exportados a Japón. El desarrollo de cultivos ha

marginado a los pescadores artesanales y a la población que no es parte de la Asociación Gremial, lo que ha provocado serios conflictos internos entre productores de pelillo y el Sindicato de Pescadores.

Tabla VII. Evolución de la población desde 1960 hasta el 2002 (Modificado de Sazo, 2000).

Años	1960	1970	1982	1992	2002
N° habitantes	187	298	537	1342	2200

Estimaciones de la población a futuro no existen, ya que la población de Tubul es flotante y está directamente relacionada con las vedas del “huepo” o “machuelo” (*Ensis macha*) y las temporadas de cultivos de algas (Sazo, 2000).

ii) Grado de urbanización de la caleta.

El grado de urbanización de Tubul ha aumentado gracias a los aportes de la comunidad. Estos aportes han permitido que se pavimente la calle central, también se ha negociado el financiamiento compartido con Frontel, para la instalación de luz eléctrica domiciliaria y pública.

Salud

La caleta cuenta con una posta de atención rural (Fig. 27). En general, la cobertura en salud es igual a las de otras caletas del país. En ella, los médicos, obstretas, matronas, dentistas y enfermeras tienen los días asignados para atender a los pacientes de Tubul. Además, el servicio se ha mejorado bastante debido a los aportes que hace la comunidad a la posta.

Educación

En la caleta, existe sólo la escuela básica Tubul: “Brisas del Mar” G-745 (Fig. 28), que cubre una matrícula de 423 alumnos, 65 entre Pre-kinder y kinder; y 358 de 1° a 8° básico (D.A.E.M. 2004). Raqui Alto posee la escuela G-756, donde las condiciones son muy diferentes a la de Tubul ya que, sólo existen dos alumnos en primero básico, dos en tercero,

tres en cuarto y un alumno en sexto. Y además, estos conviven diariamente en la misma sala de clases.

Para acceder a la educación media, ya sea técnica o científico-humanista, los alumnos deben desplazarse hacia una comunidad rural llamada Carampangue. En la mayoría de los casos, los jóvenes no continúan los estudios ya que, la economía de la familia se ve afectada por el gasto que ello significa. Sin embargo, los alqueros o productores de *Gracillaria* sp han marcado la mentalidad en los últimos años, ya que para los padres es prioritario que sus hijos terminen la educación media y que puedan aspirar a estudios superiores, porque la Asociación financia la educación media y superior entregando atractivos bonos.



Figura 27. Fotografía de la única posta que existe en Tubul.



Figura 28. Escuela Básica “Brisas del Mar” G – 745, Tubul.

Abastecimiento de agua potable

El agua en la caleta es escasa. Esta es depositada en estanques, pero no toda la población tiene acceso a ella. Sólo los que viven cerca de los estanques tienen todo el día este recurso. La municipalidad envía camiones con agua cada dos días aproximadamente, para las familias que viven mucho más lejos de los mismos.

Suministro de energía eléctrica

Cuenta con sistema de alumbrado público y domiciliario cuya cobertura alcanza un 93,3%. Pero existen familias que obtienen este beneficio de forma ilegal y son las consideradas como población flotante.

Eliminación de aguas servidas

La caleta no cuenta con una red de alcantarillado y sólo existe eliminación a través de fosas sépticas, letrinas sanitarias, pozo negro. Un pequeño número, de mayores recursos, cuentan en sus viviendas con fosa séptica, que les permite tener un baño en buenas condiciones con ducha y agua caliente. Sin embargo, existe un programa de mejoramiento de Barrios (PMB), del gobierno regional, que posiblemente se implementaría en los años 2005 ó 2006. Dentro de este programa está el mejoramiento sanitario, alcantarillado, agua potable y pavimentación de la caleta.

Disposición de basuras

El servicio de extracción de basura se realiza una vez por semana y esta a cargo de la empresa Servimar, cuyo vertedero se encuentra ubicado en Coronel.

Medios de comunicación

La caleta cuenta con servicio de telefonía pública, que le permite comunicarse con el resto de la región y del país. Además, existe un radio de transmisión en la posta de la localidad para los casos de emergencia. Desde principios del 2000, la caleta cuenta con televisión satelital privada, pues la red SKY está en, aproximadamente, un 15% de las familias de Tubul. No existen teléfonos en las viviendas por los problemas de costos en la extensión de

cables hacia la caleta. Sin embargo, existen familias que poseen teléfono celulares, haciendo menos demandante el servicio telefónico fijo.

Carabineros

No hay carabineros en la caleta. Generalmente, cuando se les necesita, por robos de pelillo y otras situaciones extremas, son llamados a Arauco.

Bomberos

Desde hace tres años existe una compañía de bomberos (Fig. 29) que trabaja en precarias condiciones. Poseen dos carros que además ayudan cuando hay inundaciones.

Medios de transporte

La caleta se comunica con la ciudad de Arauco mediante la ruta P-22, esta vía está asfaltada, lo que permite mejorar las condiciones de transporte desde y hacia la caleta. La frecuencia de los buses es cada media hora y los colectivos que salen hacia Arauco dependen del número de pasajeros que lleven.



Figura 29. Compañía de bomberos de Tubul.

iii) Aspectos socio-económicos

- Organización social

Existe una junta de vecinos, pero debido al desinterés por parte de la población de relacionarse con el municipio, trae como consecuencia una desinformación sobre proyectos y beneficios sociales que otorga la municipalidad. Desde el año 1999 las relaciones con el municipio han ido mejorando considerablemente, observándose una mayor información y un trabajo en conjunto con las autoridades comunales.

Como organizaciones laborales existen: el Sindicato y la Asociación Gremial de Productores de Pelillo. La primera reúne a los pescadores artesanales de acuerdo a la labor que realice tales como: mariscadores o pescadores. La segunda, se encarga de regular la extracción del alga, de implementar proyectos relacionados con la misma.

- Actividades productivas

La actividad pesquera se divide en subsector industrial y el subsector artesanal. En este último, existe un gran número de personas que dependen de esta actividad, tanto directa como indirectamente.

Dentro del subsector artesanal se pueden distinguir 6 actividades específicas:

- 1) Pescadores: dedicados a la captura de peces y/o crustáceos, utilizando redes, trampas de otros sistemas de pesca, ya sea a bordo de embarcaciones o desde la playa.
- 2) Mariscadores: dedicados a la extracción de mariscos, ya sea utilizando equipos de buceo, con o sin embarcaciones, o realizando la recolección desde el sector intermareal.
- 3) Algueros: recolectan algas que flotan libremente en el agua o bien las que se encuentran adheridas al sustrato. Existen además, los algueros permanentes y los ocasionales (Fig. 30).
- 4) Productores de algas: encargados de cultivar las algas en los estuarios.
- 5) Auxiliares de caleta: son aquellos que realizan actividades complementarias a la actividad artesanal, tales como: desconchadores, varadores, acarreadores, rederos.
- 6) Otros: son los carpinteros de ribera y los mecánicos.

