

MÓDULO 2: CALIDAD DE AGUA ASOCIADA A HUMEDALES

Guía de terreno

Profesional a cargo: M.Sc. Cynthia Mizobe Alcivar

1. Introducción

En la mayoría de los humedales costeros se ha relevado la importancia que albergan con respecto a los servicios ecosistémicos que entregan a la sociedad, y por ser refugios de una gran cantidad de flora y fauna. Sin embargo, es relevante considerar cuáles son las fuentes de ingreso de agua a estos sistemas como las lluvias, ríos, otros cauces superficiales e inclusive aportes subterráneos (Fig. 1).

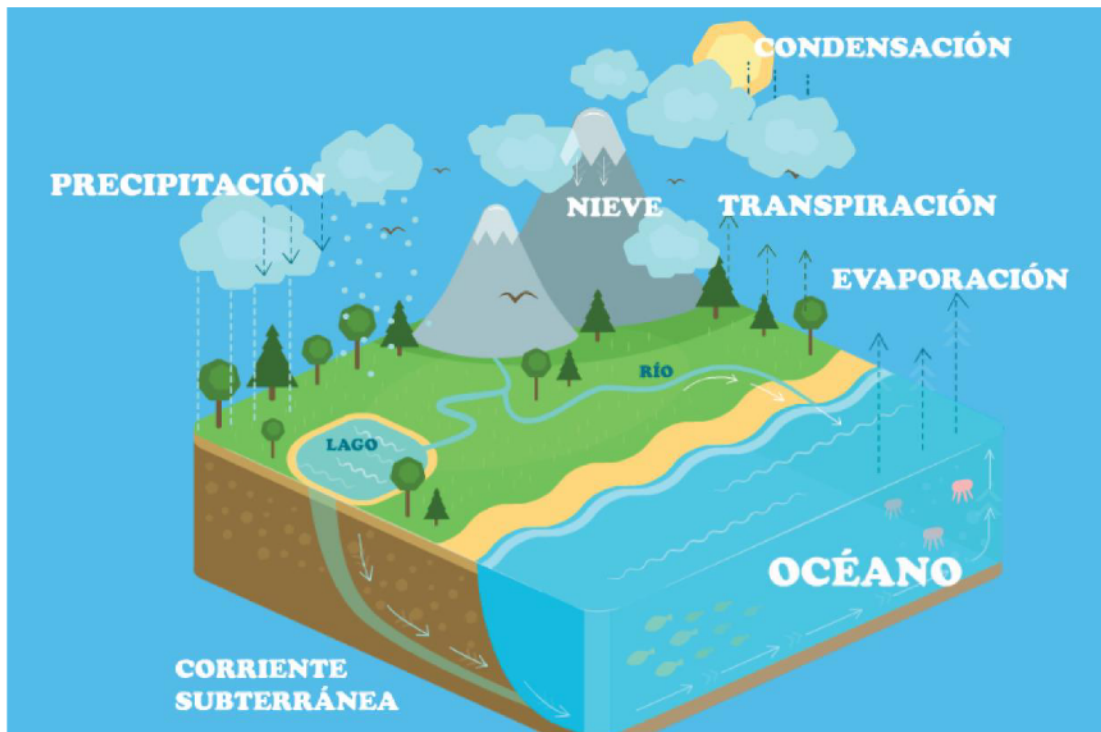


Figura 1. Ilustración sobre el ciclo del agua. Fuente: Curso Diagnóstico y Reparación de Humedales Costeros de la Academia Adriana Hoffmann.

Conocer y cuantificar los procesos de inundación es vital para poder entender el funcionamiento de un humedal, pero también es importante conocer y comprender las



distintas componentes físico-químicas del agua que en su conjunto entregan información con respecto a lo que se denomina “calidad del agua”. La calidad del agua es la otra gran preocupación, no solo afectan los contaminantes clásicos como detergentes, pesticidas o desechos orgánicos e industriales, también productos de síntesis muy elaborada y difícil detección y destrucción como los microplásticos o sustancias procedentes de las industrias químicas.

Este módulo pretende acercar a los docentes de las comunas participantes, de manera consciente a la realidad de los cuerpos de agua que conforman los humedales costeros, mediante excursiones al humedal con clases teórico-prácticas y con el uso de un equipo multiparámetro y otros instrumentos de medición de variables físico-químicas del agua.

2. Objetivos

- ✓ Comprender en qué consisten y cómo se cuantifican las principales variables físico-químicas y como se puede determinar la calidad del agua.
- ✓ Identificar y comprender el impacto negativo de las actividades humanas con prácticas no sustentables.

3. Contenidos

La calidad de diferentes tipos de agua se ha evaluado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o en forma grupal. Si bien en su conjunto son importantes, razón por la cual muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Orozco *et al.* 2005). Para el desarrollo de este módulo abordaremos los principales parámetros físico-químicos que usualmente son medidos en terreno (*in situ*) a través de un equipo multiparamétrico, los cuales entregan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática.

Sin embargo, existen otras variables cuya medición se realiza en un laboratorio tales como metales pesados, nutrientes, coliformes fecales, entre otras, pero que en su totalidad sirven como insumos para el análisis de diversos índices que estiman la calidad del agua.

A continuación, se describen las principales variables o parámetros físico-químicos *in situ* (medición rápida en terreno) utilizados en el monitoreo de cuerpos de agua: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto:

3.1 pH

El pH (potencial de hidrógeno) es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.

En disolución acuosa, la escala de pH varía, típicamente, de 0 a 14 (Fig. 2). Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones hidrógeno en la disolución). Por otro lado, las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7. La disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7, por ejemplo, el agua destilada o desmineralizada.

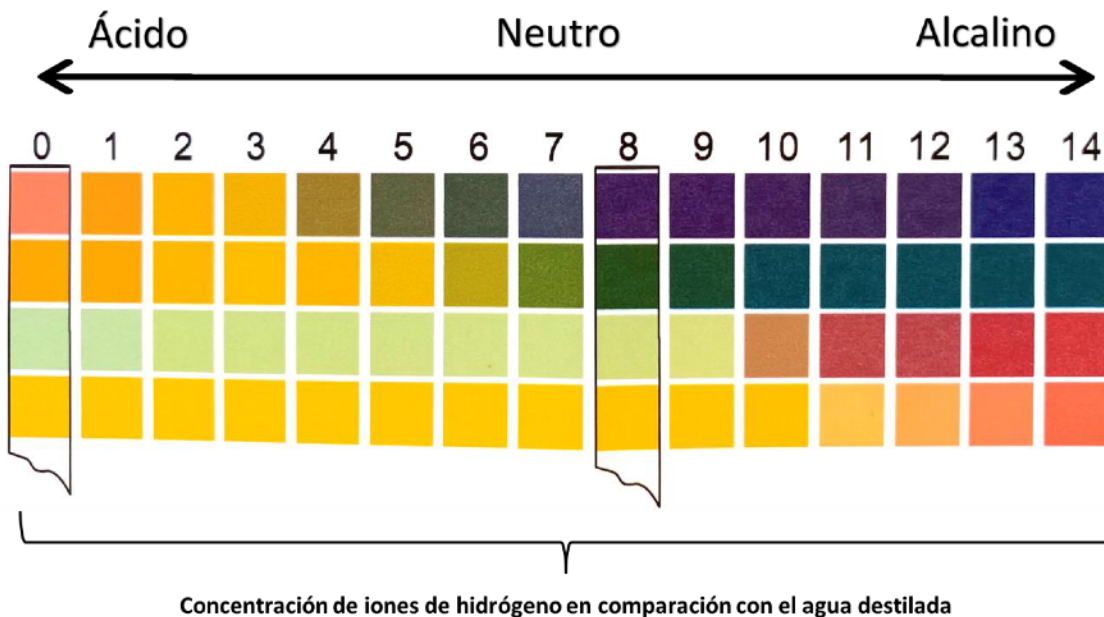


Figura 2. Escala de pH representado en bandas de colores.

Al igual que la temperatura es una variable muy importante en el monitoreo para determinar la evaluación de la calidad del agua, debido a que influye en diversos procesos biológicos y químicos dentro del cuerpo de agua.

3.2 Temperatura

Es una variable física que permite medir las sensaciones de calor y frío, es una variable que constantemente está sometida a la radiación y a las fluctuaciones climáticas de la atmósfera. Las variaciones de temperatura de un cuerpo de agua se producen estacionalmente (verano e invierno), durante el día (mañana a tarde) y en la columna de agua como tal (Fig. 3), debido a que la parte superficial tenderá a tener mayor temperatura que la parte profunda. Este fenómeno se conoce como estratificación vertical de la temperatura.

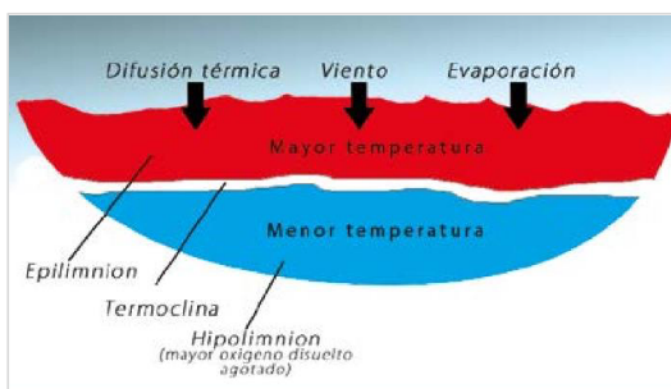


Figura 3. Ilustración de las diferencias de temperatura en una columna de agua.

Fuente: modificado de <http://www.miseagrant.umich.edu/>

Para nuestra actividad tomaremos en consideración la temperatura superficial del humedal, debido a que el sensor a utilizar se coloca en la superficie del cuerpo de agua.

3.3 Conductividad eléctrica

La conductividad, o conductancia, es la capacidad que tiene el agua para conducir corrientes eléctricas, la cual comúnmente se mide en microsiemens (μS) dividido por centímetro (cm). También puede medirse en milisiemens (mS), medida equivalente a 1000 μS . La conductividad del agua está directamente relacionada con la cantidad de sólidos disueltos totales, que son en su mayoría sales minerales. Las cargas eléctricas son conducidas en el agua por estas sales, lo cual a su vez está ligado con la salinidad, por lo tanto, aguas con alta salinidad son siempre buenas conductoras de cargas eléctricas.

