



CARACTERIZACIÓN DE LA FRANJA COSTERA Y CALIDAD DE AGUA DEL APA LAGUNA BLANCA: UNA LÍNEA DE BASE PARA FUTUROS ESTUDIOS.

Autores: Bueno, S.; Mármol, S.; Olivera, A. & Reboulaz, R.

Docentes participantes: Brugnoli, E.; Lázaro, M. Teixeira De Mello, F.; Goso, C.;
Díaz, I.; Achkar, M.

Taller de Geociencias 2023.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN. | 3 |
| 2. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO. | 4 |
| 2.1. UBICACIÓN..... | 4 |
| 2.2. GEOLOGÍA..... | 5 |
| 2.2.1. SUELOS..... | 7 |
| 2.3. RED DE DRENAJE. | 11 |
| 2.3.1 CALIDAD DE AGUA. | 13 |
| 2.3.2. ICTIOFAUNA. | 14 |
| 2.4. GEOMORFOLOGÍA COSTERA..... | 15 |
| 2.4.1. VEGETACIÓN..... | 16 |
| 2.4.2. FRANJA COSTERA..... | 18 |
| 3. OBJETIVOS..... | 20 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 20 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. | 20 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS. | 20 |
| 4.1. GABINETE..... | 20 |
| 4.2. CAMPO Y LABORATORIO. | 24 |
| 4.2.1 Red de drenaje..... | 23 |
| 4.2.2 Franja costera | 24 |
| 5. RESULTADOS. | 28 |
| 5.1. Red de drenaje | 28 |
| 5.1.1. Calidad de agua..... | 28 |
| 5.1.2. Ictiofauna..... | 30 |
| 5.2. Franja costera..... | 32 |
| 5.2.1. Vegetación. | 33 |
| 5.2.2. Análisis granulométrico de dunas. | 39 |
| 5.2.3. Barreras de retención de arena eólica..... | 40 |
| 5.2.4. Bajadas peatonales. | 44 |
| 6. DISCUSIÓN. | 47 |
| 6.1. Red de drenaje | 47 |
| 6.1.1 Calidad de agua..... | 47 |
| 6.1.2. Ictiofauna..... | 48 |
| 6.2. Franja costera..... | 49 |
| 6.2.1. Vegetación. | 49 |
| 6.2.2. Granulometría, barreras de captación de arena y bajadas peatonales..... | 51 |
| 7. CONCLUSIONES. | 54 |
| 8. RECOMENDACIONES..... | 55 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 56 |
| ANEXO I..... | 60 |
| ANEXO II..... | 62 |
| ANEXO III..... | 63 |

RESUMEN

El Departamento de Canelones ha promulgado una Ordenanza con el propósito de regular su Sistema Departamental de Áreas de Protección Ambiental. Esta normativa tiene como enfoque primordial salvaguardar la variedad de entornos naturales, que abarcan desde los bosques costeros de tipo psamófilo, los bosques fluviales y los humedales con sus corredores ecológicos asociados, hasta los sistemas dunares, los bañados salinos y las desembocaduras ubicadas en el área cercana al Río de la Plata. El presente proyecto buscó generar información que contribuya al futuro plan de manejo del Área de Protección Ambiental - Laguna Blanca (APA - LB), analizando la calidad de agua, identificando la ictiofauna de los dos principales cursos fluviales (arroyo de la Coronilla y arroyo Junquito), y caracterizando preliminarmente el sistema dunar y sus formaciones vegetales de la playa Santa Lucía del Este. Para esto, se llevó a cabo un muestreo de la calidad de agua del arroyo de la Coronilla y arroyo Junquito, así como un biomonitoreo de peces en sectores de cauces afectados por las acciones antrópicas vinculados al uso productivo y recreativo del área de estudio. A su vez, en el sector este de la playa Santa Lucía del Este se identificaron formaciones vegetales, comportamiento de las dunas y suelos para generar un mapa preliminar interpretativo de la faja costera. En paralelo, se realizó una determinación del número de bajadas a la playa que atraviesan el campo dunar para disminuir su número con el fin de minimizar el impacto, así como también se caracterizaron las barreras de retención de arena eólica evaluando su efectividad. Según los resultados, las estaciones Coronilla Diego y Coronilla Interbalnearia (IB) presentan estado mesotrófico, Junquito supereutrófico y Desembocadura eutrófico, según el Índice de Estado Trófico (IET), siguiendo la propuesta de Lamparelli (2004). Además, las cuatro estaciones incumplieron con la concentración de PT establecida en el Decreto N° 253/979. El estudio de la ictiofauna mostró una mayor diversidad de peces en las estaciones Coronilla Diego y Coronilla Interbalnearia. Mientras que en Junquito se registró por primera vez en la zona la presencia de una especie del género *Austrolebias*. Por otro lado, se generó un mapa interpretativo de unidades de mapeo de franja costera integradas por características de las dunas, formaciones vegetales y suelos para obtener una mayor caracterización del sector de dunas móviles y así proyectar medidas de manejo y gestión. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de iniciar monitoreos tanto de calidad de agua como de ictiofauna en el área de estudio y de avanzar en la elaboración de un plan de manejo que contemple a la cuenca de drenaje y la franja costera.

1. INTRODUCCIÓN.

El Departamento de Canelones se localiza en la región sur de Uruguay. Presenta 67 kilómetros de costa y pertenece al denominado Frente Marítimo del Río de la Plata. Expone una serie de arcos de playa de longitudes variables recortados por cabos constituidos por rocas del basamento de edad Proterozoico y Cámbrico (Goso et al. 2014). Ellos son, de este a oeste, Punta Piedras Negras, Corralitos, Piedras de Afilas y están constituidos por rocas del basamento de edad Paleoproterozoica (Formación Montevideo) y Cámbrica (Formación Piedras de Afilas) (Spoturno et. al 2004).

Canelones tiene entre sus principales actividades el turismo de playa contando con unas 90.000 plazas en viviendas/hoteles distribuidos en los distintos balnearios, provocando gran movilidad hacia la zona costera, principalmente en la temporada estival (Goso, 2011, Goso et. al, 2014).

Hacia la costa este de Canelones, se encuentra un área reconocida a nivel departamental y nacional como un sitio de excelencia para la conservación, es la denominada Área de Protección Ambiental Laguna Blanca (APA-LB) (Figura 1, Cap 2.1), ingresada en setiembre de 2023 al Sistema Departamental de Protección Ambiental (SDAPA). La propuesta de ingreso del área al SDAPA ha surgido de un proceso “bottom up”, con un marcado impulso desde la sociedad civil organizada. En el futuro se espera que el área protegida sea gestionada de forma coordinada entre las instituciones gubernamentales, en conjunto con la comunidad local y las distintas organizaciones sociales vinculadas a la zona de estudio. El APA-LB se destaca por presentar diversos valores naturales y culturales, así como una importancia destacada para la investigación, educación ambiental, la conservación y divulgación del patrimonio arqueológico y natural del área. El APA-LB constituye un paisaje natural y cultural único en el departamento de Canelones, donde se conservan varios ecosistemas, algunos con notable estado de conservación y una baja intervención humana, que deben ser considerados prioritarios. Para su conservación es necesario conocer su estado, sus vulnerabilidades, riesgos futuros, así como oportunidades de conservación o restauración, en una zona donde se desarrollan diferentes actividades humanas, siendo la presión por urbanización y turismo los factores más relevantes (Bonifacino et. al. 2022).

Dado el carácter heterogéneo del APA-LB en cuanto a sus diferentes ambientes, usos del suelo, se planteó para este trabajo abarcar algunos aspectos concretos relacionados a la cuenca del arroyo de la Coronilla y su principal afluente, el arroyo Junquito. Es fundamental contribuir a generar una línea de base de conocimiento de estos cursos ya que los mismos atraviesan zonas de uso ganadero y agrícola, desembocando en la playa Santa Lucía del

Este donde se le da un uso recreativo por parte de los residentes y visitantes de la zona. Además de ser estos cursos de agua importantes como eje del bosque ribereño y su diversidad biológica asociada. También se trabajó sobre las costas del balneario Santa Lucía del Este, dado que es un área de público acceso, la cual a su vez presenta diversos ambientes naturales de interés y es de intenso uso por la población principalmente durante la época estival y asociada al turismo de "sol y playa". Estos estudios contemplan criterios desde la óptica de las Geociencias con un enfoque interdisciplinario, buscando tener un vínculo cercano a la comunidad.

Se presentan a continuación los antecedentes identificados en el APA-Laguna Blanca, así como los generados para la elaboración del presente estudio.

2. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

2.1. UBICACIÓN.

Considerando el área continental del APA- Laguna Blanca, la zona de estudio forma parte de la cuenca del arroyo de la Coronilla y sus afluentes, que se encuentra a la altura del kilómetro 67 de la ruta nacional Interbalnearia, departamento de Canelones (Figura 1). Hacia el suroeste se encuentra el balneario Santa Lucía del Este, que cuenta con una población estable de 286 habitantes (INE, 2011), incrementándose en la temporada de verano.

Hacia el sureste la cuenca limita con el balneario Biarritz, que tiene una población estable de 57 habitantes (INE, 2011), que también se incrementa durante la temporada de verano. Hacia el noreste de la cuenca los padrones rurales pertenecen principalmente al Instituto de Colonización (INC-Inmueble N° 682) donde se desarrollan diferentes actividades agropecuarias y al noroeste de la cuenca la actividad principal está marcada por plantaciones forestales.



Figura 1. Mapa general de ubicación del APA-Laguna Blanca (en verde). Modificado de: Bonifacino et. al. 2022.

2.2. GEOLOGÍA

Las unidades geológicas que afloran (Figura 2) en la zona costera en estudio están conformadas por rocas del basamento cristalino Paleoproterozoico y sedimentos cuaternarios a actuales.

Dentro de los sedimentos cuaternarios se puede distinguir la formación Libertad, definida y caracterizada por Goso (1965) y reproducida sin modificaciones relevantes por Goso & Bossi (1966, 1969). Se caracteriza por contener fangos, loess con variables contenidos de arenas, pardo rojizas, incorporando carbonato de calcio multiforme, generando morfologías suavemente onduladas. Algunos sondeos indican que esta unidad no supera los 30 m de potencia.

Lo que algunos interpretan como intercalación con niveles ingresivos (Formación Chuy) permitiría segregar los “eventos” Libertad I y Libertad II, que se preservarían esencialmente como terrazas elevadas y medias. Se propuso para esta formación una sedimentación en clima semiárido con períodos húmedos, condiciones diluviales, asociados a condiciones climáticas reinantes en momentos de glaciación (nivel del mar bajo). Libertad I estaría asociada a clima seco y frío mientras que Libertad II a clima cálido y más húmedo (Panario & Gutiérrez, 1999).

Se asume habitualmente que la Formación Libertad se ha depositado en el Pleistoceno Medio-Temprano, esencialmente por criterios estratigráficos (Martínez & Ubilla, 2004).

Hacia la naciente del arroyo de la Coronilla, se ubica el granito denominado granito de la Coronilla, definido originalmente como Granito de Coronilla (Jones 1956). Se lo describe como un leucogranito de grano fino a grueso equigranular, constituido por minerales de cuarzo, microclina, ortosa y plagioclasa, minerales accesorios biotita y muscovita. Este granito se encuentra en la denominada Suite granítica Mosquitos, la cual agrupa un conjunto de granitos con mineralogía peraluminosa con deformación variable afectadas por la zona de cizalla que se expresa en el cerro mosquitos (Spoturno et. al 2004).

Al noroeste de la cuenca se encuentra la Formación Piedras de Afilas, roca metasedimentaria siliciclástica de una potencia de 700 metros aproximadamente, de estrato y granodecreciente. Esta se constituye por pequeños ciclos de potencia centimétrica granocrecientes, que va de conglomerados con clastos subangulosos a areniscas gravillosas cuarzosas bien redondeadas, generalmente masivas y con estratificación cruzada planar, con alternancia de arcillas arenosas finas grises con laminación plano paralela y estructuras de tipo lenticulares (Spoturno et. al 2004). Existe discordancia erosiva sobre la unidad anterior donde se desarrolla un paquete de 300 metros de potencia de areniscas medias a gruesas, cuarzosas, bien seleccionadas las que conforman subciclos estratodecrecientes con ripples de tendencia asimétrica en el techo de cada estrato. Estos ciclos se alternan con areniscas limosas finas, ferruginosas y areniscas silicificadas. Esta unidad grada a pelitas con estratificación predominantemente plano paralela y ocasionales lentes de arena fina a muy fina y laminación ondulada. La unidad mencionada de potencia aproximada a los 350 metros, se encuentra fuertemente intruída por diabasas (Spoturno et. al 2004).