La obtención de los productos del mar es fácil ya que se pueden procurar durante todo el año y representan productos de gran valor energético. Se hace necesario que este sector maximice su aporte a la economía mediante un aprovechamiento de los recursos en forma sostenida y permanente a través de una explotación moderada evitando el agotamiento de las especies que se extraen. En 1998 la captura de peces disminuyó considerablemente debido a una sobreexplotación de los recursos del mar.

Las exportaciones pesqueras regionales desde 1990, se han ido incrementando. Tubul aporta un 75% de las extracciones de productos marinos a la región. Uno de los grandes aportes a la economía nacional y regional es el cultivo de *Gracillaria* sp, que a permitido una mejor calidad de vida para las familias productoras de pelillo.

Este estuario es considerado, por muchos investigadores, el mejor a nivel nacional debido al éxito de los cultivos. Las cantidades de pelillo que se cosechan en la actualidad es de aproximadamente 2.000 toneladas de algas húmedas que son exportadas directamente por los productores principalmente a Japón y Europa en general.

La economía en Tubul, se ve afectada principalmente por la comercialización desigual de bivalvos que los mariscadores extraen en gran cantidad. Cada uno vende en forma particular, por lo que el valor de venta depende de cada mariscador, lo que se impide un precio uniforme que les satisfaga a todos.

- La pesca artesanal

Los algueros cada día surgen más, y los mariscadores y pescadores sufren, con mayor rudeza, la dependencia de lo que el mar les ofrece y lo que su trabajo les permite extraer.

En Tubul, la principal extracción es el huepo, más conocido como navaja (*Ensis macha*) y la navajuela (*Tagelus dombeii*), que comúnmente se confunde con la macha (*Mesodesma donacium*), además de otros moluscos y bivalvos. Estos productos son vendidos a particulares que se preocupan de hacerlos llegar a las grandes industrias, que después de un proceso son exportados a EEUU, Japón y a España, principalmente.

La capacitación de los pescadores artesanales ayuda al desarrollo de la comunidad. En Tubul, sólo un pequeño grupo de pescadores artesanales asumió el rol de producir pelillo, logrando un gran desarrollo para todos los miembros de su asociación gremial. Pero, el resto de la población no asumió dicha responsabilidad, quedando marginados por no hacerse partícipes del proyecto que les propusieron instituciones externas a la caleta. Las oportunidades que el gobierno les ofrece, no son bien acogidas. Existe una mala comunicación entre los dirigentes sindicales y la Municipalidad de Arauco. Además, la Asociación gremial no es bien vista por el sindicato de pescadores y mariscadores, por lo que no existe relación entre ellos.

- Productores de pelillo

En 1950, comenzó a ser explotado el pelillo en la caleta, acentuándose su extracción desde la década de 1960 hasta la fecha. Entre 1981-1985 se produjo entre 6.000 y 7.300 toneladas de alga seca (6,6-7,7 millones de dólares) y la producción de agar fue de 273-740 toneladas al año, equivalentes a 4.9 y 12.6 millones de dólares (Estadística SERNAP, 1986).

En 1985 Chile fue el principal exportador a escala mundial, cubriendo un 70% de la materia prima necesaria para el agar, pero esto trajo como consecuencia que un importante número de praderas sufrieran una notoria baja en su producción por sobreexplotación. Lo que llevó a tomar medidas necesarias para proteger el cultivo, recuperándose en un lapso de dos años y dónde se requirió de la participación social de la comunidad en el proceso.



Figura 30. Alguero recolectando pelillo en el estuario.

b. Patrimonio arqueológico e histórico-cultural

Antecedentes generales

Según Seguel (2003), en esta zona se concentró una densa ocupación humana prehistórica, debido a la exuberante población faunística que colonizó el área, lo cual está evidenciado por la abundante cantidad de conchales (basurales antrópicos), que rodean este sector (Fig. 31). Debajo de la caleta de pescadores de Tubul, por ejemplo, subyacen vestigios de una densa ocupación prehistórica reciente.

En los conchales de esta área los moluscos más abundantes son: el Ostión (*Chlamys purpuratus*) (Fig. 32), la Ostra (*Ostrea chilensis*) (Fig. 33) y la navajuela (*Tajelus donbeii*) (Fig. 34). Además, se encuentran almejas (*Mulinia edulis*) (Fig. 35), gastrópodos (Fig.36) y lapas (*Crepidula sp.*) (Fig. 37), pero en menor proporción. En la actualidad los ostiones y las ostras no forman parte de la fauna marina local, ya que las condiciones actuales del medio marino (temperatura, oxígeno, y nutrientes) no permiten su desarrollo. Los ostiones habrían “bajado” desde el norte durante el óptimo climático⁶ del Holoceno Inferior, luego fueron reemplazados por las ostras, ya que las temperaturas habrían disminuido durante el Holeceno Medio. Cuando la ostra desaparece, la navajuela adquiere relevancia, pasando a ser parte importante de la dieta de los pescadores recolectores prehistóricos y de los pescadores artesanales actuales (Seguel, *op. cit.*).

⁶ Optimo climático: Entre 9.000 y 5.000 años B.P., se produjo un período de clima cálido que el actual, llamado “óptimo climático” o “altitermal”.



Figura 31: Sitio arqueológico con conchales dentro del área de estudio.

Durante el cuaternario, los niveles del mar oscilaron como en ninguna otra época. En el Holoceno, las oscilaciones del mar, que afectaron las costas de las bahías de Concepción y Arauco, fueron contemporáneas a los grupos humanos que vivían en este litoral (Campana *vide* Seguel, 2003). La dinámica ocupacional prehistórica, en este sector costero, estuvo condicionada y supeditada a la explotación de los recursos marinos. Los grupos de pescadores – recolectores – cazadores marinos tempranos, estarían actuando allí hacia los 3.500 – 4.000 años A. De C., lo que se manifestó, por ejemplo, en tempranas ocupaciones de los sitios de Bellavista I; Rocoto I; Quiriquina I; El Visal y La Trila en Tubul (Arauco).



Figura 32: Ostión (*Chlamys purpuratus*)



Figura 33: Ostra (*Ostrea chilensis*)



Figura 34: Navajuela (*Tajelus donbeii*)



Figura 35: Almeja (*Mulinia edulis*)



Figura 36: Gastrópodos, caracoles



Figura 37: Lapas (*Crepidula dilatata.*)

Conchales con contenido cultural cerámico

En el sitio “Tipo” Tubul I-a, caleta de pescadores, la cerámica –monocroma, alisada y sin decoración– aparece en los estratos bajos del depósito; estimándose que las técnicas cerámicas aparecieron probablemente a partir del siglo V de nuestra era. Esta cerámica se asocia a los siguientes elementos faunísticos culturales (Seguel, *op. cit.*).

- Fauna marina de moluscos: Choro zapato (*Choromytilus chorus*), Navajuela (*Tagelus dombeii*), Almeja o Taca (*Protothaca thaca*), Navaja (*Encis macha*), Macha (*Mesodesma donacium*), Cholga (*Aulacomya ater*).
- Peces: Congrio (*Conger conger*) (vértebras y mandíbulas).
- Aves: Huesos de aves zancudas.
- Cultura Material: Abundantes fragmentos de cerámica, industria ósea especializada, representada por puntas de arpones finamente denticulados y pectorales de hueso con incisiones rectilíneas. La industria lítica está presente con puntas de proyectil, machacadores, percutores, alisadores y pulidores. Estos últimos elaborados en areniscas y rocas volcánicas.