La conductividad del agua aporta valiosa información acerca del tipo de cuenca en donde están asentados los cuerpos de agua muestreados, esto debido a los procesos de escorrentía superficial, debido a la ocurrencia de precipitaciones, lo que permite la depositación de sales



minerales provenientes de los suelos de la cuenca hasta ríos o lagunas, por lo tanto, cuencas con poca mineralización presentan lavados con pocas sales, lo que significa que los cuerpos de agua de la zona presentarán baja conductividad. Lo contrario ocurre en cuencas sedimentarias. En un humedal, la conductividad eléctrica estima el nivel de la salinidad, que, a su vez, afecta la existencia de toda la biota.

3.4 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua (ADECUA, 2008). El oxígeno es un elemento esencial para todas las formas de vida acuática en aguas naturales. Su concentración en el agua varía con la temperatura, la salinidad, la turbulencia, la actividad fotosintética de las algas y plantas y la presión atmosférica (metros sobre el nivel del mar). El oxígeno disuelto en el agua proviene mayoritariamente desde la atmósfera, y disminuye a medida que la temperatura y la salinidad aumentan. Usualmente, las concentraciones de oxígeno disuelto se miden en ppm (partes por millón) o mg/l (miligramos/litro).

Es importante la medición de esta variable porque de la cantidad de oxígeno disuelto evidencia ciertas características perceptibles del cuerpo de agua, que se pueden aproximar a una condición del estado de la calidad del agua, por ejemplo, poco oxígeno disuelto genera aguas que tienen mal olor. Conocer el nivel de esta variable es conocer de cierta forma las condiciones de la vida acuática que se desenvuelve en el ambiente, ya que emerge de ciertos procesos bioquímicos y biológicos que ocurren en el agua y que son fundamentales para su existencia (fotosíntesis de macrófitas sumergidas, por ejemplo). Por lo tanto, la determinación de la concentración de oxígeno disuelto es una parte fundamental en una evaluación de calidad del agua, porque está involucrado directa o indirectamente en casi todos los procesos químicos y biológicos dentro de los cuerpos de agua.

4. Actividades

A través de un recorrido por el humedal de Mantagua (Fig. 4) realizaremos una medición de las variables físico-químicas descritas con el uso de un equipo multiparámetro (Fig. 5), el cual fue previamente calibrado.

La calibración es importante para la obtención de datos confiables y por lo tanto de conclusiones reales sobre la condición del cuerpo de agua en estudio.

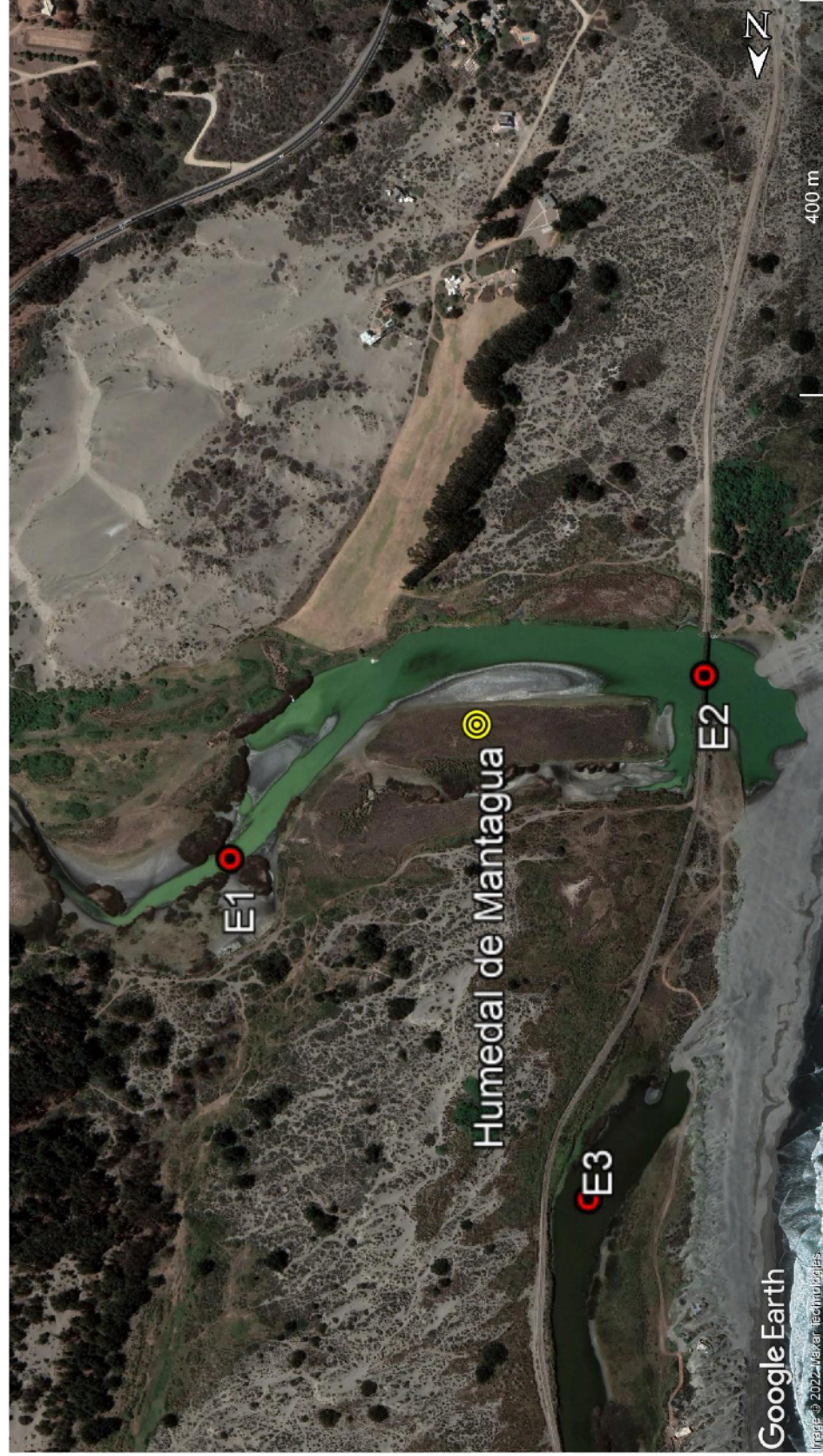


Figura 4. Estaciones de muestreo de variables físico-químicas del humedal de Mantagua. Fuente: imagen satelital de Google Earth.



Figura 5. Equipo multiparámetro a utilizar en terreno para mediciones de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

Las mediciones obtenidas deben ser registradas de forma manual a través de una ficha de terreno junto con datos relevantes como la ubicación en coordenadas, la hora exacta del muestreo y las condiciones ambientales, porque como ya vimos éstas pueden influenciar los valores de las distintas variables físico-químicas como por ejemplo temperatura del agua, oxígeno disuelto, entre otras.

5. Referencias Bibliográficas

- ADECUA (2008). Manual de campo del Día Mundial del Control de la Calidad del Agua. Asociación para la defensa de la calidad de las aguas. Programa de Voluntarios en Ríos. Gobierno de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, España. 82 p.
- CONAF (2016). Manual para el establecimiento de programas de monitoreo en humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile. Corporación Nacional Forestal, 68 pp.
- Curso e-learning “Diagnóstico y Reparación de Humedales Costeros” disponible en la plataforma de la Academia Adriana Hoffmann del Ministerio de Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/academia/>
- Orozco C, Pérez A, Gonzáles MN, Rodríguez F & Alfayate J (2005). *Contaminación Ambiental. Una visión desde la química*, tercera edición, Thomson Editoriales Spain Paraninfo, S.A.

6. Información del profesional a cargo del módulo

Cyntia Mizobe Alcivar, Bioquímica en Actividades Pesqueras y Magíster en Oceanografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Su desempeño profesional se ha enfocado en la gestión para la conservación y protección de los recursos naturales, con énfasis en los humedales que forman parte de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado y de Sitios de Alto Valor para la Conservación. Con amplia experiencia en el monitoreo físico-químico y biológico de humedales principalmente en la región de Valparaíso. Ha participado en la planificación y desarrollo de proyectos de investigación científica, de vinculación con la comunidad y de cooperación interinstitucional, mediante la coordinación e integración de equipos interdisciplinarios.



MÓDULO 3: FLORA ASOCIADA A HUMEDALES COSTEROS

Guía de terreno

Profesional a cargo: Profesora Lorena Flores Toro

1. Introducción

Los humedales costeros son ecosistemas acuáticos en los que entran en contacto, en mayor o menor medida, el agua de origen continental con el agua marina, lo que da condiciones para sostener una rica biodiversidad. Las diversas especies vegetales exclusivas de estos hábitats salobres y permanentemente inundados es capaz de estructurar diversos hábitats que proveen refugio, alimento y lugares de nidificación para la fauna silvestre, no obstante, son ecosistemas altamente vulnerables, en particular frente a amenazas como las prácticas no sustentables y el cambio climático.

Actualmente la legislación chilena reconoce que los humedales son ecosistemas indispensables por los servicios ecosistémicos que nos brindan, y en este sentido, La Ley N°21.202, es el último avance en términos legislativos, respecto a la protección de los humedales de nuestro territorio. Esta ley modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, y tiene por objeto regular de manera específica los ecosistemas de humedales dentro de áreas urbanas (humedales total o parcialmente dentro del límite urbano) e introducir en la legislación nacional el concepto de humedales urbanos, en virtud de la gran relevancia que estos ecosistemas tienen para las ciudades, como áreas verdes, espacios para la recreación, control de inundaciones, mitigación al cambio climático, entre otros.

Este taller se focaliza en la identificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales costeros presentes en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

2. Objetivos

2.2 Objetivo General

El objetivo general del Programa de Capacitación del Proyecto GEF Humedales Costeros es introducir a los docentes y asistentes de la educación en el conocimiento del patrimonio natural, identificando los ecosistemas más representativos que conforman el paisaje, la

biodiversidad de flora y fauna que albergan, y los servicios ecosistémicos que brindan a los habitantes de la comuna.

2.3 Objetivos Específicos

Al finalizar la actividad de terreno en el humedal de Mantagua, los docentes serán capaces de:

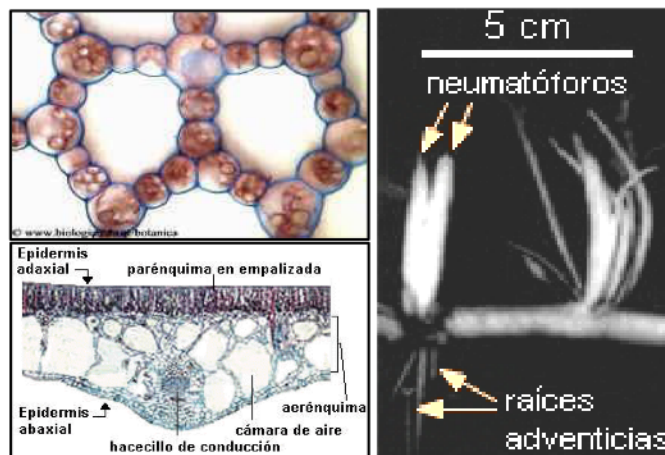
- ✓ Definir los conceptos de: humedal costero, humedal urbano, especies hidrófilas, helófilas, halófilas, nativas, endémicas e introducidas.
- ✓ Identificar los servicios ecosistémicos de los humedales costeros.
- ✓ Valorar la flora y vegetación que albergan los humedales costeros de la comuna.