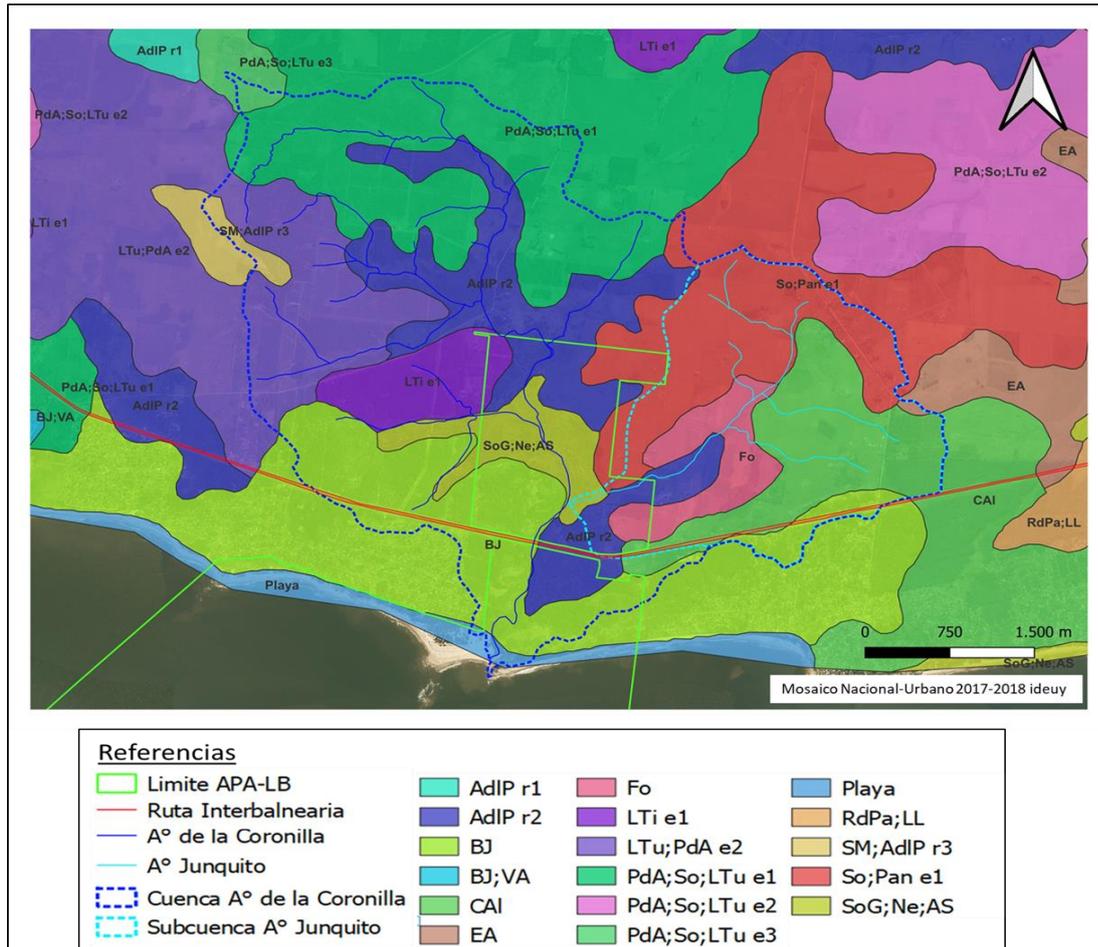


Figura 3. Unidades cartográficas de suelos en el área APA Laguna Blanca y cuenca del arroyo de la Coronilla y su afluente principal, arroyo el Junquito

Tabla 1. Síntesis de los suelos presentes en la cuenca total del arroyo de la Coronilla y su afluente principal, arroyo Junquito.

| Unidad | Nombre | Serie dominante | Geomorfología y geología | Area Km2 | Area % |
|------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| BJ | Complejo indiferenciado Balneario Jaureguiberry | Arenosol ócrico | Se desarrollan a partir de sedimentos arenosos removidos eólicamente en el cuaternario o actualmente depositados sobre sedimentos arcillo arenosos de la Fm. Libertad. | 3,45 | 15,61 |
| CAI | Complejo indiferenciado Cuchilla Alta | Arenosol ócrico | Esta unidad se desarrolla en un relieve de dunas costeras, a partir de sedimentos de formaciones cuaternarias pleistocénicas y holocénicas | 2,26 | 10,22 |
| So;Pan e1 | Complejo indiferenciado Soca;Pando e1 | Brunosol Subéutrico típico limo arcilloso | Se desarrolla en un relieve de lomadas fuertes, a partir de sedimentos limo arcillosos de Fm Libertad, sobre rocas del Basamento Cristalino perteneciente a la Fm Montevideo y granitos. | 2,86 | 12,94 |
| PdA;So;LTu e1+e2 | Complejo indiferenciado Piedras de Afilar; Soca; La Tuna e1 | Argisol Subéutrico Melánico Abruptico limoso | Se desarrolla en un relieve de lomadas fuertes, a partir de sedimentos limo arcillosos de Fm Libertad, sobre rocas del Basamento Cristalino perteneciente a la Fm Montevideo y granitos. | 3,90 | 17,62 |
| LTu;PdA e2 | Complejo indiferenciado La Tuna; Piedras de Afilar e2 | Brunosol Subéutrico típico limo | Se desarrolla en un relieve de colinas costeras, a partir de sedimentos cuaternarios poco potentes de la Fm Libertad, rocas ígneas intrusivas y metamórficas de basamento cristalino. | 2,20 | 9,93 |
| AdIP r2 | Complejo indiferenciado Arroyo de los Padres r2 | Brunosol Dístico Háplico areno francoso | Se desarrolla en relieve de valles fuertes rocosos, a partir de rocas ígneas intrusivas y metamórficas de basamento cristalino. | 3,67 | 16,59 |
| LTi e1 | Complejo indiferenciado Los Titanes e1 | Brunosol Subéutrico Lúvico limo arcilloso | Se desarrolla en un relieve de lomadas suaves costeras, sobre sedimentos de la Fm Libertad. | 1,03 | 4,65 |
| SoG;Ne;AS | Complejo indiferenciado Solís Grande; Neptunia; Arroyo Solís | Gleysoles háplicos y Fluvisol heterotextural | Se desarrolla en un relieve de planicie costera a partir de formaciones cuaternarias pleistocénicas modernas y holocénicas. | 0,99 | 4,48 |
| Fo | Consociación Fortín | Planosol Dístico ócrico francoso | sedimentos aluviales recientes y actuales de formaciones cuaternarias pleistocénicas modernas y holocénicas. | 0,96 | 4,35 |
| SM;adIP r3 | Sin información disponible | | | 0,16 | 0,73 |
| Playa | | Arenas no fijadas por vegetación o con vegetación psamófila poco densa | | 0,63 | 2,86 |
| | | | | 22,12587 | 100 |

Los principales suelos (Gran Grupo), según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (1976), tanto por porcentaje como importancia del área del APA-LB como para este trabajo son:

-Gran Grupo Brunosoles: El concepto central de este Gran Grupo es el de suelos oscuros, con contenidos elevados de materia orgánica y en general de texturas medias (textura fina es dominancia de arcilla y limo, mientras que gruesas es dominancia de arena), por lo menos en los horizontes superficiales.

La secuencia de horizontes más común es A-B-Cca (Figura 4). En general, cuando falta el horizonte B, el carácter se asocia a suelos de escasa profundidad. El horizonte B es en general argilúvico, moderadamente diferenciado, de color oscuro y con una estructura bien expresada, pero que no restringe excesivamente los movimientos del aire y del agua.



Figura 4. Características de referencia de Brunosoles. Fuente: modificado de <https://museovirtualdesuelos.net>

-Gran Grupo Arenosoles: Suelos Poco Desarrollados que carecen de horizontes diagnóstico subsuperficiales, excepto tal vez un horizonte gleico (saturado con agua por suficiente tiempo para generar unas condiciones reductoras) a más de 120 cm de profundidad, de texturas gruesas (arenosa franca y arenosa) hasta una profundidad considerable (Figura 5). El desarrollo del perfil es incipiente o nulo, existiendo como único horizonte diagnóstico un horizonte ócrico (horizonte que tiene color demasiado claro o demasiado poco carbono orgánico). Poseen horizontes con límites claros y colores o texturas diferentes, pero no relacionados al desarrollo monocíclico del perfil, sino a estratificación de origen aluvial y carecen de contacto lítico a menos de 50 cm de profundidad.

El material madre está constituido por arenas de origen fluvial o marino, que en la mayoría de los casos han sido redistribuidas por el viento dando origen a la formación de dunas. La

vegetación natural consiste en pastos y hierbas, generalmente tan escasos que no alcanzan a cubrir el suelo. Las partes elevadas de las crestas de playa, tanto costeras como lagunares, se caracterizan por la presencia de Arenosoles con un tapiz gramíneo denso, con un horizonte A más desarrollado. Muchos Arenosoles están cubiertos por vegetación forestal artificial, fundamentalmente basada en pinos.

Además de los procesos pedogenéticos señalados anteriormente, la conveniencia de incluir todas las arenas poco edafizadas en un solo Gran Grupo está indicada por las numerosas e importantes propiedades físicas y químicas comunes a todas ellas. Tienen baja capacidad de retención de agua, infiltración y permeabilidad rápidas, carecen de estructura y poseen baja capacidad de intercambio catiónico.

Las playas y dunas móviles sin vegetación o con vegetación insuficiente para estabilizar la arena no se consideran suelo y en consecuencia quedan excluidos de los Arenosoles: Se les denominará Arenas.

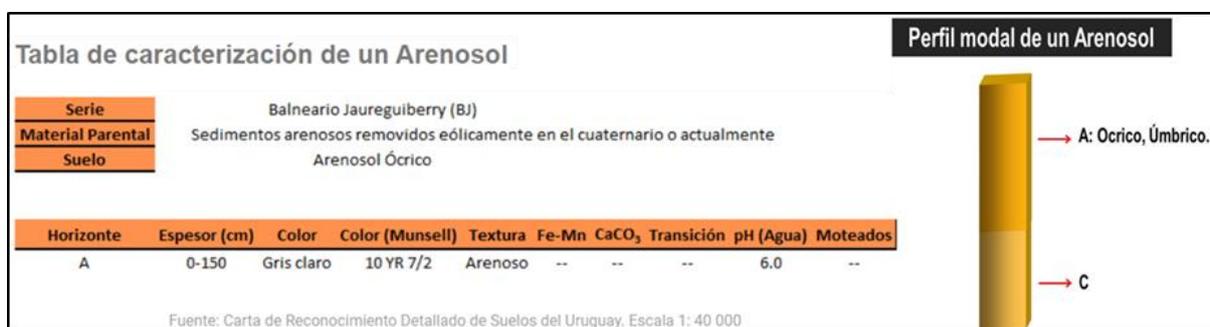


Figura 5 Características de referencia de Arenosoles. Fuente: modificado de <https://museovirtualdesuelos.net>

-Gran Grupo Argisoles: Este Gran Grupo comprende los suelos donde, si bien la lixiviación (desplazamiento de sustancias) de arcillas no alcanza en muchos casos a un grado máximo, es, no obstante, el proceso pedogenético dominante (Figura 6). Cuando en el perfil existen procesos de acumulación de materia orgánica que han generado un horizonte melánico (rico en materia orgánica, espeso, de color negro), el suelo para ser considerado Argisol debe presentar un horizonte argilúvico (horizonte de acumulación de arcillas iluviales, horizonte Bt en Uruguay) muy bien expresado, como indicativo de que el proceso de lixiviación de arcilla es el dominante.

En su grado máximo de desarrollo pueden presentar un horizonte argilúvico suficientemente compacto o impermeable como para generar una napa colgada, pero poco durable, fenómeno que se traduce en un horizonte A2 o E (horizonte eluvial de pérdidas como de arcilla o hierro

y consecuentemente acumulación de arena y limo de colores claros) discontinuo o muy delgado, que no tiene un valor taxonómico muy importante.