Sitios Arqueológicos Detectados en el Área de Estudio.

En el año 2003 la CONADI realizó un catastro del patrimonio arqueológico mapuche en la provincia de Arauco, dentro del cual se encuentra el área Arauco-Llico. En este sector se prospectó intensivamente una sola localidad arqueológica, denominada Raqui-Tubul. Dicha localidad contiene unidades más pequeñas tales como La Isla, Caleta Tubul, Santa Clara, El Fraile, Las Peñas y Raqui Chico. Además, se realizaron inspecciones en las localidades de Raqui Alto, Aguapié y Llico. Para efectos del presente estudio, el sector de Llico se dejó fuera por estar alejado del área de investigación.

Dentro del área, se registró un total de 27 sitios arqueológicos, los que se distribuyen de la siguiente manera: 7 en el sector La Isla, 7 en Caleta Tubul y 7 en Las Peñas, totalizándose 21 yacimientos arqueológicos; en los sectores de Raqui Chico 3, Raqui Alto 2 y Agua pié 1. Además, existen 11 sitios arqueológicos cercanos al área de estudio: 9 en Santa Clara y 2 en El Fraile (Tabla VIII).

La Tabla VIII y IX, muestran los yacimientos arqueológicos registrados por la CONADI hasta el año 2003 y los registrados en el Diccionario de Sitios Arqueológicos de Araucanía hasta el año 1980 (Stehberg, 1980), respectivamente. Sin embargo, el primero no usa la toponimia empleada por Stehberg (*op. cit.*) y por lo tanto, se pierde esta importante información en la nueva recopilación, que se supone completa.

TABLA VIII. Sitios arqueológicos en el área de estudio (Modificado de CONADI, 2003)

Localidad*	Nombre del sitio	Extensión [m2]	Tipo de sitio	Cultura **	Cronología	Estado de conservación.
Cal Tubul	Rt-14	indet	hab c/entierro	Vergel	1000-1500 DC	Malo
Cal Tubul	Rt-21	60	Habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Malo
Cal Tubul	Rt-8	10	Habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Regular
Cal Tubul	Rt-10	3000	hab c/entierro	Caz/rec	3000-2000 AC	Regular
Cal Tubul	Rt-11	1200	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Malo
Cal Tubul	Rt-12	2400	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Malo
Cal Tubul	Rt-13	24	Indeterminado	Ver/His	400-1900 DC	Malo
El Fraile	Rt-22	Indet.	Indeterminado	Ver/His	400-1900 DC	Regular
El Fraile	Rt-23	80	Indeterminado	Vergel	1000-1500 DC	Malo
La Isla	Rt-1	4500	habitacional	Caz/rec	3000-1000 DC	Bueno
La Isla	Rt-2	3000	habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Regular
La Isla	Rt-3	4500	habitacional	Caz/rec	3000-1000 DC	Malo
La Isla	Rt-4	8000	habitacional	C-r/ver	3000 AC-1500 DC	Bueno
La Isla	Rt-5	50	habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Malo
La Isla	Rt-6	30	habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Bueno
La Isla	Rt-7	20	habitacional	Vergel	1000-1500 DC	malo
Las Peñas	Rt-9	20	habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Malo
Las Peñas	Rt-24	20	habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Malo
Las Peñas	Rt-25	10	habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Bueno
Las Peñas	Rt-26	50	Indeterminado	Caz/rec	3000-1000 AC	Bueno
Las Peñas	Rt-27	10	habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Malo
Las Peñas	Rt-28	20	habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Bueno
Las Peñas	Rt-30	10	habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Malo
Raqui chico	Rt-29	Indet.	Indeterminado	Vergel	1000-1500 DC	Malo
Raqui chico	Rt-36	2800	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Bueno
Raqui chico	Rt-37	200	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Bueno
Santa clara	Rt-32	200	Habitacional	Ver/sact	1000-1950 DC	Bueno
Santa clara	Rt-33	10	habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Bueno
Santa clara	Rt-18	20000	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Bueno
Santa clara	Rt-19	400	Indeterminado	Ver/His	400-1900 DC	Malo
Santa clara	Rt-20	20	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Malo
Santa clara	Rt-38	400	Habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Bueno
Santa clara	Rt-15	500	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Regular
Santa clara	Rt-16	50	habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Regular
Santa clara	Rt-17	600	Habitacional	Vergel	1000-1500 DC	Regular
Raqui alto	Rt-34	50	Habitacional	Caz/rec	3000-1000 AC	Malo
Raqui alto	Rt-35	Indet.	Indeterminado	Ver/His	400-1900 DC	Malo
Aguapié	Rt-31	100	Habitacional	Ver/His	400-1900 DC	Malo

En el informe de CONADI (2003), no se especifica la toponimia de cada uno de los sitios arqueológicos. Por ejemplo, el nombre “La Isla”, engloba los nombres de varios sitios arqueológicos identificados individualmente en Stehberg (1980).

** Ver. = Vergel; Caz. = Cazadores; = Caz.; rec. = Recolectores; His. = Histórico; C-r. = Cazadores-recolectores.

TABLA IX. Yacimientos arqueológicos tomados del Diccionario de Sitios Arqueológicos de Araucanía año 1980.

Sitio	Coordenadas generales	Características	Datación C₁₄
Raqui-Tubul	37°14' - 73°27'	Conchales con acumulaciones de ostiones	
Tubul	37°14' - 73°27'	Conchales, restos óseos, cerámica (Jarritos, ánforas y pucos).	810 +- 100 A.P
Tubul Alto	37°14' - 73°27'	Cementerio araucano, aro de cobre.	
La Isla	37°14' - 73°27'	Conchal acerámico con <i>Ch. Chorus</i> , <i>O. Chilensis</i> , y <i>T. dombeii</i> .	
El Trigal	37°14' - 73°27'	Conchal antrópico con predominio de <i>T. dombeii</i> .	
La Trila	37° 15' - 73° 27'	Conchal precerámico con acumulaciones de <i>O. Chilensis</i> , con restos de puntas de proyectil, pesas de red y pucos de areniscas	
Las Maquinas	37°14' - 73°27'	Conchal con 2 niveles culturales, uno de ellos precerámico.	
Las Peñas	37°14' - 73°27' aprox	Ocupación de recolectores cerámicos.	
Campamento Bacareza	37°15' - 73°26'	Conchal antrópico cerámico, con predominio de <i>T. dombeii</i> .	

Fuente: Stehberg (1980).

c. Cobertura y uso actual del suelo

En general, el territorio estudiado presenta bastante intervención antrópica en los cerros colindantes al humedal. Actualmente, gran parte de la vegetación natural ha sido reemplazada por plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. De hecho, casi la mitad del territorio estudiado tiene uso forestal (47.16 %) (Tabla X). El 26,4 % es pradera que es usada en cultivos rotativos de trigo y avena. El humedal tiene una superficie de 2231,5 há, que representan un 11.2 % del área de estudio.