3. Contenidos

4.1 Flora

La flora que habita los humedales presenta una serie de adaptaciones morfo fisiológicas que le permiten vivir en estos ambientes permanentemente anegados. Algunas de estas adaptaciones son (Fig. 1):

- ✓ Presencia de aerénquima bien desarrollado.
- ✓ Epidermis sin estomas.
- ✓ Sistema radicular reducido.
- ✓ Presencia de neumatóforos con geotropismo negativo.

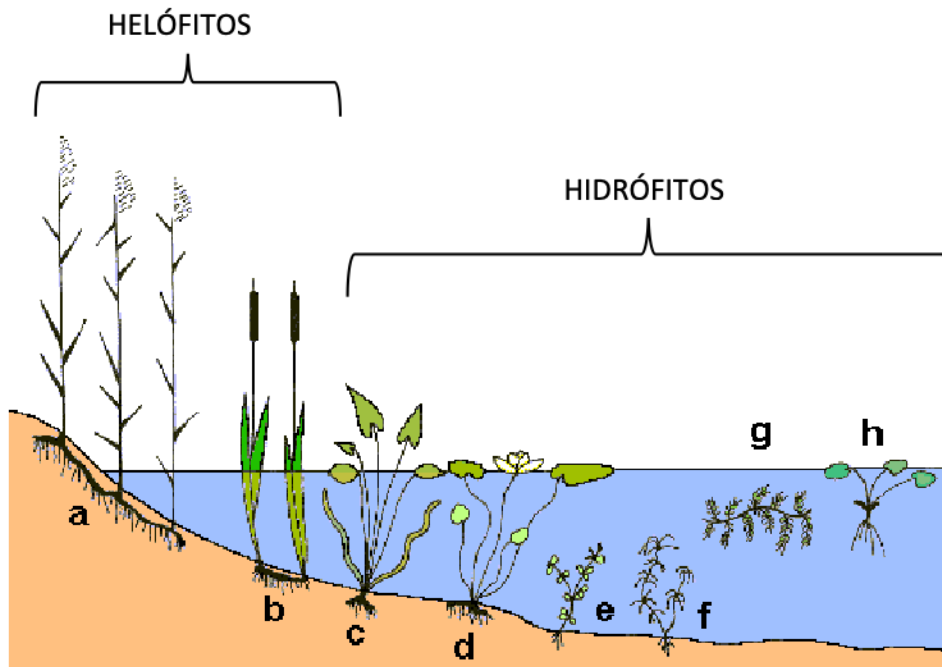


Fuente: <http://www.biologia.edu.ar/botanica>

Figura 1. Algunas adaptaciones morfofisiológicas de las hidrófitas.

3.2 Vegetación

La vegetación de los humedales se dispone en una zonación de franjas homogéneas a lo largo del gradiente topográfico en torno al cuerpo de agua (Fig. 2).



Fuente: www.biologia.edu.ar/botanica

Figura 2. Zonación de la vegetación hidrófila (acuática): a,b) plantas palustres o emergentes, c,d) plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes, natantes, e,f) plantas acuáticas arraigadas totalmente sumergidas, g,h) plantas acuáticas libres; sumergida (g) y flotante libre (h).

4. Actividades

5.1.- Recorra el humedal e identifique helófitos e hidrófitos. Escriba el nombre de cada uno de ellos y discuta las adaptaciones que presentan para habitar este ecosistema.











5. Referencias Bibliográficas

- FLORES-TORO L (2022) Vegetación y Flora del Humedal de Mantagua. En: Flores-Toro L, Contreras-López M, Figueroa-Sterquel R & Arenas Martija A (Eds.) Humedal costero de Mantagua, un lugar para la conservación de la biodiversidad en Chile Central. Ediciones Universitarias de Valparaíso, pp 95 – 131.
- MMA – ONU Medio Ambiente (2022) Guía de campo Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile. Santiago, Chile 32 pp.
- RAMÍREZ C & SAN MARTÍN CA (2018) Flora acuática. En: Ministerio del Medio Ambiente (Ed.) Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tomo 1. Tercera Edición, Santiago, Chile pp. 207 – 215.

6. Información del profesional a cargo del módulo

Lorena Flores Toro, Profesora y Licenciada en Biología, Magíster en Ciencias mención Botánica y Doctora en Biodiversidad y Conservación del Medio Natural. Ejerció la docencia universitaria por 20 años, y como consultora independiente coordinó y/o participó en numerosos estudios de flora, vegetación, restauración ecológica y conservación de naturaleza. Actualmente se desempeña como profesional del área de Recursos Naturales de la SEREMI del Medio Ambiente de la región de Valparaíso.

MÓDULO 4: FAUNA SILVESTRE ASOCIADA A HUMEDALES COSTEROS

Guía de terreno: Humedal de Mantagua

Profesional a cargo: Biólogo Gonzalo Ibáñez Villaseca

1. Introducción

El humedal de Mantagua forma parte de una red de humedales costeros existentes en la zona central de Chile y, aunque se ha reconocido como un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional, carece de protección formal. Este humedal, ubicado en la comuna de Quintero, Región de Valparaíso, se compone de un sistema integrado por el estero Quintero y la laguna Mantagua (albúfera) (Figura 1). La laguna costera está paralela a la línea de costa rodeada de dunas, pero ambos cuerpos de agua están conectados. El humedal se conecta con el mar durante las crecidas del estero Quintero, el cual es de origen pluvial y drena los cerros de la Cordillera de la Costa.



Figura 1. Humedal de Mantagua y dunas.



El humedal de Mantagua se caracteriza por ser un hábitat muy singular por los diversos paisajes y ecosistemas que presenta: la unión de la playa, las dunas, la desembocadura del estero, la laguna, el estero, matorrales, la vegetación dunaria, etc. Estos conforman un escenario muy particular y atractivo para realizar diferentes actividades ya sea deportivas, recreacionales, culturales, turísticas y científicas. El estero en su etapa final, antes de la llegada a la desembocadura, forma un meandro con una variada vegetación acuática, palustre, dunaria y matorral esclerofilo costero. Este ambiente corresponde a una interfaz entre ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, altamente sensible a las características de las masas de agua que fluyen por ellos, representando hábitats únicos e importantes para un gran número de especies de flora, fauna y funga. Unido a esto, provee una serie de servicios ecosistémicos, entre los que destacan provisión y mejoramiento de la calidad del agua, remoción y retención de nutrientes, estabilización de la zona costera, secuestro de carbono, contención de sedimentos y atenuación de los efectos de la intensidad y altura del oleaje.

La vegetación corresponde al matorral esclerofilo costero del bosque mediterráneo de Chile Central (Teillier *et al.* 2018), que ha sido reconocido por la WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) como una ecorregión única, singular y como un ambiente que debe ser protegido a nivel global. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones del Neotrópico, realizada por Dinerstein *et al.* (1995) consideró los matorrales mediterráneos de Chile Central en máxima prioridad regional, afirmando además que esta ecorregión está amenazada y que sus características particulares la hacen ser sobresaliente a nivel global. Las formaciones mediterráneas de Chile son únicas en Sudamérica y son uno de los cinco ecosistemas de su clase en el mundo. La biota de esta ecorregión presenta una alta riqueza de especies y un alto nivel de endemismos locales o regionales.

Destaca la importancia de este humedal funcionando como parte del gran corredor biológico que une a los humedales costeros a lo largo de la línea de costa de la región y del país, entregando hábitats para varias especies, incluidas las aves migratorias que llegan a descansar todos los años. Incluso, integra el corredor biológico de toda América, ruta migratoria de las aves del hemisferio norte que visitan Chile en primavera para pasar el invierno boreal, como la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) y Zarapito (*Numenius phaeopus*), entre otras.

Existe una perceptible presión antrópica sobre el humedal por parte de: visitantes que usan zonas de camping no autorizadas en la desembocadura del Estero Quintero, vehículos de doble tracción que transitan por las dunas y la playa, actividades de parapente, caza y/o pesca ilegal, ganadería no controlada, contaminación de las aguas, contaminantes industriales y grandes proyectos inmobiliarios, entre otros. El área es abierta y no tiene protección, a pesar de estar constituido por ecosistemas de alto valor ecológico, de alta fragilidad, que han sido



identificados como objetos de conservación y como ecosistema relevante degradado (CONAMA, PNUD 2005).

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

El objetivo de este Programa de Capacitación es introducir a los docentes y asistentes de la educación de la comuna de Quintero, en el conocimiento del patrimonio natural, identificando los ecosistemas más representativos que conforman el paisaje y la biodiversidad de fauna que albergan.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Definir los conceptos de ecosistema, humedal, humedal costero, dunas, fauna endémica y nativa, intervención antrópica, entre otros, relacionados a los ecosistemas locales.
- ✓ Reconocer la importancia de la fauna para la mantención del equilibrio de los ecosistemas.
- ✓ Valorar la biodiversidad de fauna que albergan los ecosistemas naturales remanentes de la comuna de Quintero.

3. Contenidos

3.1 Clasificación de las especies

3.1.1 Estado de conservación

Se entiende como “especies en categoría de conservación” a las especies clasificadas en alguna de las categorías de conservación establecidas en la legislación nacional (Tabla 1), en base al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (D.S. N°29/2011 del MMA) y sus procesos 1° al 17° oficializados a través de varios decretos supremos¹.