Figura 6. Características de referencia de Argisoles. Fuente: modificado de <https://museovirtualdesuelos.net>

2.3. RED DE DRENAJE.

El principal curso fluvial es el arroyo de la Coronilla, el cual drena de norte a sur aproximadamente con una extensión de 8 km en su cauce principal. El único afluente del arroyo de la Coronilla es el arroyo Junquito el cual presenta un cauce principal de 3,8 km aproximadamente. Ambos se desarrollan con forma dendrítica, conformando una cuenca de orden 3 (metodología Horton-Strahler) con un área total de 21,3 km² desembocando directamente en el Río de la Plata (Figura 7).

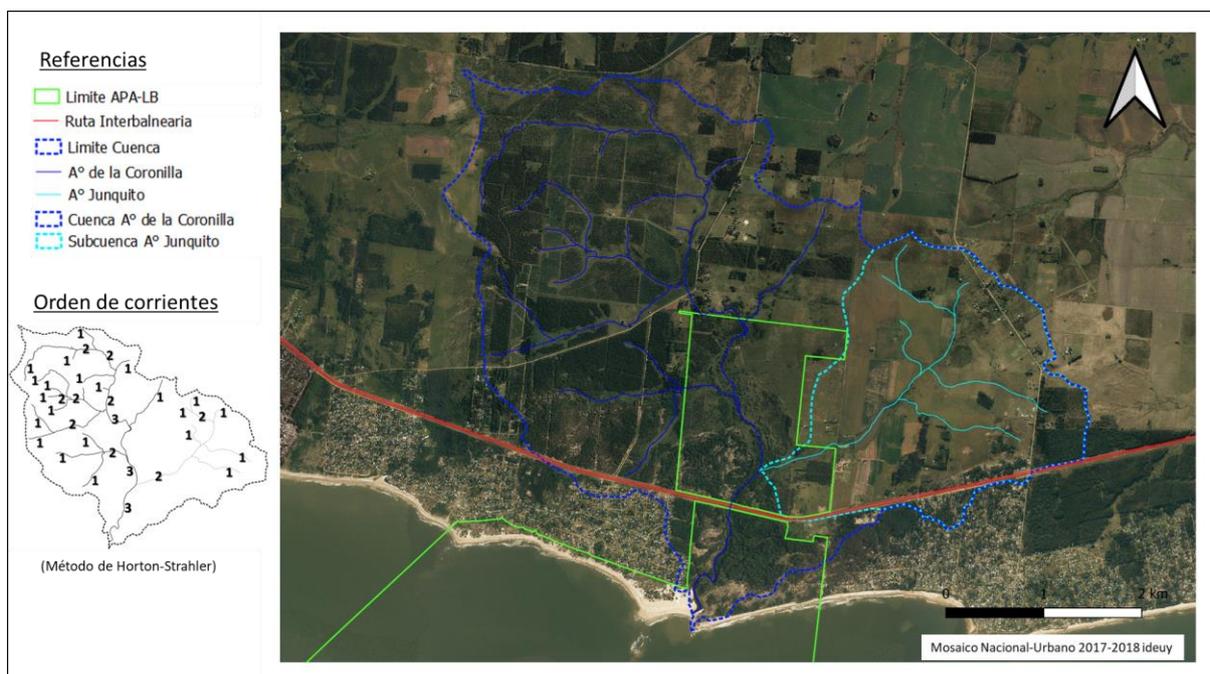


Figura 7. Cuenca del arroyo de la Coronilla (en azul arroyo de la Coronilla), su afluente el arroyo Junquito (en celeste) y límite del APA-LB (en verde).

El arroyo de la Coronilla es el que presenta mayor relevancia en cuanto al área de cuenca y longitud de cursos (considerándose el total de arroyos y cañadas permanentes e intermitentes), presenta cursos más anchos, entallados y de mayor persistencia, lo cual

seguramente generarían un mayor caudal (no cuantificado en este estudio) que el Arroyo Junquito pese a que tengan similar densidad de drenaje (Tabla 2).

Esta cuenca agrupa una serie de afluentes que atraviesan zonas con diferentes usos del suelo (ver Figura 7) desde forestación, producción intensiva agrícola - ganadera, urbana y turística.

Tabla 2. Características hidrográficas de los arroyos.

| | Cursos (km) | Cuenca (km ²) | Densidad de drenaje (km/km ²) | Embalses (km ²) |
|---------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| A° de la Coronilla | 25,23 | 15,17 | 1,66 | 0,034 |
| A° Junquito | 8,20 | 6,13 | 1,34 | 0,072 |
| Total Cuenca | 33,42 | 21,30 | 1,57 | 0,106 |

La subcuenca del arroyo Junquito atraviesa sectores con un uso intensivo del suelo, presenta modificaciones mayores en cuanto a los desagües, tajamares, embalses y formas de los cursos de agua (Figura 8), siendo un 1.17% de su cuenca afectada por embalses (en referencia a cualquier tipo de acumulación de agua artificial), lo que hace que presente mayor afectación (ver Tabla 2).



Figura 8. Arroyo Junquito con tajamares, embalses y actividad agropecuaria intensiva.

En cambio, en el sector alto del arroyo de la Coronilla la actividad principal es la forestación (Figura 9), presentando menor cantidad y menor tamaño de tajamares, siendo el factor más contrastante con el arroyo Junquito.

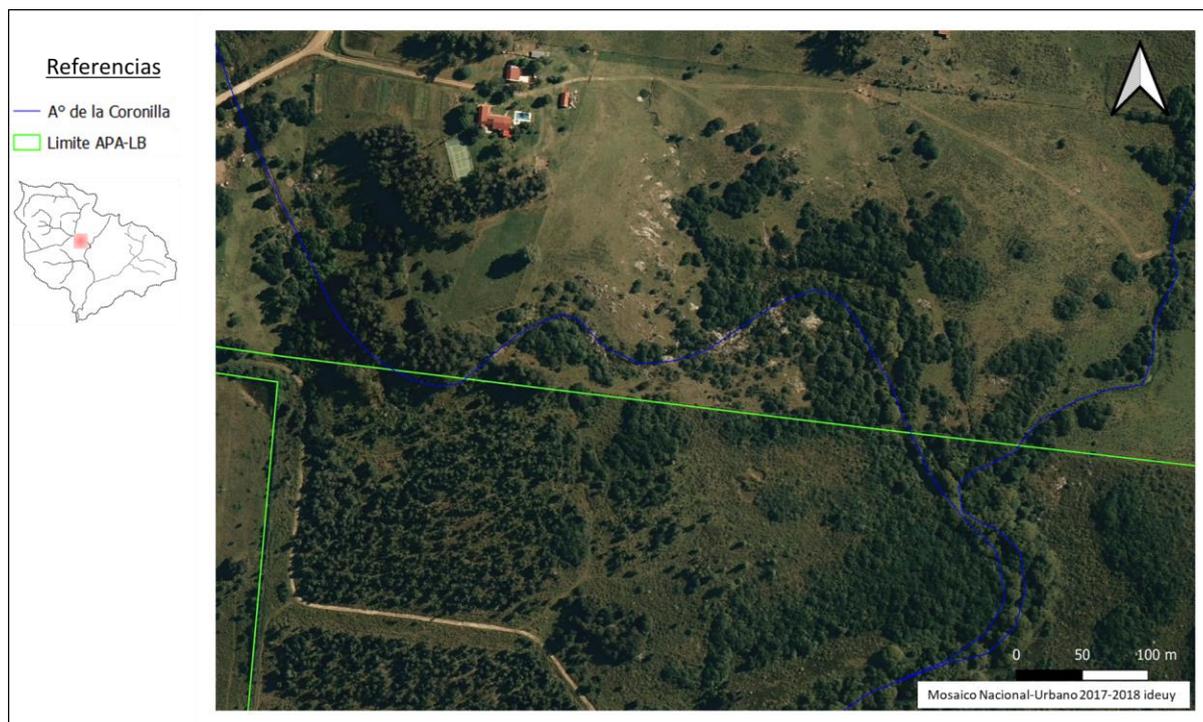


Figura 9. Arroyo de la Coronilla con monte ribereño y forestación.

2.3.1 CALIDAD DE AGUA.

En un estudio realizado en el área del APA-Laguna Blanca, en el marco de un Proyecto CSIC, Brugnoli (2009) evaluó parámetros físico-químicos y microbiológicos, así como la variabilidad espacial (aguas arriba /desembocadura) y temporal (estival / no estival) de cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del Río de la Plata menores a 3 metros de profundidad. En particular en el arroyo de la Coronilla se registraron valores máximos y mínimos de temperatura superficial en el mes de diciembre (2009 y 2010 respectivamente), y valores más elevados en la desembocadura. La salinidad fue representativa de sistemas de agua dulce aguas arriba (0.5) y de sistemas sub-estuariales (>20) en desembocadura. El oxígeno disuelto presentó valores bajos (<5 mg/L) en general y eventos de hipoxia (< 2.5 mg/L) aguas arriba. Los indicadores de calidad de agua (coliformes fecales y DBO5) en general mostraron valores dentro del rango permitido de acuerdo con el Decreto 253/79. Por último, el nitrógeno y fósforo total presentaron los mayores valores durante marzo, en las estaciones aguas arriba sugiriendo aportes provenientes de la cuenca media y alta. Los valores de concentración detectados de fósforo total en agua, son superiores al máximo permitido por el Decreto 253/79

(0,025 mg L⁻¹). El informe concluye que los resultados encontrados sugieren un mejor estado de calidad del agua en el arroyo de la Coronilla en comparación con los demás sistemas analizados (Arroyos El Bagre, La Tuna y Sarandí) y que los valores encontrados podrían estar asociados con una menor densidad de ocupación urbana en la cuenca del Arroyo de la Coronilla, en comparación con el resto de los sistemas analizados (Brugnoli, 2009).

Por otro lado, la Intendencia de Canelones presenta el Sistema Integrado de Monitoreo de Aguas y Playas de Canelones (SIMAS), compuesto por herramientas que permiten la transparencia de información sobre el estado de los cursos de agua del departamento. Es una plataforma web, pública, que permite a las personas acceder a datos de calidad del agua de arroyos, ríos y lagos del departamento (ver cita en Bibliografía).

2.3.2. ICTIOFAUNA.

Las actividades humanas en la cuenca de drenaje generan impactos negativos en la calidad de agua de los cursos allí presentes (Inda & Indarte, 2010). Tanto las fuentes de contaminación puntuales como difusas y su distribución en el tiempo y espacio contribuyen al deterioro de los ambientes dulceacuícolas, generando impactos negativos en los organismos acuáticos. Particularmente los peces son organismos sensibles a cambios en el ambiente, con lo cual resultan en buenos indicadores para el biomonitoreo de los sistemas porque tienen la capacidad de integrar los efectos negativos de las fuentes de contaminación en los niveles más bajos de la cadena trófica (Texeira de Mello 2007; Texeira de Mello et al. 2011).

Uruguay presenta una alta diversidad de especies de peces dulceacuícolas producto de su ubicación geográfica y de la influencia de las grandes cuencas de drenaje como son la cuenca del Río Uruguay y la cuenca de la Laguna Merín. Alrededor de 250 especies están presentes en nuestros cursos interiores, destacando por su mayor diversidad los grupos Characiformes (ej. Dorados, Mojarra y Dientudos, entre otros), Siluriformes (Bagres y Viejas del agua) y Cyprinodontiformes (Madrecitas y peces anuales) (Texeira de Mello et al. 2011).

En este sentido, los peces anuales del género *Austrolebias*, despiertan un particular interés en la conservación dado que son organismos que presentan un ciclo de vida anual. Estos peces, viven asociados a ambientes particulares (charcos temporales en ambientes productivos) muy sensibles a los cambios en los usos de suelo de la cuenca y con una distribución geográfica restringida (Berois et al. 2012; Soutullo et al. 2013). Los individuos juveniles y adultos de esta especie se desarrollan y reproducen entre el otoño y la primavera, cuando llega la estación seca los charcos se secan progresivamente quedando los huevos y

embriones enterrados esperando mejores condiciones ambientales para eclosionar y desarrollarse. Este proceso es posible gracias a adaptaciones que presentan los organismos para resistir a la desecación, por ejemplo un recubrimiento vitelino grueso y diapausas temporales (Berois et al. 2012; Texeira de Mello et al. 2021; Serra et al. 2023). La coevolución de los *Austrolebias* con los ambientes que habitan, su ciclo de vida particular y el creciente número de amenazas que presenta la especie, la convierten en especie prioritaria para la conservación en Uruguay según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Soutullo et al. 2013).