La ganadería del sector es de vacunos y tiene doble propósito, producción de leche (para queso, principalmente) y carne. Los lugareños cultivan el trébol blanco y el rosado (*Trifolium repens* y *T. pratense*, respectivamente), con el que alimentan a los animales y a la vez, lo comercializan. Además, la agricultura se basa en cultivos tradicionales como arvejas, trigo, porotos, avena y papas, este último en mayor cantidad, pero todos destinados al autoconsumo.

El bosque nativo (3,7 %) está menos representado y confinado a algunas quebradas del sector. Ciertos sectores de relictos presentan mezcla de pinos y eucaliptos. Los cursos de agua son utilizados para regar los cultivos y como fuente de bebida para los animales. El área urbana, correspondiente a la caleta Tubul, representa menos del 0.05 % (78,2 há).

TABLA X. Cobertura de cada uso de suelo en el área de estudio.

USO	COBERTURA (há)	PORCENTAJE (%)
Plantaciones	9354,3	47.16
Pradera	5250,4	26.40
Humedal	2231,52	11.20
Ganadería	1005,7	5.05
Agricultura	875,6	4.39
Bosque nativo	739,1	3.70
Red hídrica	329,2	1.62
Zona urbana	78,2	0,40
Playa	15,8	0.08
Total	19919,82	100

4.3. Estudio de la propiedad

La superficie total del área de estudio es de 19.919,82 há. Del cual sólo 365,36 há. son de propiedad fiscal (1.8%), el resto, 19554,61 há (98.2%), pertenece a privados (Fig. 38).

La información recopilada del área de estudio, se encuentran resumidos en la figura 39. Nótese que la información obtenida se sobrepone en algunas áreas del sector estudiado. Esta disposición podría ser un adelanto de la distribución de las zonas para el área de manejo.



Figura 38. Límites del área de estudio (línea roja) y extensión del área fiscal (área achurada).

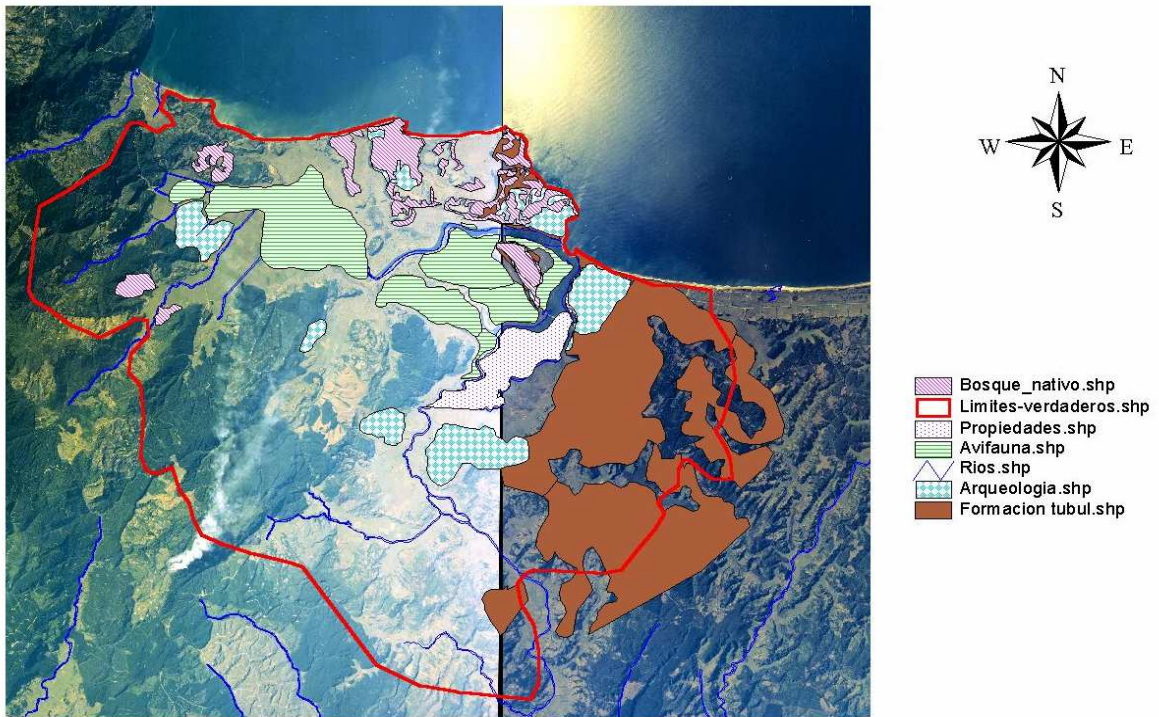


Figura 39. Resultado de la recopilación de información sobre el área de estudio.

4.4. Zonificación

En la tabla XI se presentan los criterios de zonificación para el área de estudio. se definieron 7 zonas, las cuales son: zona primitiva, zona, de recuperación, zona de uso extensivo, zona de uso intensivo, zona histórico-cultural, zona de manejo directo de recursos, y zona de amortiguamiento (Fig. 40).

TABLA XI. Matriz de criterios para cada zona.

Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.	
	CRITERIOS
Zona primitiva	◆ Zonas con relictos de bosque nativo
	◆ Zonas de concentración de avifauna en categorías de conservación
	◆ Hábitat de alimentación de aves migratorias
	◆ Zona de nidificación de aves
	◆ Formaciones geológicas relevantes
	◆ Atributos paleontológicos relevantes
	◆ Zonas con poca intervención humana
	◆ Ecosistemas singulares
	◆ Zona de protección de cursos de agua
Zona de recuperación	◆ Zona intervenida para cultivar pelillo, modificando el paisaje.
	◆ Suelos utilizados para la ganadería y que presentan una gran alteración
	◆ Suelos utilizados para la agricultura y que presentan abandono debido a su estado
	◆ Zonas con mezcla de bosque nativo y especies exóticas
	◆ Zona de protección de cursos de agua
Zonas para la recreación, ecoturismo y educación ambiental	
	CRITERIOS
Zona de uso extensivo	◆ Zona de valor para la pesca deportiva
	◆ Zona de valor paisajístico
Zona de uso intensivo	◆ Zona para el desarrollo del comercio local de artesanía y gastronomía típica
	◆ Sectores con alta accesibilidad que facilitan el ecoturismo recreación y la educación ambiental por su alta calidad escénica
	◆ Zona de esparcimiento y recreación
	◆ Zona de camping
Zona para la preservación de los valores histórico-culturales	
	CRITERIOS
Zona histórico-cultural	• Sitios arqueológicos.
	• Sitios de valor histórico/cultural
	• Zona con evidencias paleontológicas

Continuación Tabla XI.