Si bien todas las categorías listadas en los procesos corresponden a “categorías de conservación”, cabe mencionar que son de particular interés aquellas que reflejan una categoría de amenaza, puesto que indican una mayor vulnerabilidad. Una especie amenazada

¹ D.S. N°151/2006, D.S. N°50/2008, D.S. N°51/2008 y D.S. N°23/2009 del MINSEGPRES; y D.S. N°33/2011, D.S. N°41/2012, D.S. N°42/2012, D.S. N°19/2012, D.S. N°13/2013, D.S. N°52/2014, D.S. N°38/2015, D.S. N°16/2016, D.S. N°6/2017, D.S. N°79/2018, N°23/2020, D.S. N°16/2020 y D.S. N°44/2021 del MMA



es aquella que presenta un alto riesgo de extinción, es decir, al menos un 10% de probabilidad de extinción en menos de 100 años. Incluye a las especies clasificadas en las categorías En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

Tabla 1. Categorías de conservación (en base al RCE).

| Categoría | Nomenclatura | Definición |
|----------------------------------|--------------|---|
| Extinta | EX | Una especie se considerará "Extinguida" (extinta) cuando prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre. Se trata de especies que tampoco subsisten en cautiverio o cultivos. |
| Extinta en vida silvestre | EW | Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo en estado silvestre. |
| En peligro crítico | CR | Una especie se considerará "En Peligro Crítico" cuando enfrente un riesgo extremadamente alto de extinción, es decir, la probabilidad de que la especie desaparezca en el corto plazo es muy alta. |
| En Peligro | EN | Una especie se considerará "En Peligro" cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro Crítico", enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir cuando la probabilidad de que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta. |
| Vulnerable | VU | Una especie se considerará "Vulnerable" cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro", la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN ² para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre. |
| Casi Amenazada | NT | Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano. |

² Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: <https://www.iucn.org/es>.



| Categoría | Nomenclatura | Definición |
|-----------------------------------|--------------|--|
| Rara | R | Especie de la fauna silvestre cuya población tiene una distribución geográfica muy restringida por encontrarse en los últimos estadios de su proceso de extinción natural. Estas especies son y han sido escasas históricamente. |
| Insuficientemente conocida | IC | Cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación anteriores. |
| Fuera de Peligro | FP | Cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas anteriormente y, en la actualidad, se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado. |
| Preocupación menor | LC | Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución. |
| Datos insuficientes | DD | Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenazada pudiera ser apropiada. |
| No evaluado | ne | Un taxón se considera No evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación con estos criterios. |



3.1.2 Origen biogeográfico

Las especies observadas en el área de estudio pueden ser clasificadas según su origen en endémicas, nativas o introducidas.

- a) **Especies Nativas:** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural y forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Son aquellas que viven de forma natural en Chile, es decir que se cree que se originaron o llegaron naturalmente al país, sin intervención de las personas.
- b) **Especies Endémicas:** Las especies endémicas, son aquellas que solamente habitan en un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas. En este sitio se considera endémicas las especies que habitan solamente en Chile. Los grupos de especies con menor capacidad de dispersión, como algunos insectos, anfibios y reptiles, tienen más especies con distribución restringida.
- c) **Especies Introducidas o Exóticas:** Especie introducida fuera de su área de distribución original. Son aquellas especies foráneas que han sido introducidas a nuestro país por los seres humanos, intencional o involuntariamente. Las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio y pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades, compitiendo o depredando a las especies nativas. Su registro se considera como un parámetro útil dado que su presencia es un indicador del grado de intervención antrópica de un sistema natural.

3.2 Grupos taxonómicos

3.2.1 Anfibios

Los anfibios son animales vertebrados, se caracterizan por su alta dependencia al agua, viviendo muy asociados a charcos, ríos o sustratos muy húmedos. Esto se debe a que, carecen de una piel que limite la evaporación de agua, por lo que fácilmente pueden perder mucha agua corporal si no están en sitios de alta humedad, o si el ambiente se torna muy seco o con mucho viento. Son animales ectotermos, es decir, sus temperaturas corporales son variables y dependen fuertemente de la temperatura del ambiente. A diferencia del resto de los vertebrados, se distinguen por sufrir una transformación durante su desarrollo, cambio

morfológico y fisiológico que se denomina metamorfosis (que incluye etapas de huevo, larva, postmetamórfico y adulto) (Figura 2).

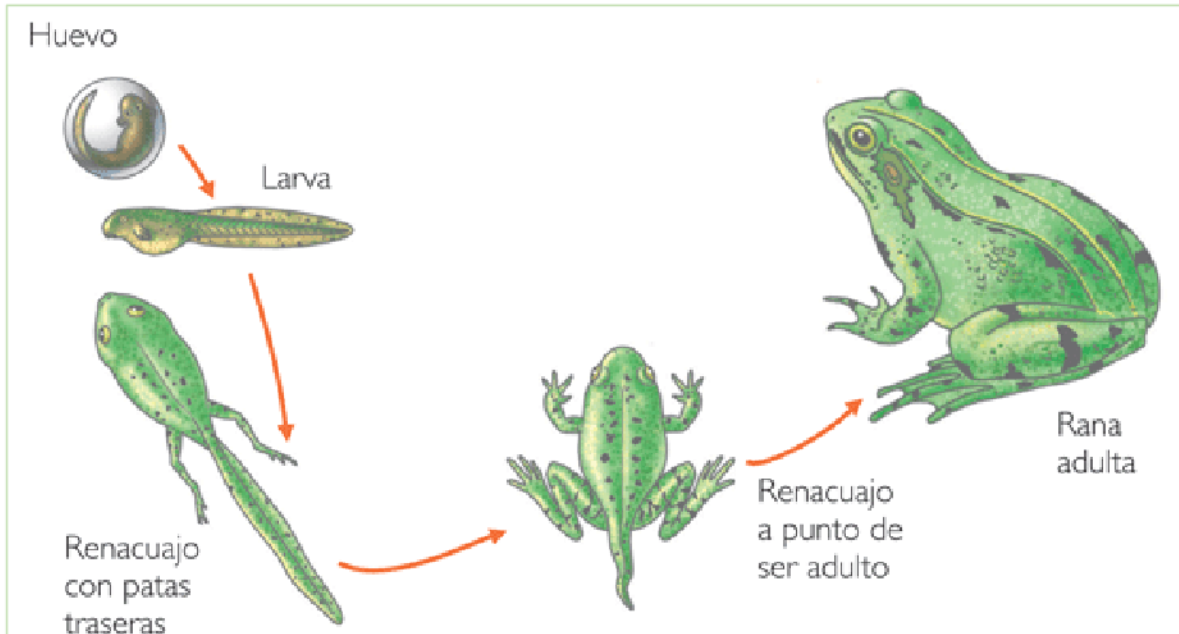


Figura 2. Estados de la metamorfosis en anfibios.

Fuente: Enciclopedia de Ejemplos (2022). "Metamorfosis".

3.2.2 Reptiles

Los reptiles presentan la piel seca, protegida por escamas córneas (compuestas de queratina) de diversos tipos y que evitan la pérdida de agua, por lo que pueden estar en ambientes más terrestres. La mayoría, como las culebras y lagartijas, cambian o mudan la piel cada cierto tiempo. Una característica distintiva de la mayor parte de las lagartijas, es la capacidad de desprenderse de la cola de forma voluntaria, esto corresponde a un mecanismo de defensa que sirve para desviar la atención de los depredadores hacia la cola y poder escapar (pero ojo, sólo la regeneran 1 vez y es un gasto energético muy alto). Al igual que los anfibios, los reptiles son ectotermos, es decir, dependen de fuentes externas de energía para realizar sus actividades, lo que los hace muy dependientes de las condiciones ambientales, es por esto, que se ven más en las estaciones de primavera y verano.



3.2.3 Aves

Las aves se caracterizan principalmente por tener plumas, los miembros superiores están modificados como alas, los huesos tienen cavidades llenas de aire y poseen un pico córneo (sin dientes); todas estas características les facilitan el vuelo. A diferencia de los anfibios y reptiles, las aves son animales homeotermos, es decir, pueden conservar la temperatura interna de su cuerpo, independientemente de la temperatura exterior o de la condición atmosférica que exista.

3.2.4 Mamíferos

Este grupo es muy diverso, incluye desde los pequeños roedores, hasta las inmensas ballenas. La principal característica que define a este grupo es la presencia de glándulas mamarias en las hembras, que producen leche para alimentar a sus crías. Su piel es relativamente gruesa y está cubierta de pelos, bajo esta, existe una capa de grasa que le sirve de protección contra la pérdida de calor, ya que los mamíferos son animales homeotermos, es decir, su temperatura es más constante y la regulan internamente.

3.2.5 Especies potenciales

En base al estudio bibliográfico, el humedal de Mantagua posee una riqueza potencial de 222 especies de fauna, de las cuales 5 corresponden a anfibios (equivalente al 2,3% del total), 8 especies de reptiles (3,6% del total), 175 especies de aves (78,8%) y 34 especies de mamíferos (15,3%) (Figura 3).

En relación con el origen biogeográfico, 15 especies son endémicas (que corresponde al 6,8% del total, ver Tabla 2), 191 son nativas (86%) y 16 son de origen introducido (7,2%) ().

Respecto al estado de conservación de las especies, 2 se encuentran catalogadas como En Peligro (becacina pintada y playero ártico) y 8 son Vulnerables (rana chilena, sapo de rulo, albatros de Salvin, chorlo nevado, gaviota garuma, petrel gigante antártico, pingüino de Humboldt y gato güiña). Estas especies son las que tienen categorías más riesgosas y están fuertemente amenazadas. En relación con el resto de las categorías de conservación, 17 especies se encuentran catalogadas como Casi Amenazadas, 41 especies en Preocupación menor y 1 con Datos insuficientes (Figura 5).

En relación con el uso del hábitat, la mayoría de las especies pertenecen a los hábitats tipo matorral y arbóreo (109 y 107 especies equivalentes a un 49% y 48%, respectivamente), mientras que 56 especies (25%) se definen como ribereñas, 50 (23%) de hábitat costero y 35 (16%) de hábitat acuático (Figura 6). Se incluyen también especies de hábitat marino, que se refiere a especies que viven mar adentro, pero pueden ser avistadas desde la costa.

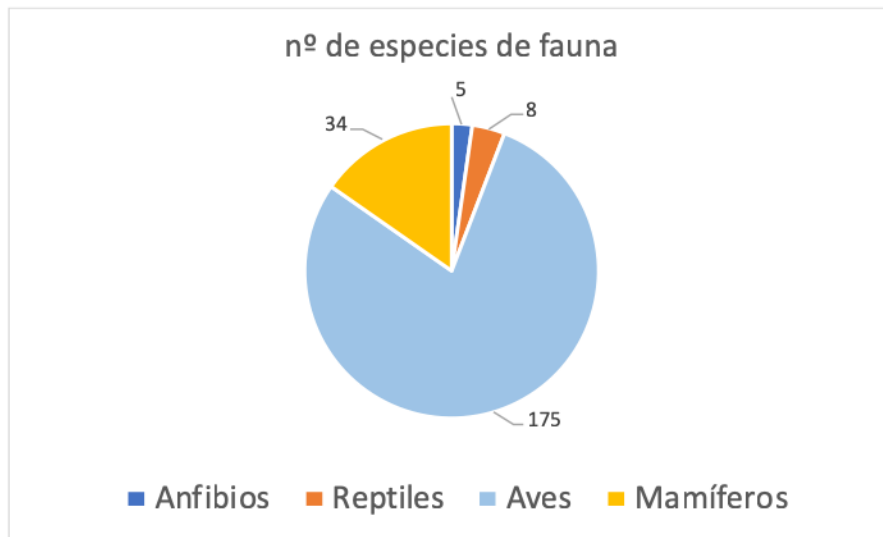


Figura 3. Número de especies por grupo de fauna. Se observa la mayor proporción de aves.