Particularmente, el área de estudio, es un área que ha estado históricamente sub muestreada (Franco Texeira de Mello, com per. 2023). Sin embargo si existe un antecedente de registro de *Austrolebias charrua* en San Carlos en la cuenca del Arroyo Maldonado, en un registro que extendió en más 100 Km el rango de distribución de la especie en Uruguay, antes asociada principalmente a la cuenca de la Laguna Merin (Texeira de Mello et al. 2021). Dada la proximidad de San Carlos con el área de estudio y la similitud entre los ambientes, es que surge la expectativa de poder encontrar algún ejemplar de *Austrolebias sp.* asociado a la cuenca del arroyo de la Coronilla, lo cual surgiría como una ventana de oportunidad para la conservación de los diferentes ambientes acuáticos en futuros sectores a incorporar del APA-Laguna Blanca.

2.4. GEOMORFOLOGÍA COSTERA.

La franja costera en el departamento de Canelones abarca 70 kilómetros de longitud y conforma anchos variables de metros a unos cientos de kilómetros (Spoturno et. al 2004). Los cuales también presentan unos 18 kilómetros de acantilados, con alturas que varían entre 2,5 y 15 metros. Las plataformas, oscilan entre 1500 y 2000 metros de extensión, están compuestas por fangos marrones (Pleistoceno) o negros (Holocenos) de manera semipermanente. A su vez, 52 kilómetros de toda esa costa presentan dunas tanto móviles como fijas (Goso, 2011; Goso et. al, 2014). Estas últimas se deben a la forestación que comenzó luego de 1930, así como también a la urbanización (Panario & Gutiérrez 2006)

Spoturno et. al (2004) distinguen básicamente tres regiones geomorfológicas en el Departamento de Canelones: Región I Faja Costera, Región II Planicies, Región III Terrenos Ondulados. Dentro de la región Franja Costera, se define la “Zona 2 Fortín de Santa Rosa - Cuchilla Alta”, la cual comprende dos áreas, una Oriental y otra Occidental. El área Oriental, situada entre los balnearios Los Titanes y Cuchilla Alta, presenta un área externa que comprende un amplio sistema de playas de poca longitud, que alternan con frecuentes puntas rocosas de escasa magnitud pero que son determinantes en los cambios de dirección de la

faja de playa, en las que se reconocen extensas zonas de erosión que alternan con escasas zonas de acumulación; y un área interna, que es relativamente angosta, entre 200 y 500 metros de ancho, siendo el máximo de unos 1500 metros que se ubica frente al balneario Santa Lucía del Este. La influencia costera se reconoce fácilmente por la presencia de importantes campos de médanos, en la mayor parte de los casos semifosilizados.

Hacia el continente donde aflora el basamento rocoso, existe un sistema de lomadas de tipo cóncavo-convexo donde el autor distingue dos zonas: una con rocas altamente deformadas y que son de carácter milonítico, que conforman un paisaje de lomadas alargadas, con dirección este-oeste con pendientes moderadas a fuertes y entalles de cursos de agua bien disectados, en ocasiones terrazas aluviales; otra zona con litologías del tipo granítico con y sin deformación y secuencias metamórficas asociadas, que conforman un paisaje de lomadas cóncavo-convexo a plano convexo sin direcciones preferentes, en las que se observa un desarrollo de glaciares de coluvionamiento y aluvionamiento en laderas y valles respectivos, los que denotan la madurez del paisaje. Las altitudes son de 40 a 70 metros. Por último, se encuentra el relieve de lomadas alargadas de la Formación Piedras de Afilas, estas presentan una dirección estructural clara de Noroeste, con laderas asimétricas de pendientes moderada hacia el Suroeste y fuerte al Noreste. La altura máxima corresponde a la cota 125,52 metros (Spoturno et. al 2004).

2.4.1. VEGETACIÓN.

El área entre el arroyo La Tuna y el arroyo de la Coronilla (balnearios de La Tuna, Araminda y Santa Lucía del Este) conformaban un arenal según fotografías aéreas de principios del siglo XX. A principios de dicho siglo, por iniciativa privada, se forestaron amplios sectores de la costa de Canelones con especies de pinos, en un intento de frenar el avance de las arenas, llevar sombra y resguardo a un paisaje que en ese entonces era considerado árido y sin provecho. A partir de entonces comenzaron los planes de urbanización y fraccionamiento de terrenos para la instalación de localidades balnearias. Para 1929 surge el balneario Las Toscas, en la década de 1930 se forman los balnearios de Santa Lucía del Este, Cuchilla Alta, Costa Azul, La Tuna, Biarritz, Argentino, Jaureguiberry, La Tuna y Salinas (MVOTMA, 2017).

Históricamente en Canelones los ecosistemas más extendidos en la franja costera, que han sido los que han sufrido gran impacto por la urbanización son los arenales, bosque y matorrales costeros. Actualmente ocupan una fracción muy reducida y se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del país. Los bosques y matorrales psamófilos han disminuido dramáticamente, su extensión actual en la zona se restringe a poco más de una

decena de parches distribuidos a lo largo de la Costa de Oro (Canelones). Corren un inminente riesgo de desaparición por la expansión urbana y la invasión de flora exótica (MVOTMA, 2017).

Los arenales han sido fijados y cubiertos por las arboledas que dan hoy la identidad a esta región, pero es central permitir grandes espacios de playa sin urbanizar y sistemas de dunas sin fijar por vegetación arbórea exótica (Pinos, Acacias, Eucaliptus) para permitir el flujo de arena, evitar la pérdida de playas y que actúen con una dinámica natural (MVOTMA, 2017).

En particular en la zona de la playa de Santa Lucía del Este (Bonifacino et. al. 2022) se desarrolla bosque y matorral psamófilo, con vegetación herbácea asociada. Se presentan diferentes tipos de vegetación en la costa, como sufrútices (chirca blanca y de monte), árboles, arbustos en el matorral y bosque psamófilo, bosque ribereño, herbáceas psamófilas, palustres, uliginosas y halófilas. También se presentan poblaciones grandes de especies particulares (*Ephedra tweediana*), ejemplares añosos (*Colletia paradoxa* de más de 100 años) o especies especies muy poco frecuentes en Canelones (*Calystegia soldanellay Calycera crassifolia*) que necesariamente se deben proteger (Figura 10) (Bonifacino et. al. 2022). Se propone abordar esta temática mediante el estudio de formaciones vegetales de Fagúndez & Lezama (2005), siendo posible la categorización para la zona: bosque hidropsamófilo, bosque en transición, matorral en transición, bosque ribereño, herbáceas uliginosas, herbáceas halófilas y herbáceas psamófilas.

Como particularidad en la desembocadura del arroyo de la Coronilla se encuentra un sistema de dunas móviles. En la actualidad, es el único sistema móvil en la zona entre los arroyos Solis Chico y Solis Grande (47% de la costa de Canelones) (Bonifacino et. al. 2022).

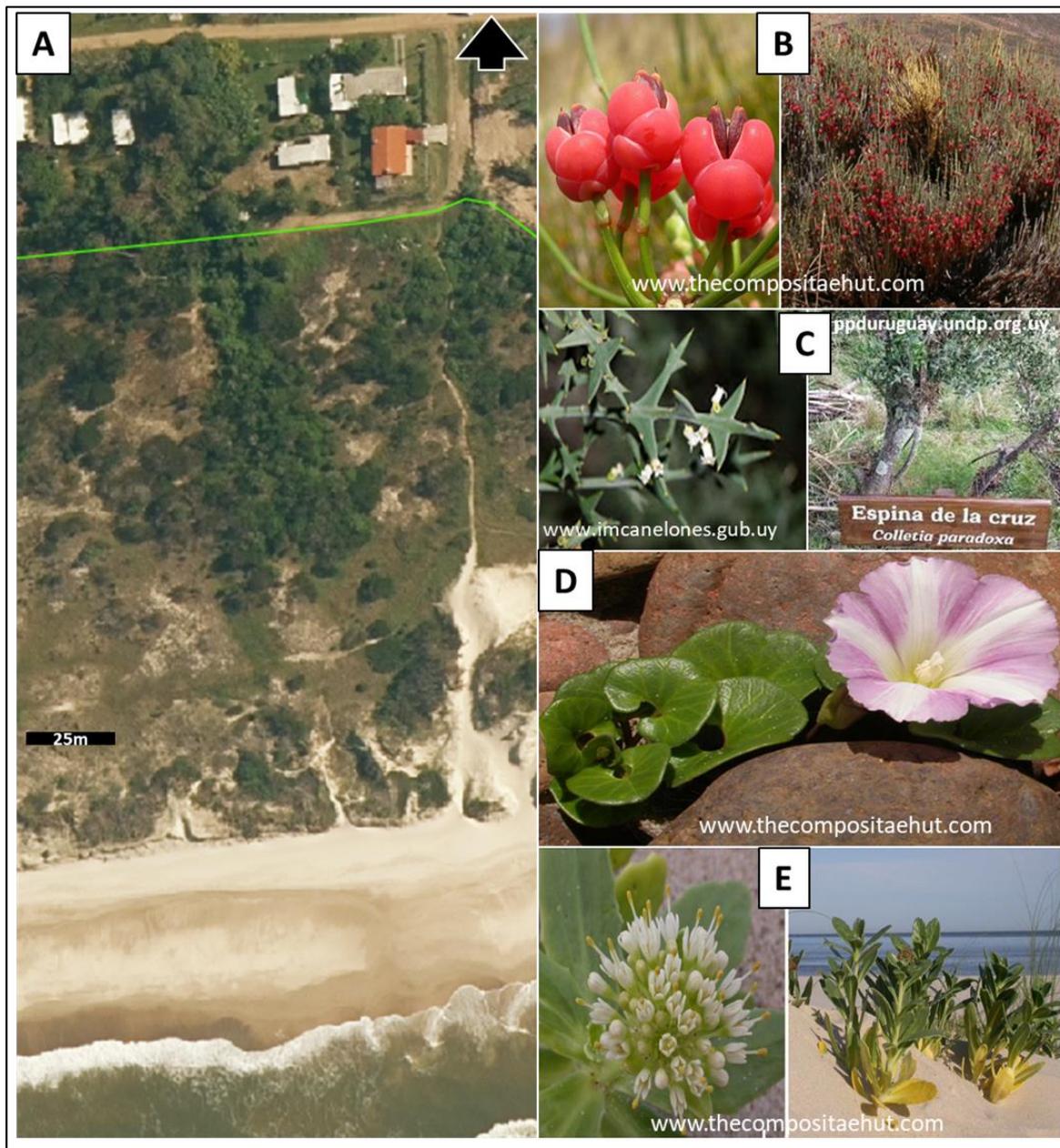


Figura 10. A: Imagen donde se observan diferentes formaciones vegetales, B: *Ephedra tweediana* (pico de loro, gimnosperma nativa), C: *Colletia paradoxa* (espina de la cruz) D: *Calystegia soldanella* (campanita de las dunas), E: *Calycera crassifolia* (calicera).

2.4.2. FRANJA COSTERA.

No existen antecedentes de estudios de la franja costera de la zona, pero, a partir de una denuncia realizada por vecinos en la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (ex DINAMA) mediante expediente 2020/14000/003660, se menciona la problemática en la zona de la desembocadura del arroyo de la Coronilla. En dicho documento, se realiza un diagnóstico de la zona de la desembocadura, se describe la situación del avance dunar, se realiza un perfil topográfico utilizando el modelo digital del terreno, y se proponen diversas acciones para resolver el problema. Entre ellas se destacan: la colocación de barreras en

sitios específicos de la playa para disminuir la velocidad del viento y permitir que la arena que está siendo transportada se deposite, colaborando en la reconstrucción del cordón dunar litoral; colaborar estas acciones con la revegetación del sitio con especies vegetales herbáceas psamófilas, y, por último, devolver la arena a la playa. Como complemento, y para tener éxito en las acciones de restauración, se sugiere ordenar los accesos peatonales procurando garantizar el acceso público a la playa y evitando la pérdida de calidad del sistema costero.

Por otra parte, en el año 2022, estudiantes de la Facultad de Ciencias llevaron a cabo mediciones de pendiente, compactación del suelo, colecta de muestras de arena para la determinación de la granulometría y medición de parámetros fisicoquímicos del agua, en la playa Araminda, Santa Lucía del Este y Biarritz, en el marco de un trabajo final de Curso (Bravo et al. 2022; Arbiza et al. 2022). Particularmente, para el arco de playa de Santa Lucía del Este y zona de desembocadura, se realizaron perfiles topográficos y muestreos de sedimentos al este y al oeste de la playa. A partir del análisis de estas muestras, se determinó la predominancia de arenas finas y variabilidad morfológica atribuibles a los cambios de energía, los cuales generaron variaciones en las pendientes de los diferentes sectores de playa. Con esta información, se concluye que las variables analizadas permiten describir al área de estudio como playas de carácter disipativo, de pendiente suave, con predominancia de grano fino y energía baja (Bravo et al. 2022; Arbiza et al. 2022).