Zona para el uso sostenible de recursos (uso directo)	
CRITERIOS	
Zona de manejo directo de recursos	◆ Zona de cultivo de pelillo
	◆ Zona de producción maderera
	◆ Zona de uso agrícola
	◆ Zona de uso ganadero
Zona para terrenos periféricos y conectividad	
CRITERIOS	
Zona de amortiguamiento	◆ Área buffer

A continuación se define cada zona para el manejo del Humedal Tubul-Raqui:

Zona primitiva: constituida por un área natural, con pocas alteraciones antrópicas, cuyo objetivo es preservar el ambiente natural, y al mismo tiempo permitir estudios científicos, la educación ambiental y la recreación en condiciones primitivas. En el caso del territorio estudiado pertenecerían los sectores de: humedales que abarca un área aproximada de 2231,5 há, éstos incluyen ecosistemas singulares como la marisma y el estuario, y en donde es posible encontrar sectores de nidificación y alimentación de aves; relictos de bosque nativo (739,1 há); las zonas con atributos geológicos y paleontológicos relevantes. Las normas de uso permiten instalaciones mínimas para la recreación y educación por medio de senderos, y la investigación. También se incluyen en esta zona las quebradas y cursos de agua con vegetación nativa, la cual debe ser conservada.

Normas: el uso público está permitido en condiciones muy rústicas, sin disponer de instalaciones específicas, excepto senderos. Se podrá disponer de materiales escritos para la educación ambiental. El manejo se centrará en mantener las condiciones naturales de los terrenos. Se permitirá la investigación científica debidamente apropiada.

Zona de recuperación: esta zona se caracteriza por tener cierto grado de intervención y que, debido a su estado, debe ser recuperada. En el área de estudio esta zona se presenta entre los puentes Raqui I y Raqui II. Este sector fue alterado por los algueros con el fin de cultivar pelillo, proyecto que no resultó. En los sectores colindantes al humedal, existen zonas de uso agrícola y ganadero, algunos de ellos abandonados desde hace tiempo. Otro sector a recuperar es la Isla, en donde existe bosque nativo mezclado con pinos y

eucaliptos, y en los sectores altos de los cerros ya que antiguamente se cultivaba y ahora son sólo praderas. También constituirían sectores a recuperar, las quebradas y cursos de agua que se encuentran deforestados o con vegetación exótica. Unas vez recuperadas estas áreas, pueden ser reclasificadas como zona primitiva.

Normas: permitirá sólo actividades orientadas a restaurar vegetación, fauna o suelos. Excluye el uso por parte de los visitantes, excepto eventuales actividades de educación ambiental guiadas, para dar a conocer los métodos y técnicas desarrollados en este proceso conservacionista.

Zona de uso extensivo: esta zona posee una adecuada capacidad para soportar actividades de recreación y educación. Su objetivo es conservar el ambiente natural y facilitar el uso público en forma desconcentrada. En el área de estudio, la zona de uso extensivo corresponde a los sectores acantilados costeros, ubicados a ambos lados de la desembocadura de los ríos Tubul-Raqui, que son accesibles con baja marea.

Normas: está permitido el uso público en condiciones extensivas y en sectores debidamente habilitados con senderos, refugios, etc. se podrá disponer de señaléticas para la educación ambiental e información respecto a los recursos de la zona. Se permitirá el estudio científico debidamente apropiado.

Zona de uso intensivo: corresponde a Raqui alto, caleta Tubul y las playas del sector oeste del territorio estudiado. Esta zona es para el uso público concentrado, en términos de recreación, ecoturismo y educación, etc., a la que se le ha asignado a esta categoría por su relativa alteración, pero que resulta atractiva por su calidad escénica.

Normas: el uso público está permitido en condiciones intensivas y en sectores debidamente habilitados, con senderos, sectores para acampar y picnic, etc. esta zona permite la construcción de caminos para vehículos motorizados y la previsión de servicios para el uso público.

Zona histórico-cultural: esta zona corresponde a los sectores de la Isla, caleta Tubul, Fundo Santa Clara, Las Peñas, Raqui alto, Raqui chico, Agua pié y El fraile, ya que presentan yacimientos arqueológicos, importantes por la función socio-cultural que cumplen. Otros

sectores definidos, corresponden al área norte de la desembocadura del estuario Tubul-Raqui, y al área del humedal ubicada entre los ríos Tubul y Raqui, ya que poseen evidencias paleontológicas importantes. El objetivo de manejo de esta zona, es proteger y preservar estos sitios asociados a ambientes naturales y enriquecer la experiencia recreativa y turística de los visitantes.

Normas. El uso público está permitido en sectores debidamente habilitados con instalaciones específicas para este fin, tales como, senderos para caminatas, refugios, etc. se podrá disponer de señaléticas para la educación e información, respecto a los valores socio-culturales del área. La investigación científica está permitida.

Zona de manejo directo de recursos: esta zona corresponde a toda el área del humedal que tiene algún tipo de uso productivo, por ejemplo: maderero, agrícola y ganadero. Además, se considera el área de los ríos Tubul y Raqui, destinada al cultivo pelillo. El fin de esta zona de manejo es posibilitar el aprovechamiento de recursos naturales que tengan potencial de uso sostenible, compatible con los otros objetivos de manejo.

Normas: el manejo directo de recursos bajo uso sostenible está permitido en condiciones extensivas o intensivas y en sectores debidamente habilitados. El uso sostenible como tal, debe estar libre de cualquier proceso de contaminación, degradación de los recursos y de impacto ambiental adverso. Se podrá disponer de señalética para la educación ambiental e información respecto de los procesos de producción directa del área protegida.

Zona de amortiguamiento: el fin de esta zona es expandir los beneficios de la conservación de los recursos y valores. Estas zonas, generalmente, son de transición entre usos conservacionistas y usos productivos (aprovechamiento ganadero, agrícola o forestal). La función de este tipo de zona es amortiguar el efecto de las actividades antes señaladas, sobre los recursos naturales y valores socio-culturales del área de estudio. Para el presente estudio, a esta zona se le asignó un ancho de 50 m., el que puede variar según su ubicación.