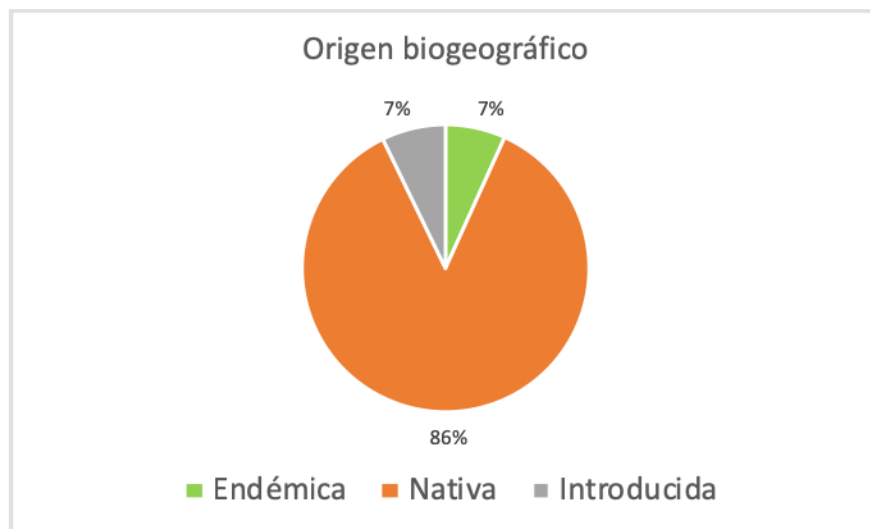


Figura 4. Proporción de especies según su origen.

Tabla 2. Especies endémicas presentes de manera potencial en el humedal.

| CLASE | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|----------|---------------------|--------------------------------|
| AMPHIBIA | rana chilena | <i>Calyptocephalella gayi</i> |
| AMPHIBIA | sapo de rulo | <i>Rhinella arunco</i> |
| REPTILIA | culebra cola corta | <i>Tachymenis chilensis</i> |
| REPTILIA | culebra cola larga | <i>Philodryas chamissonis</i> |
| REPTILIA | lagartija esbelta | <i>Liolaemus tenuis</i> |
| REPTILIA | lagarto de Zapallar | <i>Liolaemus zapallarensis</i> |
| REPTILIA | lagarto nítido | <i>Liolaemus nitidus</i> |
| AVES | canastero chileno | <i>Pseudasthenes humicola</i> |
| AVES | churrín del norte | <i>Scytalopus fuscus</i> |
| AVES | perdiz chilena | <i>Nothoprocta perdicaria</i> |
| AVES | turca | <i>Pteroptochos megapodius</i> |
| MAMMALIA | cururo | <i>Spalacopus cyanus</i> |
| MAMMALIA | degú común | <i>Octodon degu</i> |
| MAMMALIA | degú costino | <i>Octodon lunatus</i> |
| MAMMALIA | yaca | <i>Thylamys elegans</i> |

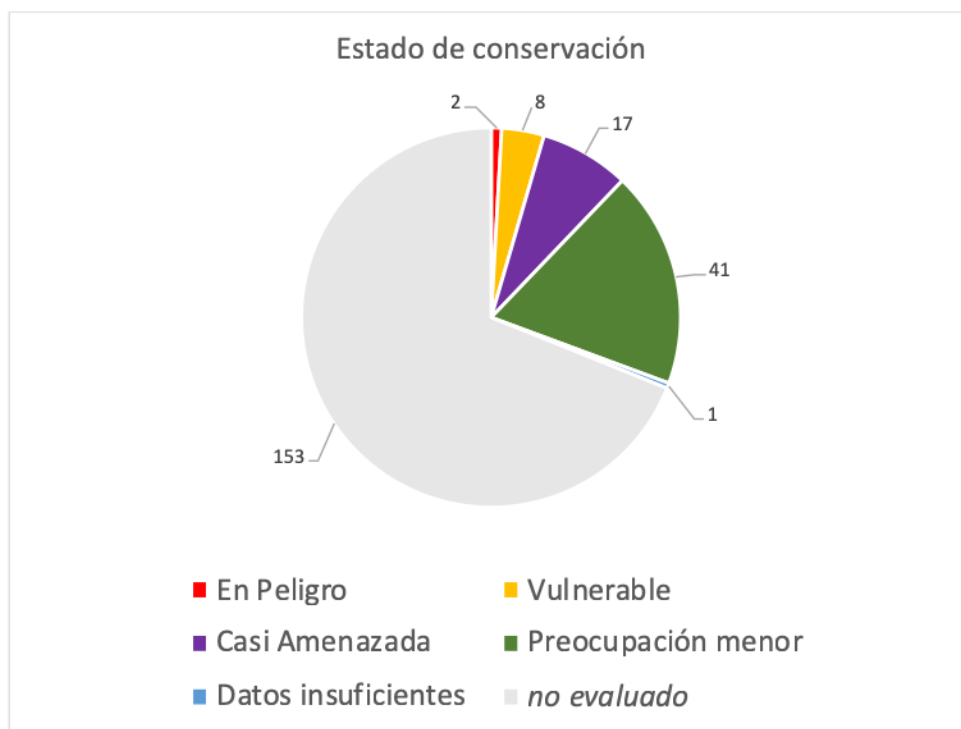


Figura 5. Proporción de especies según su estado de conservación.

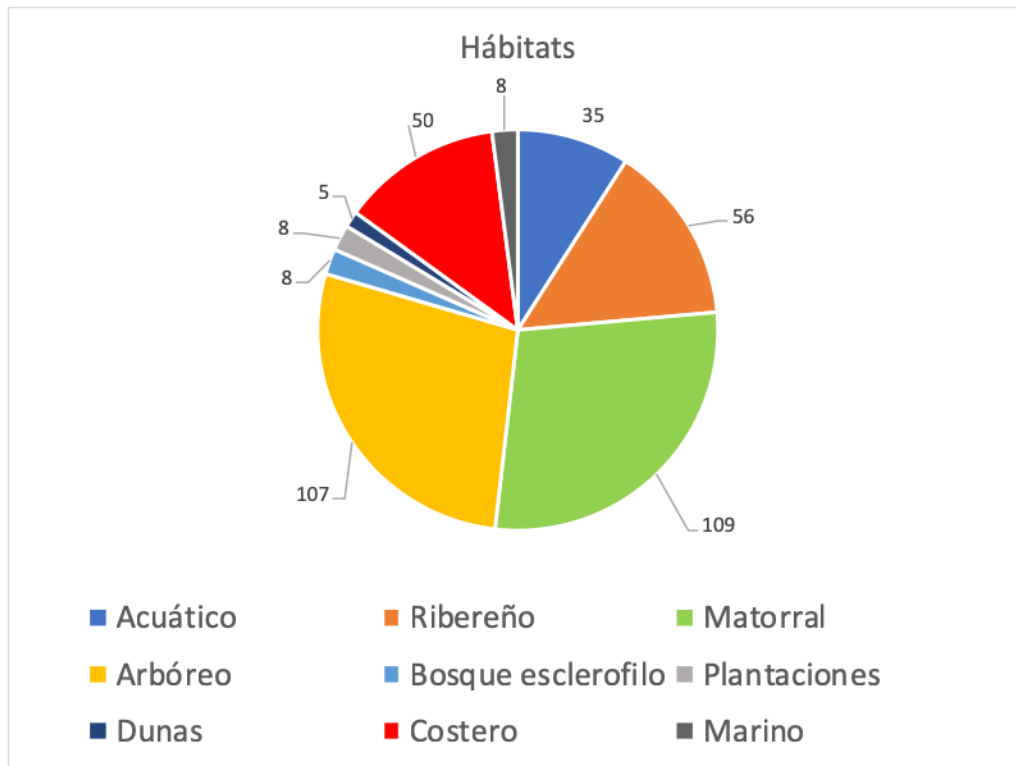


Figura 6. Número de especies que se clasifican en cada tipo de hábitat.

3.4 Fotografías de las principales especies presentes



MAMMALIA
yaca
Thylamys elegans
Endémica

Fuente: Ngen Ambiental



REPTILIA
lagartija esbelta
Liolaemus tenuis
Endémica

Fuente: Ngen Ambiental



MAMMALIA
ratón oliváceo
Abrothrix olivaceus
Nativa

Fuente: Ngen Ambiental



REPTILIA
culebra de cola larga
Philodryas chamissonis
Endémica

Fuente: Ngen Ambiental



AVES
perrito
Himantopus mexicanus
Nativa

Fuente: Ngen Ambiental



REPTILIA
lagarto de Zapallar
Liolaemus zapallarensis
Endémica

Fuente: Ngen Ambiental



AMPHIBIA
sapito de cuatro ojos
Pleurodema thaul
Nativa

Fuente: Ngen Ambiental



MAMMALIA
coipo
Myocastor coypus
Nativa

Fuente: Ngen Ambiental



4. Actividades

4.1 ¿Dónde y cómo observar fauna?

Para llevar a cabo una correcta y eficiente observación de ejemplares de fauna, se deben tener en cuenta dos criterios, el conocimiento biológico y el ecológico de la especie. Saber qué necesidades fisiológicas requieren los individuos (por ejemplo, los anfibios requieren humedad para sobrevivir, por lo que es más factible encontrarlos en cuerpos de agua o en zonas muy húmedas) correspondería a un criterio biológico, mientras que, saber que existen aves que viven la mayor parte de su vida volando a gran altura (como los cóndores), mientras que hay otras que están adaptadas a caminar y correr en el suelo (como la turca que tiene patas muy desarrolladas) es un criterio ecológico (ya que ocupan distintos nichos ecológicos). De este modo, podremos saber dónde, cuándo y cómo, hacer observaciones de los distintos tipos grupos de fauna.

Es muy importante señalar que, la observación de fauna va siempre acompañada del **respeto** hacia ella. De ninguna forma se debe manipular al animal, ya que corre peligro él (por estrés, traspaso de infecciones, asfixias, etc) y también la persona que lo está manipulando (posibles mordidas o rasguños). Sólo gente especializada en el tema y autorizada por la autoridad medioambiental puede tomar y manipular a los ejemplares.