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Generar información que contribuya al futuro plan de manejo del APA - Laguna Blanca, analizando la calidad de agua, identificando la ictiofauna de los dos principales cursos fluviales (arroyo de la Coronilla y arroyo Junquito), y caracterizando preliminarmente el sistema dunar y sus formaciones vegetales de la playa Santa Lucía del Este.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 3.2.1. Analizar la calidad de agua de las subcuencas del arroyo de la Coronilla, arroyo Junquito y la desembocadura de la cuenca.
- 3.2.2. Identificar especies de peces en las subcuencas mencionadas.
- 3.2.3. Realizar un mapa interpretativo de las formaciones vegetales y su relación con las dunas litorales en la zona este de la playa Santa Lucía del Este.
- 3.2.4. Proponer estrategias de gestión de acceso a la playa para minimizar la erosión dunar.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

A efectos de lograr los objetivos planteados se realizaron etapas de gabinete, campo y laboratorio.

4.1. GABINETE.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de estudios realizados en la zona del APA Laguna Blanca.

Por medio de la fotointerpretación de fotos aéreas a escala 1:20.000 del año 1966-67, que establece una base de referencia de estudio comparativo con imágenes satelitales de diversas fuentes y fechas, se lograron generar hipótesis de trabajo y definición de zonas a trabajar factibles a ser realizadas en el marco de este estudio que se detallan a continuación.

A partir de la comparación de las imágenes del 1966-67 y actuales (2000 - 2023) de la cuenca del arroyo de la Coronilla, se observaron cambios notorios, pasando de una cuenca donde predominaba la actividad agropecuaria, notoria erosión tanto laminar como en cárcavas, y la falta de vegetación arbustiva o de bosque a una situación donde se observan dos subcuencas contrastantes: en una se establece la producción forestal, el monte ribereño y la detención de la erosión, mientras que en la otra, la producción intensiva se mantiene, la erosión y modificación del suelo es apreciable (Figura 11). Estos cambios en las condiciones de las subcuencas y el actual contraste entre ambas, lleva a la suposición de que estas dos

subcuencas puedan tener un comportamiento diferente en cuanto a calidad del agua y su componente biótica. A partir de este análisis previo, se establecen diferentes puntos de muestreo.

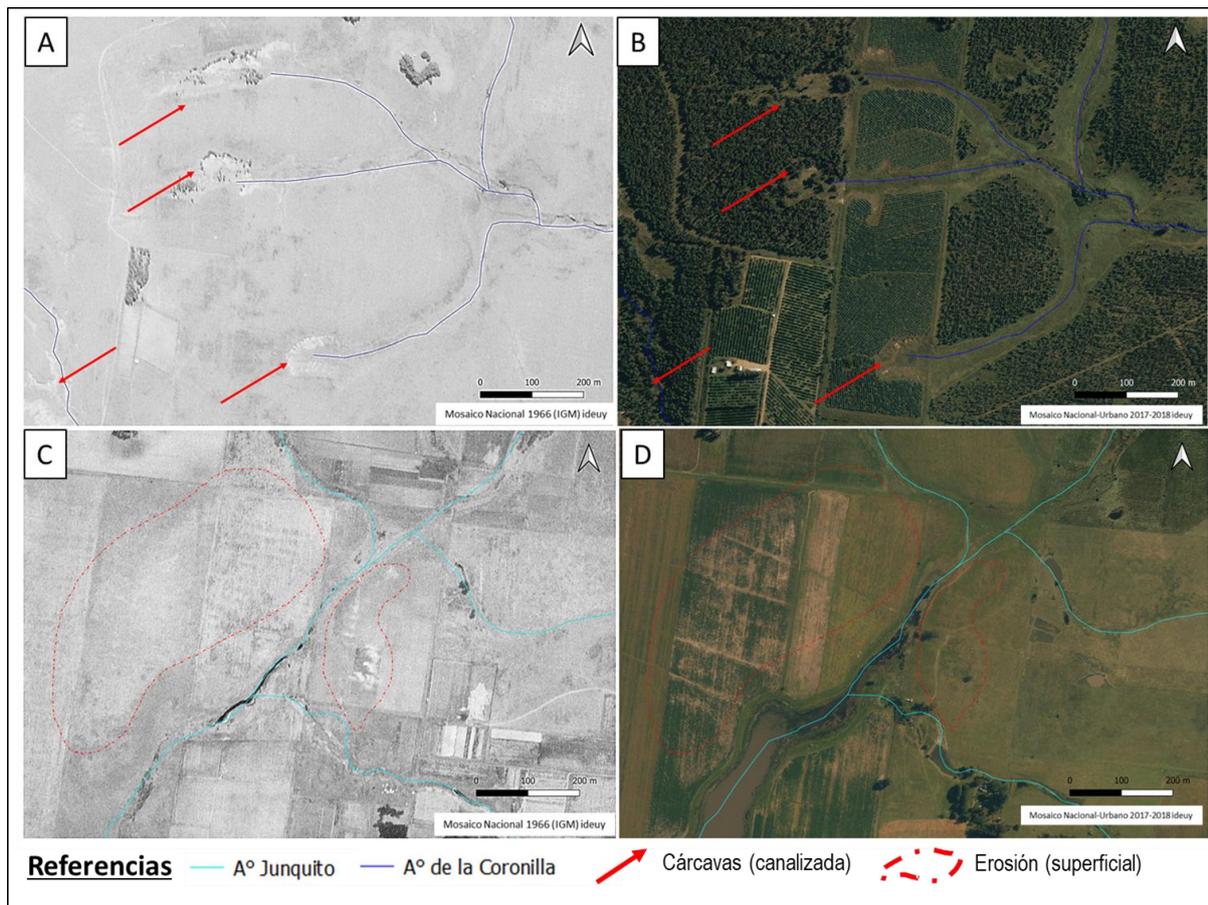


Figura 11. Fotointerpretación comparativa de la cuenca. A: Cárcavas canalizadas relacionadas a erosión en inicio de cauces y vegetación de pradera (imagen del año 1966). B (imagen actual): Mismas cárcavas que en A pero inactivas, forestación e inicio de monte ribereño. C: Erosión superficial o posiblemente laminar en lomadas vinculadas al uso de la tierra intensivo imagen del año 1966. D (imagen actual): Erosión superficial mantenida y acentuada actualmente. (Tomado de: https://visualizador.ide.uy/ideuy/core/load_public_project/GeoportalINE/)

Por otro lado, en la línea de costa se identificaron variaciones notorias en cuanto a su forma resaltando el contraste entre el oeste y este de la playa. En el oeste se genera el establecimiento y avance de un cordón de dunas continuo de pared marcada, mientras que al este se observa acumulación de arena en la playa y notorio avance de las dunas móviles. La modificación de bajadas, zonas de aumento de erosión, modificación de desagües o pequeñas cañadas también son remarcables (Figura 12).

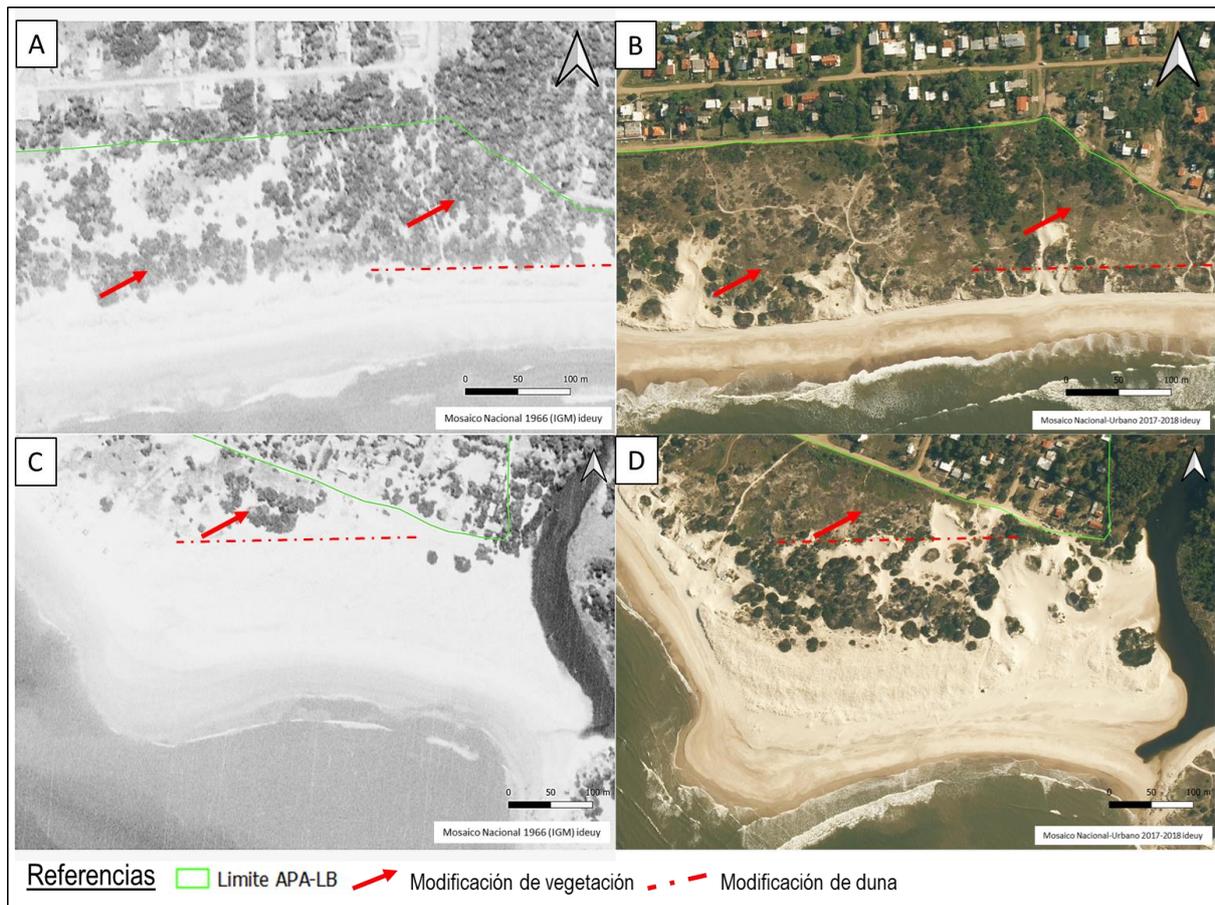


Figura 12. Fotointerpretación comparativa de la línea de costa. A (imagen del año 1966) y B imagen actual): zona oeste de la playa donde se observa el aumento del cordón de dunas en B (línea punteada) así como los cambios en vegetación. C (imagen del año 1966) y D (imagen actual): zona este de la playa donde se observa el aumento de la playa y dunas así como el aumento de la vegetación.

(Tomado de: https://visualizador.ide.uy/ideuy/core/load_public_project/GeoportalINE/)

En el estudio de la caracterización y evolución de la vegetación en la línea de costa se necesita estudiar conjuntamente con el tipo de dunas, la distribución de las mismas, el relieve y los suelos presentes. En la Figura 12 también se observan cambios en la vegetación vinculados a la evolución de la línea de costa; en la zona oeste de la playa se observan modificación en la composición (cambio de arbustivas por herbáceas) y abundancia siendo cambios que aparentan a una estabilización o a un sistema más antiguo, mientras que en la zona este, barrera de la desembocadura la vegetación llegó a colonizar un área donde no había vegetación o era incipiente, llegando al punto de presentar vegetación arbustiva discontinua.

4.2. CAMPO Y LABORATORIO.

4.2.1 Red de drenaje

4.2.1.1. Calidad de agua.

Se llevó a cabo un muestreo el 24 de octubre de 2023 de calidad de agua en cuatro estaciones ubicadas sobre los cursos principales del área de estudio, tres de ellas sobre el arroyo de la Coronilla y una sobre el arroyo Junquito (Figura 13). Se colectaron muestras de agua en botellas plásticas de 500 ml, esterilizadas y enjuagadas previamente con la muestra. Una vez colectadas, fueron conservadas a 4°C y enviadas para el análisis de Nitrógeno total, Nitratos, Nitritos, Amonio, Ortofosfato, Fósforo total y DBO al laboratorio Acuatest en Maldonado. Para el caso de coliformes totales las muestras fueron colectadas con cámara de aire en su interior en un frasco de plástico, refrigeradas y transportadas al laboratorio Acuatest (Maldonado) el mismo día del muestreo. Asimismo, parámetros fisicoquímicos (Temperatura, Conductividad, Salinidad, pH, oxígeno (O₂) disuelto y porcentaje (%) de saturación O₂ , fueron registrados en campo con un Horiba Multiparámetro U-52.