ZONIFICACION

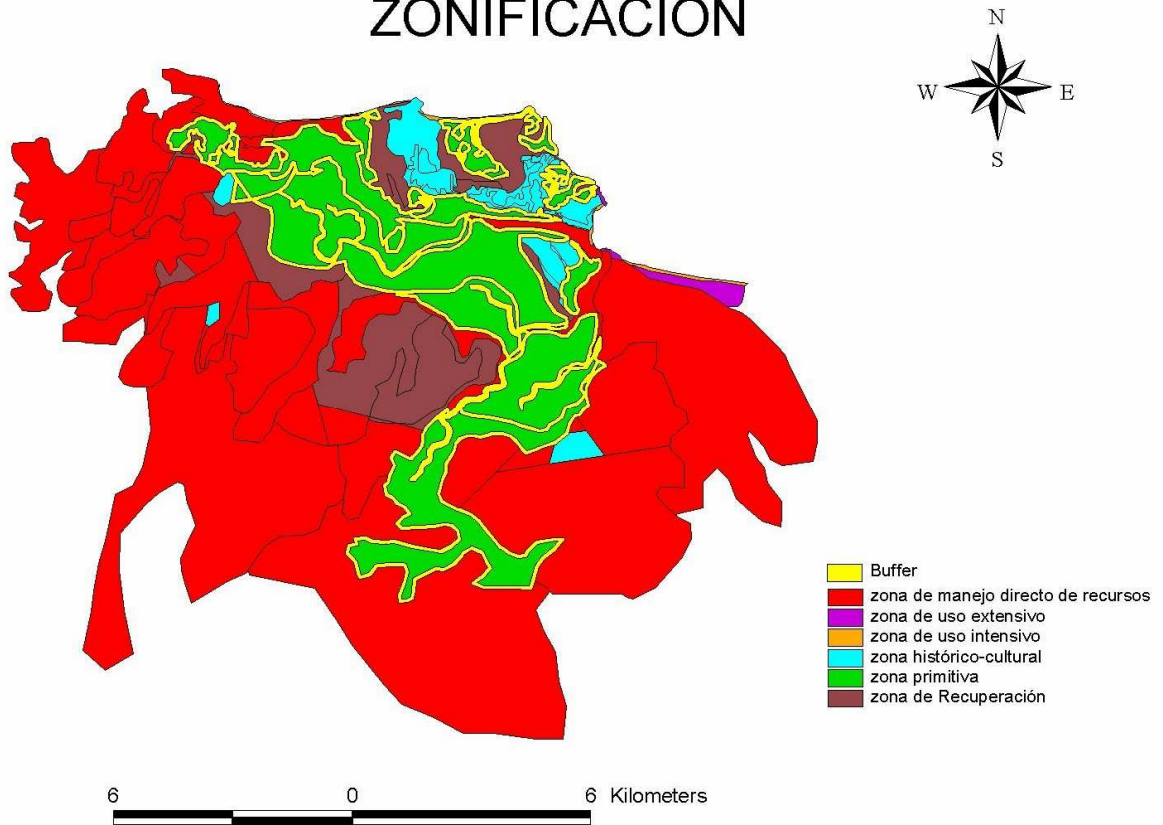


Figura 40. Zonificación del área de estudio.

4.5. Determinación de la Categoría de Manejo

En esta propuesta, se consideraron las categorías definidas por el gobierno en el reglamento para Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP)⁷, dado que, la mayor parte de la superficie del área de estudio, pertenece a particulares.

Ahora bien, el reglamento plantea cuatro categorías de manejo, basadas en las propuestas por la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington), las que establecen distintas restricciones. Estas son:

1. **Área Privada de Preservación Estricta:** el objetivo de manejo de esta área es la preservación estricta, por lo que se debe mantener inviolable, en tanto sea factible, excepto para la investigación científica autorizada.
2. **Parque Natural Privado:** el objetivo de manejo de esta área es la preservación de muestras de ambientes naturales y la continuidad de los procesos evolutivos, por lo que se excluye cualquier tipo de uso consuntivo incompatible con la preservación del patrimonio natural presente en ella. Esta vedada la extracción, para fines comerciales, de las riquezas existentes, la caza o captura de especímenes de fauna nativa, extracción de flora nativa, salvo las autorizadas para fines científicos. Sin perjuicio de lo anterior, estas áreas admitirán la realización de determinadas actividades recreativas, educativas y científicas que sean compatibles con los objetivos de preservación.
3. **Monumento Natural Privado:** el objetivo de manejo es la preservación del área y, en la medida que sea compatible con esta, la realización de actividades de uso no consuntivo, tales como educación, investigación no experimental, recreación o ecoturismo.
4. **Reserva Natural Privada:** el objetivo de esta área es la conservación, por lo que se pueden realizar actividades que proponen un flujo sostenible de productos naturales y servicios que garanticen su conservación a largo plazo. Se podrá autorizar la realización

⁷ Fuente: <http://www.conama.cl/portal/1255/article-28161.html>

de proyectos ecoturísticos e inmobiliarios. La infraestructura y actividades deberán emplazarse en lugares que causen el menor impacto posible en el área.

Por lo tanto, la categoría que mejor representa los objetivos de manejo (Tabla XII), es la número 4: Reserva Natural Privada dado que, sólo esta categoría contempla el uso sostenible de productos naturales, ya que, esta actividad no puede ser omitida debido a que la economía de la comunidad presente en el área, se basa en el cultivo de pelillo, ganadería, agricultura, etc.

Tabla XII. Objetivos de manejo para el área de estudio.

OBJETIVOS DE MANEJO
◆ Protección de diversidad de ambientes
◆ Protección de Asociaciones (Flora/Fauna)
◆ Protección de rasgos de importancia notable (Fósiles, Arqueología, etc.)
◆ Protección de Flora y Fauna amenazadas
◆ Protección de Cuencas y Recursos Hídricos
◆ Protección de Especies Migratorias
◆ Utilización sostenible de los recursos derivados de ecosistemas naturales
◆ Protección de los Valores Paisajísticos
◆ Educación
◆ Recreación y Turismo
◆ Protección y mantenimiento de Valores Culturales Históricos
◆ Investigación y Monitoreo
◆ Recuperación de Áreas

5. DISCUSION

En América Latina y nuestro país, se ha incrementado de manera notable la superficie de áreas protegidas (Oltremari & Thelen, 2003). Sin embargo, muchas de ellas se encuentran bajo algún grado de amenaza o no proporcionan los bienes y servicios de acuerdo a sus potencialidades, debido a la falta de planes de manejo específicos para dichas áreas. En este sentido, es importante destacar que se hacen esfuerzos para aunar criterios metodológicos para la planificación, considerando, que todas las metodologías existentes son flexibles y que pueden complementarse (Oltremari & Thelen, op. cit.).

A nivel mundial, se conoce el “Sistema de Categorías de Manejo de Areas Protegidas” desarrollado por la UICN, que en un principio reconocía 10 categorías de manejo⁸. Posteriormente, se resolvió redefinir este sistema a 6 categorías, ya que muchas de ellas eran compatibles con una o más categorías. Los diferentes países han establecido sistemas nacionales utilizando una terminología muy variada y por supuesto, significados diferentes, según el país de que se trate⁹.

En Chile, existe el Sistema de Areas Protegidas del Estado (SNASPE). En la VIII región, este sistema, está representado por el parque nacional “Laguna del Laja”, y las reservas nacionales “Ñuble”, “Ralco”, “Los Huemules de Niblinto” e “Isla Mocha”. Estas unidades representan el 2,8 % de la superficie de la región, lo que se considera como insuficiente desde el punto de vista de la conservación (CONAMA, 2004¹⁰). El gobierno definió durante el 2004, un reglamento para Areas Silvestres Protegidas Privadas donde reconocen 4 categorías, que si bien difieren en algunos nombres, poseen objetivos de manejo similares a los de UICN.

Asimismo, la CONAMA, elaboró un catastro de 68 sitios de biodiversidad prioritarios de resguardar, los que en su mayoría son privados¹¹. En la región del Biobío, de igual forma,

⁸ Fuente: <http://www.unesco.org.uy/mab/doctrab25/gestion.html>

⁹ Fuente: http://www.areas-protégidas.org/categorías_de_aps.php

¹⁰ Fuente: www.conama.cl/certificacion/1142/articulos-29100_recurso_5.pdf

¹¹ Fuente: <http://www.conama.cl/portal/1255/article-28161.html>

se reconocieron 6 sitios prioritarios, dentro de los cuales se encuentra el Humedal Tubul-Raqui (COMITÉ TÉCNICO DE BIODIVERSIDAD, CONAMA BIO BIO).