Para la observación de anfibios se debe tener en cuenta que:

- a) Viven en sectores cerca de cuerpos de agua (ej. pozones, riachuelos) o muy húmedos (ej. bajo troncos, bajo piedras o a la sombra bajo árboles o matorrales).
- b) Se camuflan muy bien con la hojarasca y el sustrato, por lo que su búsqueda debe ser muy minuciosa.
- c) Al atardecer o por las noches, algunos individuos comienzan a cantar, por lo que nos sirve para detectar su presencia.

Para la observación de reptiles:

- a) Necesitan calor en el ambiente para termorregular, aunque no excesivas temperaturas, por lo que las mejores horas para observarlos son en la mañana entre las 10 y las 12 hrs, y en la tarde desde las 15 a 17 hrs. Sirve mucho tocar las piedras, para saber si están lo suficientemente calientes para que los reptiles comiencen a ocuparlas.
- b) Son muy rápidos y escurridizos, se esconden bajo piedras, troncos y alguna que otra cueva en el suelo.



Para la observación de aves:

- a) Este es el grupo más fácil de observar, sólo necesitas unos binoculares y guardar silencio.
- b) Podemos encontrar especies volando muy alto, en las copas de los árboles y otras escabulléndose entre los matorrales o corriendo por el suelo.
- c) El canto de los pájaros también es muy utilizado para identificar la especie. Esto aplica de día para la mayoría (las primeras horas de la mañana) y de noche para las aves rapaces nocturnas. Existen aplicaciones para el teléfono celular que ayudan a identificar las especies de aves por distribución y por tipo de canto (Merlin³).
- d) Se pueden utilizar registros indirectos, como, por ejemplo, plumas, nidos, huevos o huellas. Respecto a los nidos y los huevos, es importante recalcar que no se deben tomar, esto significaría la muerte de los polluelos, ya que los padres podrían abandonarlos al sentirse amenazados.

Para la observación de micromamíferos (marsupiales, roedores pequeños, murciélagos):

- a) Estos son los más difíciles de observar, ya que la mayoría son de hábitos nocturnos, pero durante el día se pueden observar registros indirectos como fecas o huellas.
- b) En el caso de los murciélagos, estos se pueden observar directamente volando al atardecer o indirectamente a través de su ecolocalización⁴, mediante equipos especializados que pueden oír y grabar a estos animales, como por ejemplo el Echo Meter Touch (Fig. 7).
- c) Viven en arbustos, roqueríos y árboles. Además, los murciélagos están adaptados a roqueríos grandes o cuevas, como también a construcciones abandonadas.

³ <https://merlin.allaboutbirds.org/>

⁴ señales de ultrasonido, inaudibles para el ser humano, que les permiten determinar con increíble precisión la ubicación de otros cuerpos o estructuras.



Figura 7. Equipo Echo Meter Touch
Fuente: Wildlife Acoustics

Para la observación de mamíferos de gran tamaño (coipos, quiques, zorros y felinos nativos):

- a) Se debe ser muy paciente en la observación de estos ejemplares, ya que son muy sigilosos y esquivos ante la presencia humana. Lo mejor es sentarse tranquilamente en un sector donde pueda observar bien el entorno natural y esperar.
- b) Se pueden observar registros indirectos, como, por ejemplo, restos de pelos, huellas, restos óseos y sectores de descanso.
- c) Un método bastante eficaz para observar mamíferos es la instalación de Cámaras Trampa, que se dejan instaladas y cada vez que un animal pasa por delante de ella, le toma una foto o graba un video (Figura 8).



Figura 8. Cámara trampa.
Fuente: Bushnell

Los detalles básicos que observar, para identificar a las especies, son: patrones de colorido, formas y tamaños (de la cola, patas, pico u otra estructura), conductas, vocalizaciones, entre otros.

4.2 Toma de datos en terreno

En la siguiente ficha los alumnos podrán anotar las especies que observen durante la caminata en terreno. Deben indicar:

- a) La fecha en la cual se realizó el catastro de fauna, esto es importante ya que algunas especies son estacionales, es decir, aparecen sólo en algunas épocas del año (por ejemplo, las aves migratorias).
- b) El observador, que corresponde a la persona que ve las especies y las anota en esta ficha.
- c) La condición atmosférica del momento del catastro, esto es importante ya que algunas especies se ven más durante lluvias (anfibios) y, al contrario, otras se ven más durante días soleados (reptiles).
- d) El número de avistamiento (número correlativo partiendo desde 1).
- e) El nombre de la especie (puede ser el nombre común).
- f) El número de individuos de la especie observados.



- g) La hora del avistamiento del individuo. Muchas aves aparecen sólo a primera hora de la mañana.
- h) Ambiente o hábitat donde se observó la especie (matorral, árbol, en el suelo, sobre alguna estructura humana, en el agua, en la playa, etc.).
- i) Cualquier observación que desees incluir en la ficha, por ejemplo, señalar que el sapito que se encontró estaba bajo una roca, o el ave que se vio estaba en su nido alimentando a los polluelos.

| |
|------------------------|
| Fecha: |
| Observador: |
| Condición atmosférica: |

| Nº | Especie | número de individuos observados | hora | Ambiente o hábitat | Observaciones |
|-----|---------|---------------------------------|------|--------------------|---------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| ... | | | | | |

4.3 Análisis de datos de terreno

En base a la información obtenida en terreno, se pueden calcular los siguientes índices ecológicos:

- a) Riqueza



Corresponde al número de especies identificadas y contabilizadas por unidad de muestreo. Por ejemplo, 5 especies de aves (chincol, loica, pelícano, tordo y queltehue).

b) Abundancia

Se refiere al número de individuos contados por especie, durante un muestreo. Por ejemplo, 9 individuos de lagartija esbelta.

Con estos índices se pueden responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas especies de fauna observamos en total?
- ¿Qué especie fue la que más te sorprendió?
- ¿Cuántas especies corresponden a anfibios?
- ¿Cuántas especies corresponden a reptiles?
- ¿Cuántas especies corresponden a aves?
- ¿Cuántas especies corresponden a mamíferos?
- ¿Cuál fue la especie más grande que viste?
- ¿Cuál fue la especie más pequeña que viste?
- ¿En qué ambientes o hábitats se encontraron más especies?
- ¿En qué rangos horarios se observaron más especies?
- ¿Cómo crees que se relacionan entre sí todas estas especies? ¿cómo se relacionan con las especies vegetales? (reforzar concepto de *Comunidad Ecológica*).

5. Referencias bibliográficas

- Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD 2005. Estrategia Nacional de Biodiversidad, Región de Valparaíso.
- Dinerstein, E., D. M. Olsen, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Book-binder y G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank, WWF. Washington D. C., USA.
- Teillier S., R. Villaseñor, A. Marticorena, P. Novoa & H. Niemeyer. 2018. Flora del litoral de la región de Valparaíso. 615 pp.

6. Información del profesional a cargo del módulo

Gonzalo Ibáñez Villaseca. Biólogo, Licenciado en Biología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Fundador y Director General de la empresa consultora Ngen Ambiental. Ha trabajado más de 12 años en estudios relacionados con fauna silvestre, específicamente en: investigaciones científicas, líneas de base, capacitaciones, educación ambiental y clases a estudiantes universitarios.

MÓDULO 5: GEOLOGÍA EN ECOSISTEMA DE DUNAS

Guía de terreno:

Dunas de Ritoque asociadas al Humedal de Mantagua

Profesional a cargo: M.Sc. Gino Figueroa Barra

1. Introducción

Las Dunas son acumulaciones de arena en los desiertos o el litoral. Estos depósitos de arena son debidos a procesos eólicos derivados de la actividad del viento y que dan lugar a erosión, transporte y sedimentación (Gutiérrez, 2008). Grandes acumulaciones de arenas han formado campos de dunas como las de los conocidos Desierto de Rub al-Jali, en la Península de Arabia, con una extensión de más de 560.000 km^2 .



Figura 9. Dunas de Ritoque (Fotografía obtenida desde un dron por Gino Figueroa).

Las dunas costeras son acumulaciones de sedimentos arrastrados por el viento y depositado en el borde de los grandes lagos y mares. Pequeños campos de dunas media luna se forman a menudo en la parte posterior de las bahías rodeadas por promontorios rocosos. Los grandes

campos de dunas usualmente se encuentran expuestos a los vientos imperantes. Además, protegen el interior del litoral de acciones extremas de las olas y los depósitos sedimentarios de la acción de las olas de tormenta. Las dunas costeras se componen principalmente de granos medios a finos de cuarzo bien seleccionados. El carbonato de calcio puede ser común en regiones tropicales y mediterráneas.

2. Marco Teórico

2.1 Tipos de dunas según morfología

Las dunas pueden clasificarse según las formas (Huggett, 2016), aunque existe una clasificación morfodinámica, de acuerdo con el tipo de duna y los vientos que la generan, para efectos prácticos la clasificación morfológica, solo tiene en consideración la forma externa de la duna. Los siguientes tipos son reconocidos:

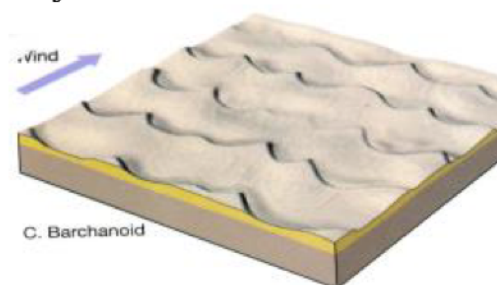
- Barjanes



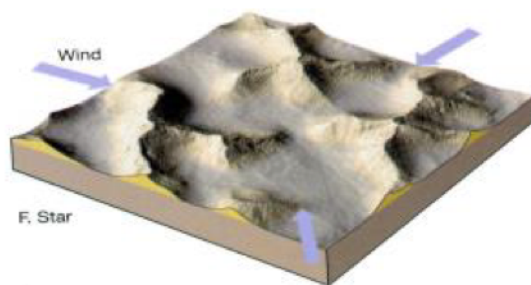
- Longitudinales



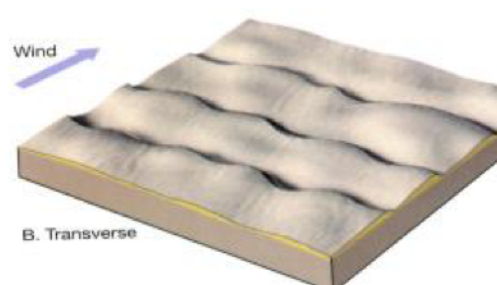
- Barjanoides



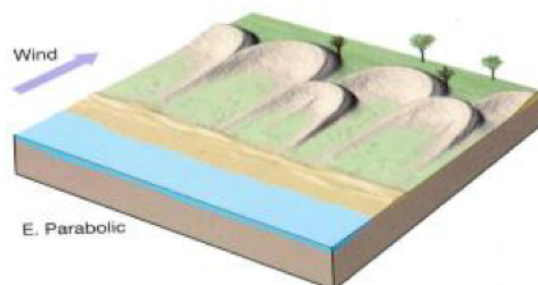
- Estrella



- Transversales



- Parabólicas



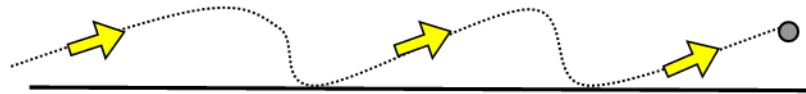
2.2 Tipo de transporte de sedimento

Cuando las partículas se encuentran en movimiento pueden hacerlo de tres formas distintas: tracción, saltación y suspensión. Dependiendo principalmente del tamaño de grano de las partículas disponibles.