Posteriormente para evaluar el estado trófico del sistema en cada punto de muestreo, se calculó el índice de estado trófico (IET) (Lamparelli, 2004). Dicho índice permite evaluar el estado del sistema a partir de la concentración de fósforo total (PT) mediante la siguiente ecuación: $IET (PT) = 10 * (6 - ((0,42 - 0,36 * (\ln PT)) / \ln 2)) - 20$, donde la concentración de PT se expresa en µg/L. Este índice ha sido utilizado con anterioridad por la Comuna Canaria para evaluar los sistemas de agua corrientes en el departamento (Goyenola et al. 2017).

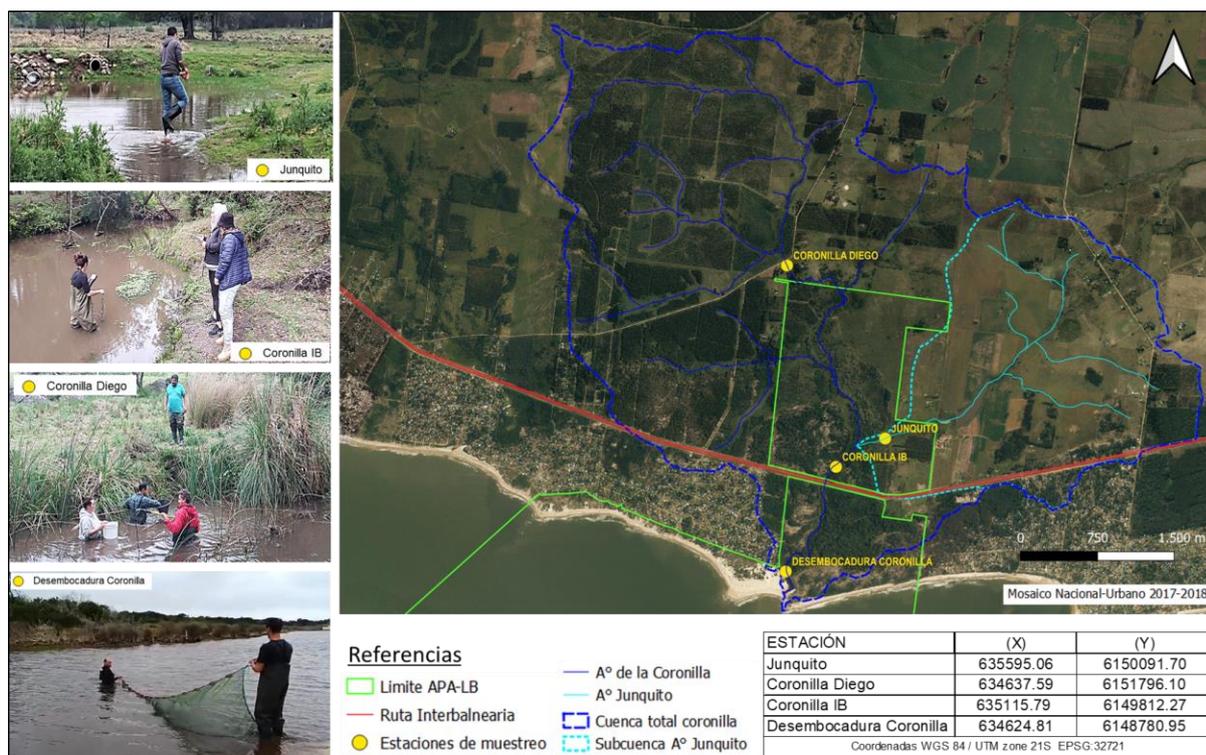


Figura 13. Ubicación de estaciones de muestreo de calidad de agua y peces.

4.2.1.2. Ictiofauna.

Para evaluar la abundancia de peces presentes en los cursos de agua del área de estudio se realizó un muestreo el 24 de octubre de 2023 de peces en las 4 estaciones. En tres de ellas (Coronilla Diego, Coronilla Interbalnearia (IB) y Junquito) se utilizó un equipo de pesca eléctrica y calderines manuales, mientras que en la desembocadura se empleó una red manual (ver Figura 13). La metodología con pesca eléctrica consistió en la realización de 50 pulsos en cada una de las estaciones caminando agua arriba por el cauce. Los individuos colectados fueron sacrificados con una dosis letal de eugenol siguiendo las recomendaciones de (CHEA) (Texeira de Mello, 2019). La identificación taxonómica de especies fue realizada en campo.

4.2.2 Franja costera

4.2.2.1. Vegetación.

Se realizó un estudio de fotointerpretación de formaciones vegetales; estudio de la forma del relieve por medio de generación de modelos digitales de terreno; fotointerpretación de las dunas y de suelos, generando mapas con diferentes unidades (Figura 14). Estos diferentes tipos de información cartográfica se integraron para generar patrones preliminares de vinculación entre ellos a ser corroborados a campo.

El estudio de vegetación, dunas y suelos de la línea costera en el campo, constó de la confirmación de las unidades fotointerpretadas en la etapa de gabinete solamente de la parte oeste de la playa, dada la extensión y complejidad de la misma, así como la relevancia de esta zona por su dinámica. Se relevaron las principales formaciones vegetales con los criterios de Fagúndez & Lezama (2005) y los planteados en Bonifacino et al 2022. Se clasificaron las unidades de fotointerpretación de relieve en términos de movilidad de dunas según Alonso y Bassagoda (2002) o etapa de desarrollo de las dunas siguiendo a Frías-Ureña (2022). En las unidades de fotointerpretación integradas por formaciones vegetales, relieve y tipo de duna, se realizaron pozos para caracterizar el grado de desarrollo o tipo de suelo desarrollado, integrando así la unidad de fotointerpretación de suelos para generar un mapa preliminar de la línea de costa en cuanto a establecimiento vegetal, funcionalidad de la duna y diversidad de ambientes.



Figura 14. Ejemplo de proceso de fotointerpretación. Mapa preliminar de unidades de fotointerpretación de unidades vegetales (superior) y mapa de modelo digital de terreno con curvas de nivel (inferior).

4.2.2.2. Granulometría, barreras de retención de arena eólica y bajadas peatonales.

Se llevó a cabo un relevamiento y descripción de las barreras eólicas de retención de arena eólica instaladas en la zona de mayor movilidad dunar (desembocadura de arroyo de la Coronilla y playa de Santa Lucía del Este), y se evaluó su efectividad. Se describieron estructuras sedimentarias indicadoras de direcciones de viento (ripples).

Fueron identificadas previamente en imágenes satelitales las bajadas peatonales de la playa, y se relevaron posteriormente en campo los días 23 y 24 de octubre. El criterio utilizado para la selección de bajadas se basó en:

- 1) Frecuencia de uso, y para esto, se necesitó colaboración de integrantes del grupo proponente del APA-Laguna Blanca.
 - 2) La distancia entre bajadas, para mantener una distancia razonable entre ellas.
 - 3) La pérdida de arena aparente según imágenes satelitales y relevamiento de campo.
- Se proponen cerrar las que más formas erosivas tienen asociadas.

Por último, se realizó una descripción de campo dunar y se tomaron dos muestras representativas de arena para una posterior caracterización granulométrica. Para ello, se realizó la extracción de muestras puntuales de arena de aproximadamente 1200 gramos, las cuales se colocaron en doble bolsa plástica y se etiquetaron. Los puntos de muestreo se observan en la Figura 15.



Figura 15. Ubicación de los puntos de muestreo de dunas.

El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias Geológicas (Facultad de Ciencias). El mismo consistió en el tratamiento preliminar para sedimentos. Se procedió a secar las muestras en horno eléctrico a 60°C, desagregarlas y someterlas a un cuarteo manual. Para ello, se colocó la muestra en una pila cónica y se separó el montículo en cuatro partes a lo largo de dos diámetros normales. Posteriormente, se retuvieron los cuartos opuestos para su análisis granulométrico. El proceso fue repetido hasta alcanzar la cantidad de muestra necesaria.

Luego de obtener aproximadamente 300 gramos de muestra, se procede al ensayo granulométrico. El tamizado es el método más común y ampliamente aceptado para separar en clases granulométricas establecidas. El análisis granulométrico se efectuó por tamizado con Ro-Tap (marca Restch AS 200) durante 10 minutos a una frecuencia de 60 Hz. Los tamices utilizados tienen la siguiente abertura: 2000 μm , 1000 μm , 500 μm , 250 μm , 125 μm , 63 μm , ciego.

Los resultados de los ensayos granulométricos se procesaron en planillas electrónicas que fueron utilizadas para obtener los gráficos y parámetros estadísticos texturales mediante el empleo del software GRADISTAT Versión 8.0 que calcula los parámetros de tamaño de grano aritméticamente, geométricamente (en microns) y logarítmicamente (usando la escala phi, Krumbein y Pettijohn, 1938). Con ello, el programa determina los parámetros estadísticos según Folk & Ward (1957).

5. RESULTADOS.

5.1. Red de drenaje

5.1.1. Calidad de agua.

En la Tabla 3 describen las características generales (ancho, profundidad y parámetros fisicoquímicos) para cada estación de muestreo en el área de estudio. El arroyo de la Coronilla en la estación de la Desembocadura presentó el mayor ancho (20 m) y la mayor profundidad (1,5 m), seguido de la estación Coronilla Diego ubicada aguas arriba, presentando ancho de 5 m y 1,3 m profundidad. La máxima temperatura del agua registrada fue de 19,3 °C en el arroyo Junquito y la mínima se obtuvo en la Interbalnearia con 16,2° C. La salinidad presentó muy poca variación entre cada una de las estaciones, siendo el valor más alto registrado en la Desembocadura con 0,4. Los valores más elevados de oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno, fueron encontrados en las estaciones Coronilla Interbalnearia y Coronilla Diego. Mientras que los valores de pH se ubicaron en un rango de entre 6,4 - 6,9 para todas las estaciones (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Estaciones de muestreo y parámetros fisicoquímicos registrados para cada una de ellas.

| Parámetro | Junquito | Coronilla Diego | Coronilla Interbalnearia | Desembocadura |
|---------------------------------|----------|-----------------|--------------------------|---------------|
| Ancho arroyo (m) | 1 | 5 | 4 | 20 |
| Profundidad (m) | 0,15 | 1,30 | 0,40 | 1,5 |
| Prf. Disco de Secchi (m) | 10 | 25 | 35 | 0,40 |
| Temperatura (°C) | 19,3 | 17,42 | 16,24 | 17,4 |
| Conductividad (ms/cm) | 0,205 | 0,239 | 0,240 | 0,877 |
| Salinidad (ppt) | 0,3 | 0,1 | 0,15 | 0,4 |
| pH | 6,4 | 6,68 | 6,25 | 6,9 |
| O ₂ disuelto (mg/L) | 8,6 | 9,95 | 10,91 | 9,30 |
| % saturación O ₂ (%) | 97 | 107,2 | 114,7 | 100 |
| Turbidez (NTU) | 190 | 200 | 72,1 | 84,6 |

En la Tabla 4, se presentan los valores de los parámetros de calidad de agua que fueron analizados en el laboratorio a partir de las muestras recogidas. En las estaciones Coronilla

Interbalnearia y Desembocadura, se analizó la presencia de coliformes fecales, dado su proximidad con la zona del arroyo de uso recreativo. Como se puede ver no fue registrada la presencia de coliformes fecales en ninguno de los dos puntos analizados. Por otra parte, el valor más alto de fósforo total (PT) fue registrado en la estación Junquito con 0,29 mg/L (P), seguido de la Desembocadura del arroyo de la Coronilla con 0,14 mg/L (P). Asimismo, los mayores valores de todas las especies nitrogenadas analizadas fueron registrados en los dos puntos antes mencionados. Por último, la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO 5) mostró las concentraciones más elevadas en las estaciones Junquito con 5,97 y Coronilla Diego 5,16 mg/l respectivamente. Los diferentes valores de los parámetros físico-químicos considerados, se presentan en el Anexo I.