El problema se suscita en que, la mayor parte del sector estudiado está en manos privadas y la afectación a estas áreas es voluntaria. De todas formas, esta propuesta se ha hecho considerando esta situación. Por lo cual, se ha estimado que lo más conveniente sería asignar la categoría de Reserva Natural Privada, debido a que ésta tiene como objetivo principal la conservación, permitiendo la mantención de los usos que actualmente se llevan a cabo en el área de estudio.

Si bien muchas de las áreas privadas que están siendo protegidas por sus dueños, conocidas como Áreas Protegidas Privadas (APPs) o alternativamente como Reservas Privadas, existen simplemente por la voluntad de éstos de protegerlas, desde el punto de vista legal, hay diversos tipos de compromisos contractuales que pueden utilizar los propietarios para alcanzar mejor dicho fin. En algunos casos, los propietarios pueden suscribir convenios con el gobierno para adoptar una categoría oficial de área protegida como, por ejemplo, Refugio Nacional de Vida Silvestre, que puede ser de propiedad privada o mixta. Al firmar tales convenios se asumen ciertas obligaciones a la vez que se tiene acceso a ciertos incentivos que la ley establece. Por otra parte, existen algunos propietarios que pueden firmar acuerdos con organizaciones ambientalistas o con otros propietarios privados, dirigidos a la conservación de sus tierras¹².

Por otro lado, es importante señalar que el área de estudio está catalogada como Monumento Histórico, según la ley 17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas, debido a que presenta yacimientos arqueológicos y paleontológicos. Dicha ley declara a todos los bienes paleontológicos y arqueológicos que se encuentran en el espacio público, como monumentos nacionales por el solo ministerio de la ley y no requieren declaración expresa. Cualquier autoridad o persona puede denunciar por escrito ante el consejo la existencia de un bien que pueda ser considerado Monumento Histórico

¹² Fuente: http://www.areas-protégidas.org/planes_de_manejo.php

(MINEDUC, 2003). La tuición y protección de los monumentos nacionales, está bajo el alero del Consejo de Monumentos Nacionales, el que depende directamente del Ministerio de Educación Pública (MINEDUC, 2003).

Sin embargo, el 19 de octubre del presente año, se ha aprobado un proyecto de aguas servidas para la caleta Tubul y que se emplazará en un sector arqueológico llamado La Trila. Lo anterior nos lleva a deducir que la Ley de Monumentos Nacionales es ignorada, no sólo por la comunidad sino también, por los organismos gubernamentales que dieron su aprobación al respecto. Y además, se observa que no existe comunicación o un trabajo integral entre los diferentes organismos institucionales con competencia ambiental.

Por último, es importante señalar que, aunque los planes de manejo contengan una excelente teoría, muchas de las actividades y normas propuestas, a veces, no se realizan en la práctica. Tal es el caso de los planes existentes en el Parque Nacional Lauca y el Monumento Nacional Salar de Surire. Los planes no han sido revisados y evaluados sobre si cumplen o no los objetivos, o si son eficaces en el área. Por lo tanto, luego de aplicar este o un nuevo plan de manejo, es necesario una evaluación posterior, para revisar el cumplimiento de los objetivos y normas propuestos.

Cabe destacar que, para una mayor efectividad del presente plan de manejo, se debe considerar la participación de los principales actores relacionados con el área a proteger, es decir, tanto el sector privado, como la comunidad inserta en ella (Mardones, 2001), lo cual, debido al carácter preliminar de la propuesta, no fue contemplado. La experiencia latinoamericana de la planificación en áreas protegidas ha demostrado que las metodologías para planificación y administración del tipo clásico y normativo, han puesto nuevos enfoques orientados hacia una mayor participación de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones¹³. En el futuro, deben realizarse actividades de participación, para que en consenso se busquen objetivos comunes y así complementar este estudio.

¹³ Fuente: http://www.areas-protégidas.org/planes_de_manejo.php

6. CONCLUSION

Como ya se mencionó anteriormente, el Humedal Tubul-Raqui se reconoce dentro de los 6 sitios prioritarios para la conservación en la VIII región (COMITÉ TÉCNICO DE BIODIVERSIDAD, CONAMA BIO BIO). Su importancia radica en:

1. Es el humedal más grande de la VIII región.
2. Alberga 17 familias y 45 especies de aves.
3. Posee 29 especies de aves con problemas de conservación.
4. Constituye un área de paso, y en algunos casos, de nidificación de un número importante de aves migratorias como *Rynchops niger* (Rayador), *Numenius phaeopus* (Zarapito), *Limosa haemastica* (Zarapito pico recto).
5. Por otra parte, el estuario de los ríos Tubul y Raqui es el único lugar de la VIII Región donde se dan las condiciones óptimas para el cultivo de pelillo.
6. En la caleta Tubul, existe una gran cantidad de familias que se mantienen gracias al recurso *Gracillaria sp.*
7. Además, posee relictos de bosque nativo costero y *Nothofagus obliqua*.
8. Contiene 38 sitios con yacimientos arqueológicos.
9. Es un área con registro fosilífero abundante del Plioceno con bivalvos y gastrópodos.

10. También es posible encontrar representados una gran variedad de ambientes ecológicos como acantilados costeros vivos y muertos; estuario, marisma y humedal dulceacuícola; bosque nativo, etc.

11. La población inserta en el área le agrega un gran valor social al espacio, pues constituye un potencial para el desarrollo de programas de manejo sustentable de los recursos naturales y mejora la calidad de vida de los habitantes en un contexto de conservación.

Es importante señalar que sería necesario profundizar más en el conocimiento de otras comunidades biológicas del humedal, como los vertebrados (anfibios, reptiles y mamíferos) y efectuar una caracterización más detallada de la flora y vegetación nativa que allí existe, debido a que sólo se conocen sus características generales. Y además, conocer más profundamente la opinión que posee la población respecto a este ecosistema.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF), 1998. Standard Methods, 20th Edition.
- ALCINA, J. 1998. Diccionario de Arqueología. Editorial Alianza. 957 pp.
- ARAYA, B. & G. MILLIE. 1996. Guía de Campo de las Aves de Chile. Séptima edición. Editorial Universitaria. 406 pp.
- BATES, R. & J. JACKSON. 1980. Glossary of Geology. American Geological Institute. Second Edition. 751 pp.
- BEGON, M., J. HARPER. & C. TOWNSEND. 1995. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 886 pp.
- BIBBY C.; BURGESS, N. & HILL, D (1997). Bird census techniques. Academic press. London. 257 pp.
- BIRÓ, L. 1979. Contribución al Conocimiento de la Formación Tubul, Plioceno Superior, Provincia de Arauco (37°14' Lat. Sur), Chile. II congreso Geológico chileno. Tomo 3. Páginas: H33 – H44.
- CARRASCO, P. 2003. Variaciones de la estructura del ensamble de aves a lo largo de un gradiente ambiental en el humedal Tubul-Raqui, VIII región, Chile. Seminario de investigación para optar al grado de Licenciatura en Biología, Facultad de Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 56 pp.
- COLLAO, I. S. & S. PALMA HELDT. 1978. Estudio Geoquímico y Paleopalinológico en Mantos Carboníferos y Rocas Encajadoras de Parte del Miembro Lota de la Formación Curanilahue, Terciario de Arauco. Concepción, Chile. Instituto de Biología. Departamento de geología y Paleontología. Universidad de Concepción. Convenio Universidad de Concepción – Empresa Nacional del Carbón (ENACAR). 181 pp.
- CONAMA, 1999. Evaluación del Estado de Conservación de las Aves de Humedal de la Región del Bio Bio. Unidad de Recursos Naturales. 38 pp.
- CONAMA, 2002. Acuerdo N° 210 DEL Consejo de Ministro de CONAMA del 12 de noviembre de 2002, relativo a procedimiento para la dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Aguas Marinas.