Tracción: rodamiento del grano/deslizamiento a lo largo del sustrato.



Saltación: granos a saltos en el sustrato.



Suspensión: arrastre permanente del grano.



2.3 Tamaños del sedimento

El elemento descriptivo básico de todo sedimento o roca es el tamaño de grano/clasto. La escala de Udden-Wentworth divide el sedimento en: arcilla, limo, arena, cantos y bloques. Lo importante, es que en un ambiente de dunas observaremos tamaños (diámetro del grano) correspondiente a arena, que va en el rango entre los 0,062 mm y los 2 mm.

| Diámetro | | | Clase | roca | |
|----------|--------|-----|----------------|---------------|------------------|
| mm | micras | φ | | | |
| 4,096 | - | -12 | GRAVA | CONGLOMERADOS | |
| 256 | - | -8 | | | |
| 64 | - | -6 | Bloques | | |
| 4 | - | -2 | Cantos | | |
| 2 | - | -1 | ARENA | ARENISCAS | |
| 1 | - | 0 | | | Arena muy gruesa |
| 0.5 | 500 | 1 | | | Arena gruesa |
| 0.25 | 250 | 2 | | | Arena media |
| 0.125 | 125 | 3 | | | Arena fina |
| 0.062 | 62 | 4 | Arena muy fina | LUTITAS | |
| 0.031 | 31 | 5 | Limo grueso | | |
| 0.016 | 16 | 6 | Limo medio | | |
| 0.008 | 8 | 7 | Limo fino | | |
| 0.004 | 4 | 8 | Limo muy fino | | |
| | | | FANGO | LIMOLITAS | |
| | | | Arcilla | ARCILLITAS | |

3. Objetivo

Identificar y describir formas y dinámicas de las dunas a través de un recorrido observacional en las Dunas de Ritoque.

4. Marco geográfico y ubicación

Ritoque es una localidad que cubre gran parte de la costa Sur de la comuna de Quintero. El campo dunario de Ritoque es una masa dunar de unos 6 km^2 (Fig. 2), compuesta por geoformas de tipo barján, transversales, longitudinales, asociadas a comunidades vegetales y animales propias (Díaz, 2009). Se extiende a lo largo de 13 km de costa aproximadamente desde Punta Ritoque hasta la desembocadura del río Aconcagua, abarcando en ese tramo la parte sur al humedal de Mantagua, colindante con el campo dunar.

Por su situación estratégica debido a la proximidad de centros industriales, urbanos y de intensa actividad turística, el riesgo de deterioro de las dunas de Ritoque es inminente (Avaria, 1987). Castro (1984) propone considerarlas como “sitio de interés científico” debido a que en ellas se conjugan elementos naturales (geomorfología dunaria, vegetación específica, fauna asociada) y elementos culturales (restos arqueológicos, valor escénico, trabajos experimentales de fijación de arenas).



Figura 10. Mapa de ubicación de las Dunas de Ritoque, se muestra los alrededores (Imagen satelital de Google Earth).

5. Geología del área

De acuerdo con las Hojas Quillota Portillo, Rivano (1996) describe en la mayor parte de la zona sur de Quintero sedimentos eólicos y litorales: depósitos de playa y dunas. Al norte y noreste se reconocen paleodunas (sedimentos eólicos antiguos), con gravas y arenas aluviales. Sobreyaciendo estas paleodunas se identifica la Superunidad Mincha, correspondiente a granodioritas y tonalitas, de grano fino a medio del Jurásico (Unidad Cavilolén) y sienogranitos, gris claro, de grano fino, con sienitas cuarcíferas (Unidad Tranquila), ambas correspondientes a rocas ígneas.

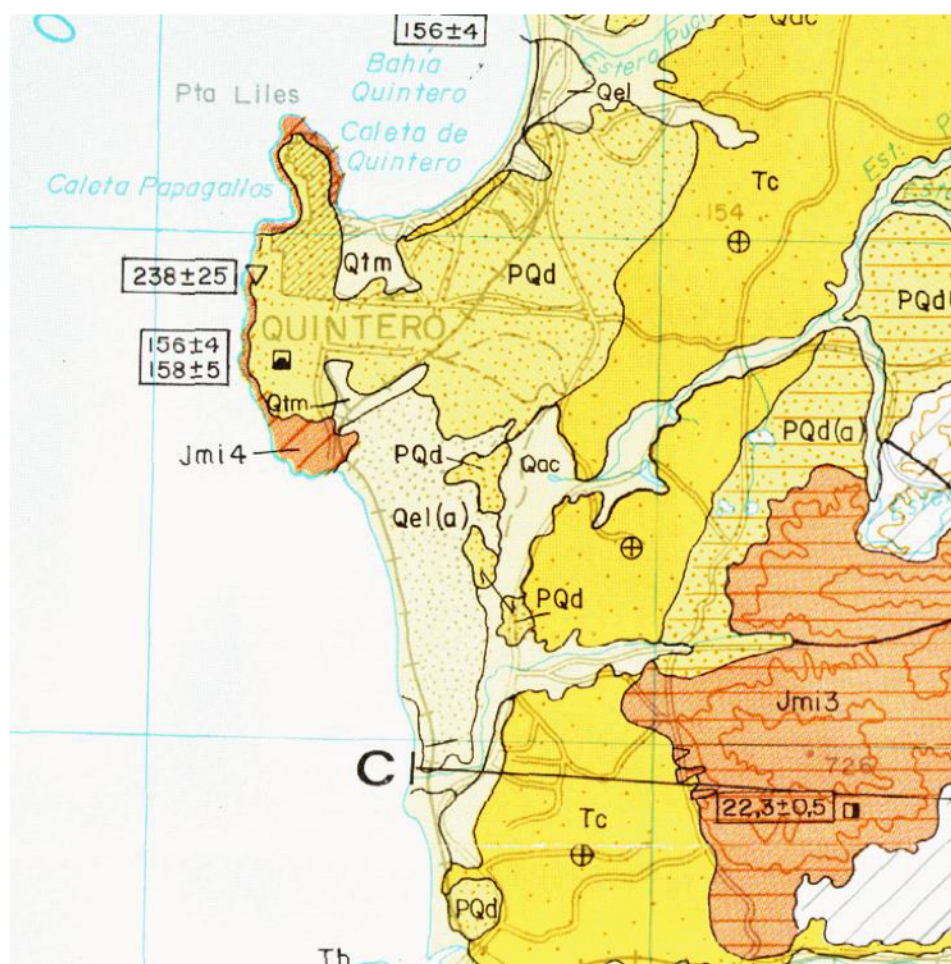
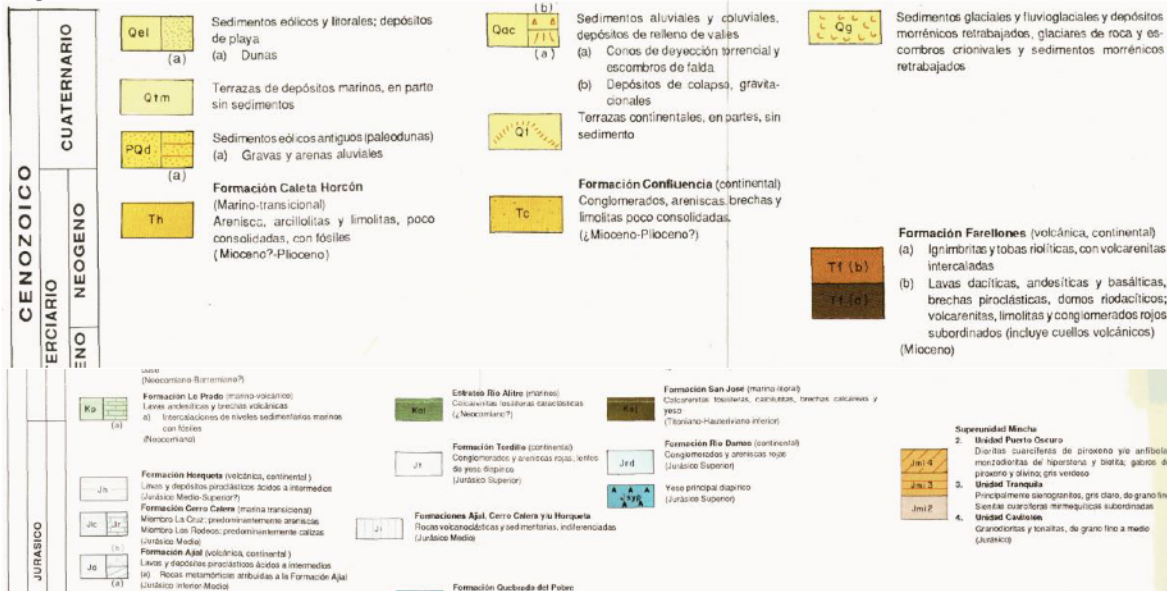


Figura 11. Extracto de las Hojas Quillota Portillo, se observan las unidades geológicas en la localidad de Ritoque (Rivano, 1996).

Leyenda:



En el sector norte del campo de dunas de Ritoque, la dinámica eólica y marina es más acentuada (Fuenzalida, 1956). Avaria (1987), indica que aquí las dunas alcanzan su mayor extensión hacia el interior del continente y la línea de costa se encuentra orientada perpendicularmente a los vientos del SW, favoreciendo la acción eólica. Estos vientos son de gran eficacia geomorfológica, esto es de velocidades frecuentes superiores a 4,5 m/s capaces de transportar arenas secas de grano medio, según observaciones de Bagnold (1941).