Tabla 4. Parámetros de calidad de agua analizados en el laboratorio en los diferentes puntos de muestreo.

| Parámetro | Junquito | Coronilla Diego | Coronilla Interbalnearia | Desembocadura |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|---------------|
| Coliformes fecales (UFC/100ml) | No se analizó | No se analizó | Ausencia | Ausencia |
| Nitrógeno total (mg/L) | 9 | 5 | <5 | 10 |
| Nitratos (mg/L) | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 |
| Nitritos (mg/L) | 0,1 | 0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Amonio (mg/L) | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| Ortofosfato (mg/L) | 1,54 | 0,52 | 0,62 | 0,76 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,29 | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| DBO ₅ (mg/L) | 5,97 | 5,16 | 3,65 | 3,87 |

El cálculo del Índice de Estado Trófico (Lamparelli 2004) mostró que la estación Junquito y Desembocadura presentan un estado supereutrófico y eutrófico respectivamente. Mientras que las dos estaciones restantes (Coronilla IB, Diego) presentaron un estado mesotrófico, en ambos casos con valores de EIT barreranos a valores eutróficos (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de estado trófico de los cursos de aguas.

| | IET | Estado trófico |
|--------------------------|------|----------------|
| Junquito | 63,4 | supereutrófico |
| Coronilla Diego | 57,9 | mesotrófico |
| Coronilla Interbalnearia | 58,8 | mesotrófico |
| Desembocadura | 59,6 | eutrófico |

5.1.2. Ictiofauna.

El muestreo de peces arrojó los siguientes resultados, en la estación Coronilla Diego (Tabla 6) se registraron un total de 14 individuos correspondientes a 6 especies de peces de 3 géneros diferentes. La especie dominante fue *Astyanax dissensus* con 28,7% de abundancia relativa seguida de *Cheirodon interruptus* y *Steindachnerina biornata* con 21,4% cada una respectivamente.

Tabla 6. Listado de especies, géneros y abundancias relativas para la estación Coronilla Diego.

| Estación | Especie | Orden | Cantidad de individuos | Abundancia relativa (%) |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Coronilla Diego | <i>Australoherus facetus</i> | Perciformes | 2 | 14,3 |
| | <i>Cheirodon interruptus</i> | Characiformes | 3 | 21,4 |
| | <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> | Cyprinodontiformes | 1 | 7,1 |
| | <i>Steindachnerina biornata</i> | Characiformes | 3 | 21,4 |
| | <i>Astyanax dissensus</i> | Characiformes | 4 | 28,7 |
| | <i>Psalidodon eigenmanniorum</i> | Characiformes | 1 | 7,1 |
| Total | 6 | 3 | 14 | 100 |

En la estación Coronilla Interbalnearia (Tabla 7) se registraron un total de 85 individuos correspondientes a 6 especies de 3 géneros distintos. La especie dominante en esta estación

fue *Cnesterodon decemmaculatus* con una abundancia relativa de 84,7 %, seguida de *Psalidodon eigenmanniorum* y de *Cheirodon interruptus* con 7,0 % y 3,5% respectivamente.

Tabla 7. Listado de especies, géneros y abundancias relativas para la estación Coronilla IB.

| Estación | Especie | Orden | Cantidad de individuos | Abundancia relativa (%) |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Coronilla IB | <i>Corydoras paleatus</i> | Siluriformes | 1 | 1,2 |
| | <i>Cheirodon interruptus</i> | Characiformes | 3 | 3,5 |
| | <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> | Cyprinodontiformes | 72 | 84,7 |
| | <i>Phalloceros caudimaculatus</i> | Cyprinodontiformes | 2 | 2,4 |
| | <i>Pimelodella australis</i> | Siluriformes | 1 | 1,2 |
| | <i>Psalidodon eigenmanniorum</i> | Characiformes | 6 | 7,0 |
| Total | 6 | 3 | 85 | 100 |

La estación Coronilla Desembocadura (Tabla 8) mostró un total de 96 individuos, correspondientes a 3 especies de 3 géneros diferentes. La especie dominante fue *Platanichthys platana* con una abundancia relativa de de 67,7 %, seguida de *Mugil liza* con 20,8 %.

Tabla 8. Listado de especies, géneros y abundancias relativas para la estación Coronilla Desembocadura.

| Estación | Especie | Orden | Cantidad | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|----------|-------------------------|
| Coronilla Desembocadura | <i>Platanichthys platana</i> | Clupeiformes | 65 | 67,7 |
| | <i>Mugil liza</i> | Mugiliformes | 20 | 20,8 |
| | <i>Jenynsia lineata</i> | Cyprinodontiformes | 11 | 11,5 |
| Total | 3 | 3 | 96 | 100 % |

Por último, en una de las estaciones, se registró una especie correspondiente a un pez anual del género *Austrolebias*. Se registraron un total de 35 individuos, tanto ejemplares machos (7) como hembras (12), así como también juveniles de la especie sin discriminar por sexos (16).

5.2. Franja costera.

5.2.1. Vegetación.

Como resultado de la comparación de las fotos aéreas 1966-67 e imágenes satelitales actuales se constató que la zona con cambios más notorios es la correspondiente a la zona este de la playa de Santa Lucía del Este, que además de comprender el área de dunas móviles de prioridad para su conservación, la hace una zona interesante para estudiar. Se lograron definir unidades de mapeo de la franja costera, que contienen información de las siguientes componentes: comportamiento de la duna, forma del relieve, formación vegetal y grado de estabilidad y desarrollo de horizontes de los suelos.

Estas unidades de mapeo se describen con una caracterización modal tentativa que necesita de más repeticiones de muestreo para validarlas y corregirlas, sobre todo dado que los perfiles muestran una complejidad mayor que la que se menciona en los antecedentes para estos suelos (Arenosoles) que puede ser de interés a futuro. En Anexo I se muestran las tablas de descripción morfológica a campo de los suelos modales. El mapa interpretativo preliminar resultante de estas unidades de mapeo de franja costera (Figura 16) contiene espacios sin asignación o límites no conectados entre unidades dado que no se pudieron confirmar dichas áreas y límites, o bien presentan variaciones en las componentes que no permiten asignarlas inequívocamente a las unidades aquí generadas, por lo que estas unidades de mapeo deben ser consideradas como un croquis base a ser mejorado.

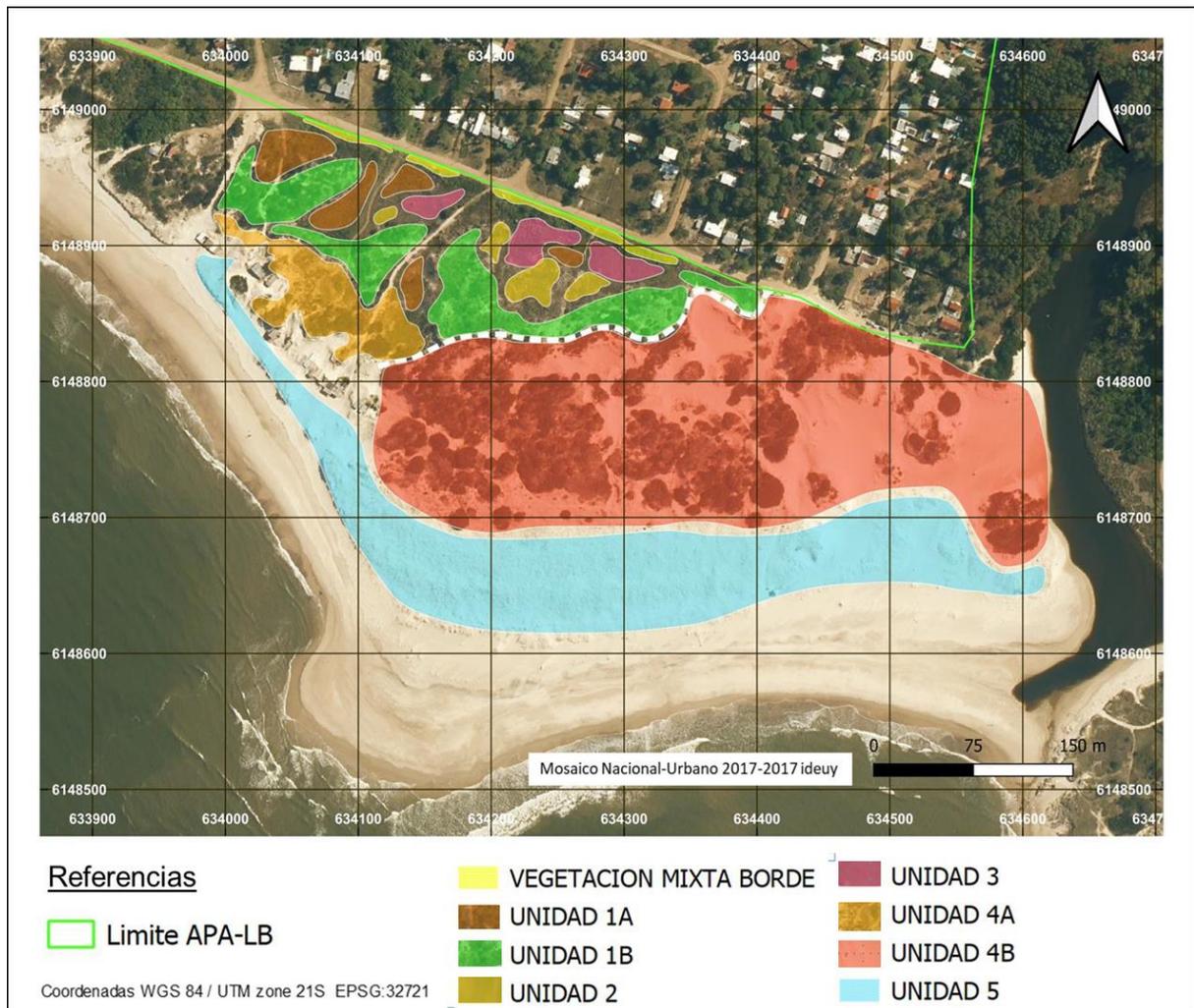


Figura 16. Mapa interpretativo de unidades de franja costera.

A continuación, se describen las unidades de la franja costera:

Vegetación mixta de borde:

Corresponde a la vegetación nativa, exótica espontánea o plantada que presenta heterogeneidad, así como alteración del medio físico por la urbanización.

Unidad 1A y Unidad 1B- caracterización modal tentativa:

- Duna estabilizada, interduna, relieve ondulado.
- Formación vegetal mezcla de (1) herbáceas psamófilas y (2) matorral de “candela” o matorral xerófilo.
- Suelos estables, desarrollado alto, más de 2 horizontes.

La unidad 1A se presenta como en sitios de interduna, con relieve ondulado suave en zonas protegidas del viento. La vegetación que resalta es de una asociación de herbáceas psamófilas en parches muy espesos y matorral de “candela” o matorral xerófilo en un

entramado difícil de separar por lo que se zonifica como una unidad preliminarmente. Los suelos presentan diversos grados de desarrollo, pero en general son los más desarrollados de los muestreados con un gradiente de decrecimiento en el grado de su desarrollo hacia las zonas de mayor pendiente internas como de borde de la unidad. En términos generales en superficie presentan una notoria acumulación de materia orgánica con diversos tamaños de fraccionamiento y poco integrada a la fracción mineral; mezcla de poca arena de color blanco recientemente aportada por el viento y dominancia de arena con color oscuro teñida por la materia orgánica. En profundidad la materia orgánica se mantiene hasta unos 40 cm. Las raíces son abundantes en superficie y decrecen gradualmente hasta la profundidad, pero nunca desaparecen en los perfiles realizados. En profundidad hasta los 60 cm se pueden encontrar moteados y colores relacionables a diferentes grados de acumulación y estado de hierro. Los cambios cromáticos desde superficie a profundidad acompañan la presencia de materia orgánica, la leve acumulación de arcilla y la presencia de hierro, cambiando desde color marrón, marrón claro a marrón amarillento oscuro y marrón pálido denotando un perfil con cierta diferenciación para un Arenosol (Figura 17).

La unidad 1B se presenta en sitios de ladera media a alta en una duna con fuerte pendiente, en la ladera protegida del viento proveniente de la playa. La vegetación se vincula a la de la unidad 1A, pero las herbáceas no conforman unidades tan separables, sino que el estrato herbáceo propio del matorral de “candela” o matorral xerófilo. Los suelos presentan menor desarrollo que los anteriores en contenido de materia orgánica, arcilla o concentración de hierro. Los colores son en tonos más claros (Figura 20).