- CONSTABEL, S. A. 1993. Ambientes Sedimentarios de los Estuarios Tubul y Raqui, VIII Región, Chile. Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias Ambientales. Centro EULA-Chile. Universidad de Concepción. 96 pp.
- DAVIS, T.J., D. BLASCO & M. CARBONELL. 1996. Manual de la Convención de Ramsar. Una guía a la convención sobre los humedales de importancia internacional. Editado por la Oficina de la Convención de Ramsar. Publicado por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio ambiente, España. 211 pp.
- FERRARIS, F. 1981. Hoja Arauco – Lebu, Región del Bío bío, escala 1: 250.000. Mapas Geológicos Preliminares de Chile, N° 5. Instituto de Investigaciones Geológicas. 10 pp.
- FOUCAULT, A. & J. RAOULT. 1985. Diccionario de Geología. Editorial Masson. Primera Edición en Español. 316 pp.
- INZUNZA, J. 2004. Meteorología Descriptiva. Capítulo 15. Climas de Chile. 31 pp.
<http://www2.udec.cl/~jinzunza/meteo/cap14.pdf>
- JEFFREY SW, RF MANTOURA & SW WRIGHT, 1997. Phytoplankton pigments in Oceanography: guidelines to modern methods. UNESCO Publishing. Francia. 661 pp.
- MANUAL DE CARTOGRAFIA DE LA VEGETACIÓN. 1995. Catastro y Evaluación de Recursos vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAMA – BIRF. 63 pp.
- MARDONES. G. 2001. Propuesta de Manejo Para el Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén. Universidad Internacional de Andalucía Sede IberoAmericana de la Rábida, Huelva-España. 26 pp.
- MINEDUC. 2003. Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas. Ministerio de Educación. Consejo de Monumentos Nacionales. República de Chile. 95 pp.
- MOLLER, P. & A. MUÑOZ. 1998. Humedales y Educación Ambiental. Guía práctica para padres, profesores y monitores. Ediciones CEA. 99 pp.
- MOSTNY, G. 1996. Prehistoria de Chile. Editorial Universitaria. Décimo tercera edición. 185 pp.
- OLTREMARI. J. & K. THELEN. 2003. Planificación de Areas Silvestres Protegidas. Un manual para la planificación de áreas protegidas en Chile con especial referencia a áreas protegidas privadas. Gobierno de Chile. 169 pp.
- PARSONS, T., Y. MAITA & C. LALLI, 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.

- PÉREZ DE LAS HERAS, M. 1997. La conservación de la naturaleza. Editorial Acento. 93 pp.
- PINEDA, V. 1983. Evolución Paleogeográfica de la península de Arauco durante el cretácico Superior – Terciario. Memoria para optar al título de Geólogo. Departamento de Geología. Facultad de ciencias Físicas y Matemática. Universidad de Chile. Santiago. 268 pp.
- PINEDA, V. 1985. Evolución Paleogeográfica de la Cuenca Sedimentaria Cretácico – Terciaria de Arauco. Geología y Recursos Minerales de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Universidad de Concepción – Chile. 438 pp.
- RIFFO, R. & C. VILLARROEL. 1999. Caracterización de la flora y fauna del humedal Los Batros, comuna de San Pedro de la Paz. I seminario taller “Humedales de la provincia de Concepción “. Universidad de Concepción, Chile. Revista Gayana 64. 37 pp.
- ROTTMANN, J. 1995. Guía de Identificación de Aves de Ambientes Acuáticos. Publicado por la Unión de Ornitólogos de Chile (UNORCH). 77 pp.
- SAZO, V. 2000. Caleta Tubul: “Una Interrelación Directa Entre el Sistema Natural y el Desarrollo Económico Social en la VIII Región. Seminario para optar al grado de Licenciado en Educación. Facultad de Humanidades y Arte. Universidad de Concepción. 85 pp.
- SEGUEL, Z. 2003. Compendio de Notas Sobre las Investigaciones Arqueológicas, en las Bahías de Concepción y Arauco. VIII Región. Chile. 129 pp.
- SERPLAC. 1982. Fisiografía, Geología General. Análisis Geológico – Estructural. Secretaría Regional de Planificación y Coordinación, Región del Bío bío. Tomo 2. 52 pp.
- STEHBERG, R. 1980. Diccionario de Sitios Arqueológicos de Araucanía. Publicación Ocasional N° 31. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago de Chile. 209 pp.
- STRAHLER, A. 1992. Geología Física. Ediciones Omega, S.A. 629 pp.
- STUARDO, J. & C. VALDOVINOS. 1989. Estuarios y Lagunas Costeras: Ecosistemas Importantes del Chile Central. Ambiente y Desarrollo. Vol. 5 (1): 107-115.
- STUARDO, J.; C. VALDOVINOS.; R. FIGUEROA & A. OCCHIPINTI. 1993. Los ambientes costeros del golfo de Arauco y áreas adyacentes. Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Biobio y del área marina costera adyacente, Centro EULA-Chile. 157 pp.

- SMITH, R.L. & T. M. SMITH. 2001. Ecología. 4° edición. Pearson Educación, S.A., Madrid. 642 pp.
- TOBAR, D. 2002. Pérdida y fragmentación del humedal Chepe-Cariel sur de la intercomuna de Concepción-Talcahuano producto de la expansión urbana en los últimos 60 años (1955-2000). Seminario de investigación para optar al grado de Licenciatura en Biología. Facultad de Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 32 pp.
- UICN. 1992. Conservación de Humedales. Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. Editado por Patrick J. Dugan. Coordinador del programa de Humedales. 100 pp.
- UGARTE, E. P. PELLET & A. PAUCHARD. 2000. Orientaciones básicas para la gestión de la conservación de humedales en el nivel local y regional. I seminario taller “Humedales de la provincia de Concepción”. Revista Gayana 64: 7-9.
- VILLAGRAN, C. & C. LE-QUESNE. 1996. El Interés Biogeográfico-Histórico de Chile Central-Sur: ¿Porqué Debemos Conservar su Biota?. Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. Ministerio de Agricultura y Corporación Nacional Forestal. 203 pp.
- WERLINGER, C. & K. ALVEAL. 1988. Evaluación de algas en ambientes restringidos del golfo de Arauco (Chile): Punta Fuerte Viejo a río Tubul. Revista Gayana, Bot. 45 (1-4): 461-474.
- ZAROR, C. 1998. Introducción a la Ingeniería Ambiental. Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción. 71 pp.