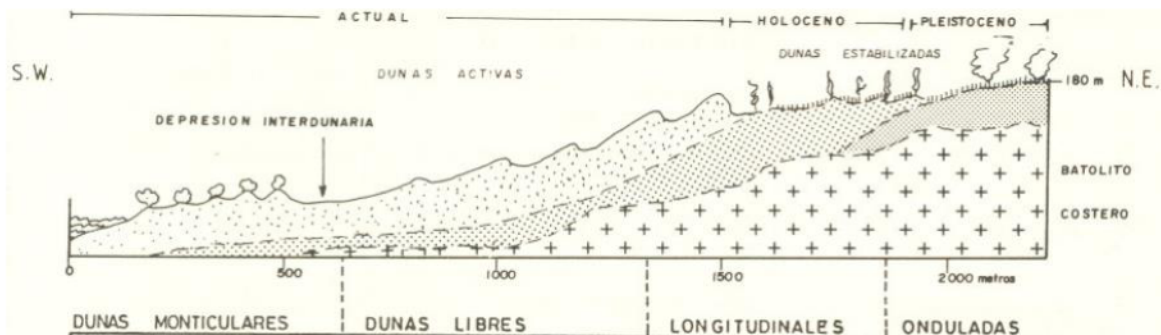


Figura 12. Unidades geomorfológicas, perfil general en las dunas de Ritoque.

6. Vista Satelital

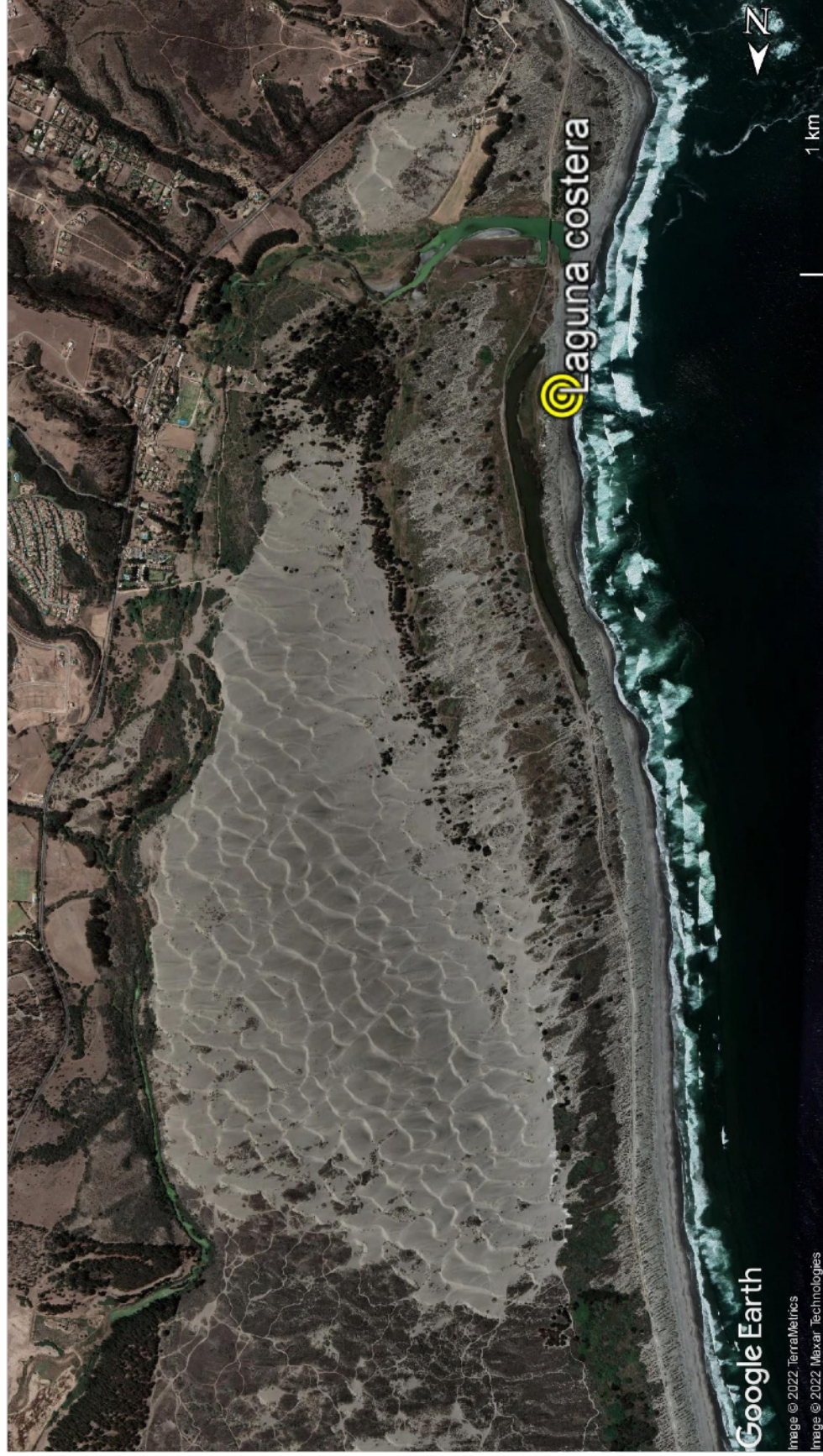


Figura 5. Vista satelital de las dunas de Ritique.



Figura 13. Vista panorámica de las dunas de Ritoque (Fotografía desde dron obtenida por Gino Figueroa).

Punto 1:

Observación general de las dunas. Introducción a las dunas y descripción de muestra de sedimento. Identificación desde imagen satelital (Google Earth) el tipo de duna presente en el lugar, marcar sobre la imagen (figura 5) la forma de las dunas.

Punto 2:

Barlovento y Sotavento: Desde donde sopla el viento se denomina Barlovento y hacia donde el viento se dirige se denomina Sotavento.



Figura 14. Esquema de duna identificando Barlovento y Sotavento.

El diagrama de Hjulstrom es una representación gráfica de la velocidad de un flujo y el diámetro de las partículas que transporta, de tal modo que se limitan campos (el campo de erosión, transporte y sedimentación), que nos relacionan ambos parámetros. Emplea una doble escala logarítmica (Hjulstrom, 1939).

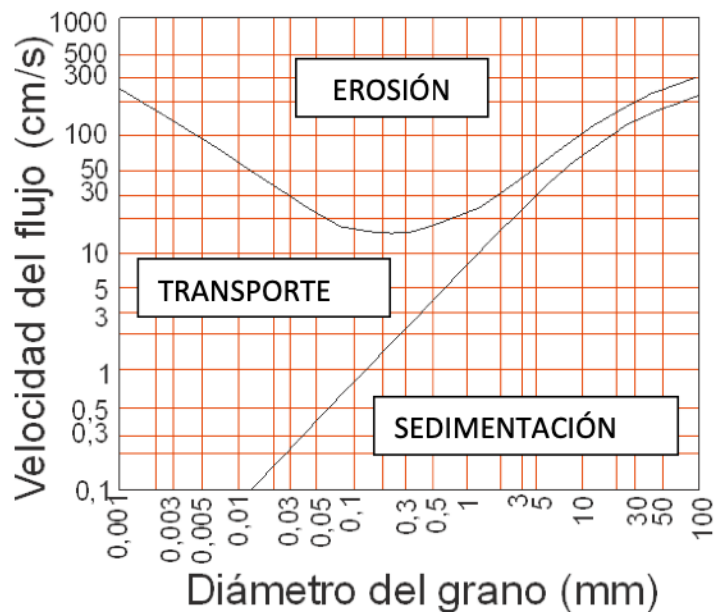


Figura 15. Diagrama de Hjulstrom, diámetro del grano (eje x) versus velocidad del flujo (eje y).

Además, para la movilidad de partículas por el viento, tenemos una relación propuesta por Bagnold, (1941):

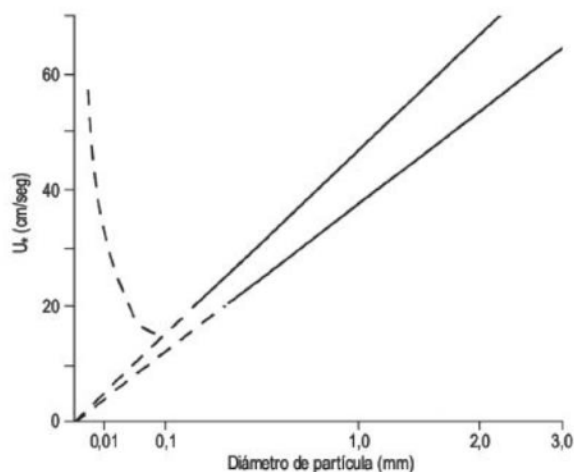


Figura 16. Relación entre los umbrales de velocidad y tamaño de las partículas.

- Si una partícula de 2 mm se encuentra en transporte a una velocidad 20 cm/s, ¿a qué velocidad la partícula comenzará a sedimentar?
- Si una partícula de 1 mm se encuentra sedimentada, ¿Qué velocidad de flujo necesita para comenzar a transportarse?

Punto 3:

Dibujar un perfil desde oeste a este, colocando en un eje X la distancia promedio y en un eje Y la altura promedio de las dunas.



Figura 17. Perfil transversal general de playa y dunas.

7. Referencias bibliográficas

- Andrade & Castro, C. (1990). Peritaje geográfico del campo de dunas de punta de Concón. Santiago.
- Bagnold, R. A. (1941). The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Methuen, London, 265 págs.
- Díaz, L. F (2009). Antecedentes Preliminares sobre el Transporte de Sedimentos y el Viento Eficaz en el campo de Dunas de Ritoque.
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). Geomorfología.
- Hjulstrom, F. (1939). Transportation of detritus by moving water: Part 1. Transportation.
- Huggett, R. J. (2016). Fundamentals of geomorphology. Routledge.
- Paskoff, R. (1970). Recherches Geomorphologiques dans le Chili Semi Aride. Biscaye, Bordeaux.
- Rivano, S., Sepulveda, P., Boric, R., & Espiñeira, D. (1996). Geología de las Hojas Quillota y Portillo. Servicio Nacional de Geología y Minería (Informe Inédito).
- Saavedra Pizarro, C. (2021). Análisis temporal del cambio de volumen en las dunas de Concón mediante sensores remotos pasivos y activos, región de Valparaíso, V región, Chile (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).

8. Información del profesional a cargo del módulo

Gino Figueroa Barra, Geólogo y Magíster en Oceanografía, dictando curso de Oceanografía geológica para el Magíster en Oceanografía en la PUCV. Ha participado dictando cursos en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en Geología General e Introducción a la Oceanografía para la carrera de Oceanografía, además en la Universidad Andrés Bello en Geología General y Sedimentología/Estratigrafía para la carrera de Geología. Sus investigaciones de pregrado y posgrado han sido en el área de la Paleosismología y Estratigrafía/Geomorfología en una planicie de cordones litorales en Maullín, Región de Los Lagos, Chile.