Figura 17. Unidad 1A y 1B. A-Imagen general del paisaje y asociación vegetal de las unidades. B- Herbáceas psamófilas densas de la unidad 1A. C- Perfil de suelo estable, desarrollado con más de 2 horizontes, acumulación de materia orgánica y arcilla. D- Perfil de suelo estable, con más de 2 horizontes, pero con menores acumulaciones que los 1A.

Unidad 2- caracterización modal tentativa:

- Duna estabilizada, depresiones interdunares, relieve suave o aplanado.
- Formación vegetal juncal.
- Suelos consolidados, desarrollados bajo, 1 horizonte.

La unidad 2 se presenta en sitios de depresiones interdunares o zonas bajas en la duna estabilizada en zonas protegidas del viento costero. La formación vegetal dominante es de juncal, plantas uliginosas que se presentan en manchones homogéneos compactos y en algunos dispersos pequeños. Estos suelos en superficie presentan un único horizonte asociado fuertemente a la vegetación. En la parte más superficial se acumulan muchos restos vegetales y arena aportada por el viento, asociado quizás a que la hojarasca de tallos erectos y duros permite mayor acumulación de arena a modo de trampa. En profundidad el entramado de raíces vivas y muertas, estolones y tallos sumergidos generan una suerte de agregados en la arena. El color de este horizonte es marrón oscuro en los sectores asociado a la vegetación y materia orgánica, con algunos moteados negros. La materia orgánica, ya sea

por el enterramiento por aporte de arena del viento o por el tipo de sistema radicular y comportamiento de los “juncos”, hace que esté más profunda (Figura 18).



Figura 18. Unidad 2. A-Imagen general del paisaje y asociación vegetal de la unidad. B- Perfil de suelo consolidado, con aportes de arena volada en superficie y un horizonte espeso de acumulación de materia orgánica vinculado al sistema radicular y estolones.

Unidad 3- caracterización modal tentativa:

- Duna estabilizada, depresiones interdunares, relieve aplanado, humedal (?).
- Formación vegetal caraguatál.
- Suelos consolidados, desarrollados medio, más de 2 horizontes.

La unidad 3 se presenta en sitios de depresiones interdunares, en zonas bajas alejadas del cordón de duna más alto. La formación vegetal dominante es de caraguatál, plantas uliginosas que se presentan en manchones aislados de apariencia degradados o con población afectada por la sequía de los años anteriores. Presentan también restos de madera carbonizada pudiendo haberles afectado alguna quema en el pasado. Esta formación con especies rosetadas del género *Eryngium* son asociadas a áreas de inundación permanente o humedales. Los suelos en los que se encuentra esta formación resaltan del resto, ya que presentan fracción de arena gruesa a muy gruesa y de mala selección. En superficie se

acumula materia orgánica y restos vegetales en diversas fracciones, de color marrón oscuro a marrón muy oscuro. Por debajo se puede encontrar un horizonte que puede ser remanente de un ciclo pasado y enterrado, o por lavado, genera un color más claro con moteados marrones oscuros asociados a las raíces. Se pasa a un color marrón grisáceo oscuro producto de la menor materia orgánica y raíces, para luego pasar gradualmente a tonos rojizos y anaranjados con moteados de óxidos, condiciones redox que pueden estar asociadas a periodos de saturación de agua. Por debajo se encuentra la característica remarcable de estos suelos: horizonte más coherente, con fracción arena gruesa a muy gruesa de mala selección con clastos subangulosos y redondeados que parecen de aporte de un arroyo, quizás algún remanente de un depósito o gran desborde del arroyo de la Coronilla en el pasado (Figura 19).



Figura 19. Unidad 3. A-Imagen general del paisaje y asociación vegetal de la unidad. B- Perfil de suelo suelo consolidado, desarrollados con más de 2 horizontes, colores oscuros por acumulación de materia orgánica y colores anaranjados en el fondo por procesos redox.

Unidad 4A - caracterización modal tentativa:

- Duna móvil, cordón elevado de dunas, fuerte relieve.
- Formación vegetal herbáceas psamófilas y matorral en transición.
- Suelos estables, desarrollo bajo y heterogéneo, 1 horizonte.

La unidad 4A se presenta en sitios de cordón de dunas elevados, de poca pendiente o algo aplanados, barreranos al borde con las móviles o la playa, afectados por el viento costero, con removilizaciones de arena locales o frecuente rejuvenecimiento de la superficie. Presentan como formación vegetal una mezcla de herbáceas psamófilas con algún junco en parches poco densos y matorral en transición con chircas en abundancia como arbustiva frente a cantidades menores de acacias que en su mayoría están muertas. Dependiendo del tipo de la vegetación y el relieve se logra generar un horizonte superficial de poca acumulación de materia orgánica y alguna pigmentación rojiza por acumulación de hierro principalmente donde se encuentran especies vegetales de mayor porte (Figura 23).

Unidad 4B- caracterización modal tentativa:

- Duna móvil, cordón segmentado de dunas, fuerte relieve.
- Formación vegetal y matorral en transición.
- Suelos estables, desarrollo bajo y heterogéneo, 1 horizonte.

La unidad 4B es similar a la 4A, con excepción de que esta unidad forma cordones dunares interrumpidos, disectados y en islotes de marcados paredes que generan embudos con erosión canalizada por viento o *blowouts*. La formación vegetal es de matorral en transición, pero en este caso con predominancia de acacias como arbustivas e incluso varios ejemplares de pinos de diversas edades. Los suelos son similares a los de 4A. Se diferencia esta unidad en base a que la vegetación presente parece poseer menor capacidad de estabilización de la arena (Figura 20).



Figura 20. A-Imagen general del paisaje y asociación vegetal de la unidad 4 A hacia el fondo barreranas a las dunas con mayor arena expuesta. B- Imagen general del paisaje y asociación vegetal de la unidad 4 B, donde se observan acacias y pinos que pese a tener un gran porte y desarrollado sistema radicular de arraigamiento no estabilizan los sedimentos eficientemente.

Unidad 5- caracterización modal tentativa:

- Duna embrionarias, escaso porte, de gran lateralidad y gran dinámica.
- Formación vegetal de herbáceas psamófilas.
- Suelo no estable, nulo desarrollo, altamente dinámico.

La unidad 5 se presenta en sitios entre la playa y las dunas móviles o fijas, con pendientes suaves y de escaso porte, muy variables por la erosión del viento y el agua. La formación vegetal presente es la de herbáceas psamófilas (halopsamófilas), especies pioneras como el pasto dibujante (*Panicum racemosum*), el senecio (*Senecio crassiflorus*) o campanilla de las dunas (*Calystegia soldanella*). En este punto las características edáficas son mínimas, acumulándose materia orgánica por el viento o alguna estructuración por parte de los estolones y raíces que fijan momentáneamente la arena (Figura 21).



Figura 21. A-Imagen general del paisaje y asociación vegetal de la unidad.

5.2.2. Análisis granulométrico de dunas.

La Tabla 9 muestra los porcentajes de cada población granulométrica de las muestras tomadas en duna primaria y duna móvil. A su vez, se expresan los valores de los parámetros estadísticos granulométricos calculados según Folk & Ward (1957). Como puede verse, la muestra 1 presenta 39,7% de arena media y 58,7% de arena fina, siendo estas las dos las poblaciones dominantes. El análisis granulométrico indica que las arenas son moderadamente bien seleccionadas, presentan una moda y asimetría negativa. Por otro lado, la muestra dos presenta 66,1% de arena fina, 32,4% de arena media, dominando las primeras mencionadas. En este caso, las arenas son bien seleccionadas, bimodales y presentan asimetrías negativas.

Tabla 9. Granulometrías en porcentajes y valores de los parámetros estadísticos granulométricos calculados (en phi) para cada muestra de duna.

| | Muestra 1 (primaria) | Muestra 2 (móvil) | |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------|
| Arena gruesa % | 1 | 0,2 | |
| Arena media % | 39,7 | 32,4 | |
| Arena fina % | 58,7 | 66,1 | |
| Arena muy fina % | 0 | 1,2 | |
| MODA ϕ | 2,500 | 2,737 | 1,747 |
| MEDIANA ϕ | 2,158 | 2,612 | |
| MEDIA ϕ | 2,090 | 2,411 | |
| | Arena fina | Arena fina | |
| SELECCIÓN ϕ | 0,617 | 0,498 | |
| | Moderadamente bien seleccionada | Bien seleccionada | |
| ASIMETRÍA ϕ | -0,154 | -0,508 | |
| CURTOSIS ϕ | 0,763 | 0,617 | |

5.2.3. Barreras de retención de arena eólica.

La ubicación de las barreras captoras relevadas pueden observarse en la Figura 22, mientras que su caracterización (largo de las barreras, ubicación, estado, efectividad para coleccionar arena, y estructuras sedimentarias presentes) se muestran en la Tabla 10. Con respecto al estado de las barreras, se observaron algunas muy dañadas, sólo con las estacas, sin vegetación, que en estos casos se utilizan resto de podas para retener arena voladora (Figuras 23 y 24).



Figura 22. Ubicación y orientación de las barreras (líneas azules).

Tabla 10. Ubicación, orientación y características de las barreras de la zona Este de la playa Santa Lucía del Este, relevadas en campo.

| N° de barrera | Coordenadas | Orientación | Medida (m) | Estructuras sedimentarias | Efectividad | Observaciones |
|---------------|--------------------------------|-------------|------------|------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | X: 634439.53; Y: 6148771.98 | E-W | 74 | ripples paralelos | buena | El extremo oeste de la barrera tiene mayor acumulación de arena |
| 2 | X:634482.75; Y:6148750.23 | N50 | 9,5 | ripples paralelos | poca | |
| 3 | X:634513.89; Y:6148718.04 | N50 | 10,6 | ripples perpendiculares | nula | no se distingue barrera |
| 4 | X:634524.00; Y:6148704.00 | N70 | 12,2 | ripples paralelos y oblicuos | poca | |
| 5 | X:634555.97; Y:6148723.14 | N50 | 10,2 | ripples oblicuos | nula | barrera dañada - no es útil |
| 6 | X:634452.39; Y:6148759.93 | N110 | 5,4 | ripples paralelos | buena | Los ripples se muestran paralelos pero la barrera se encuentra saturada. |
| 7 | X:634468.43; Y:6148756.98 | N110 | 9 | ripples paralelos | buena | Los ripples se muestran paralelos pero la barrera se encuentra saturada. |
| 8 | X:634501.30; Y:6148811.00 | N130 | 4 | no se observaron | nula | barrera dañada - no es útil |



Figura 23. Barreras 1 y 2. 1a: Barrera en donde se muestra vegetación psamófila. 1b: ripples asociados a la barrera 1. Nótese que la dirección del viento indicada por los ripples es casi paralela a la orientación de la barrera. 1c: barrera captora 2 destruida y con poca acumulación de arena. 1d: Dirección de viento de los ripples casi paralela a la barrera 2.



Figura 24. barreras captoras. 3: barrera 3 en malas condiciones y con acumulación de arena, 4: barrera 4 en malas condiciones y con ripples paralelos a ella, 5: barrera en donde solo permanecen los soportes, 6: barrera 6 tapada de arena y con vegetación, barrera 7: barrera 7 también cubierta de arena, barrera 8: Soportes de barrera 8.

5.2.4. Bajadas peatonales.

Las Figuras 25 y 26 corresponden a la localización de las bajadas activas a la playa en la zona oeste y este, respectivamente, discriminadas por color, para diferenciar las que se sugieren eliminar (en rojo) de las que se proponen mantener (en azul). Se identificaron un total de 48 bajadas (número que incluye bifurcaciones) en aproximadamente 2 kilómetros de playa. Las coordenadas y orientación de las mismas pueden visualizarse en el Anexo II.



Figura 25. Imagen satelital de la zona oeste del arco de playa donde se muestra el primer tramo de relevamiento de las bajadas que se sugieren eliminar (rojo) o mantener (azul) y en naranja estacionamiento. Nótese la erosión dunar en las zonas en donde no hay vegetación.



Figura 26. Imagen satelital de la zona oeste del arco de playa (zona Santa Lucía del este hacia la desembocadura del arroyo de la Coronilla) donde se muestran las bajadas que se sugieren eliminar (rojo) o dejar (azul) y en naranja estacionamientos. Obsérvese los blowouts producto de la erosión asociada a la bajada 44.

Cabe destacar que en el relevamiento se visualizaron estructuras fijas correspondientes a antiguas casas de pescadores (Figura 27) en estado de abandono. A partir de esta observación, se evaluó su impacto en este sector de costa y la posibilidad de su demolición.

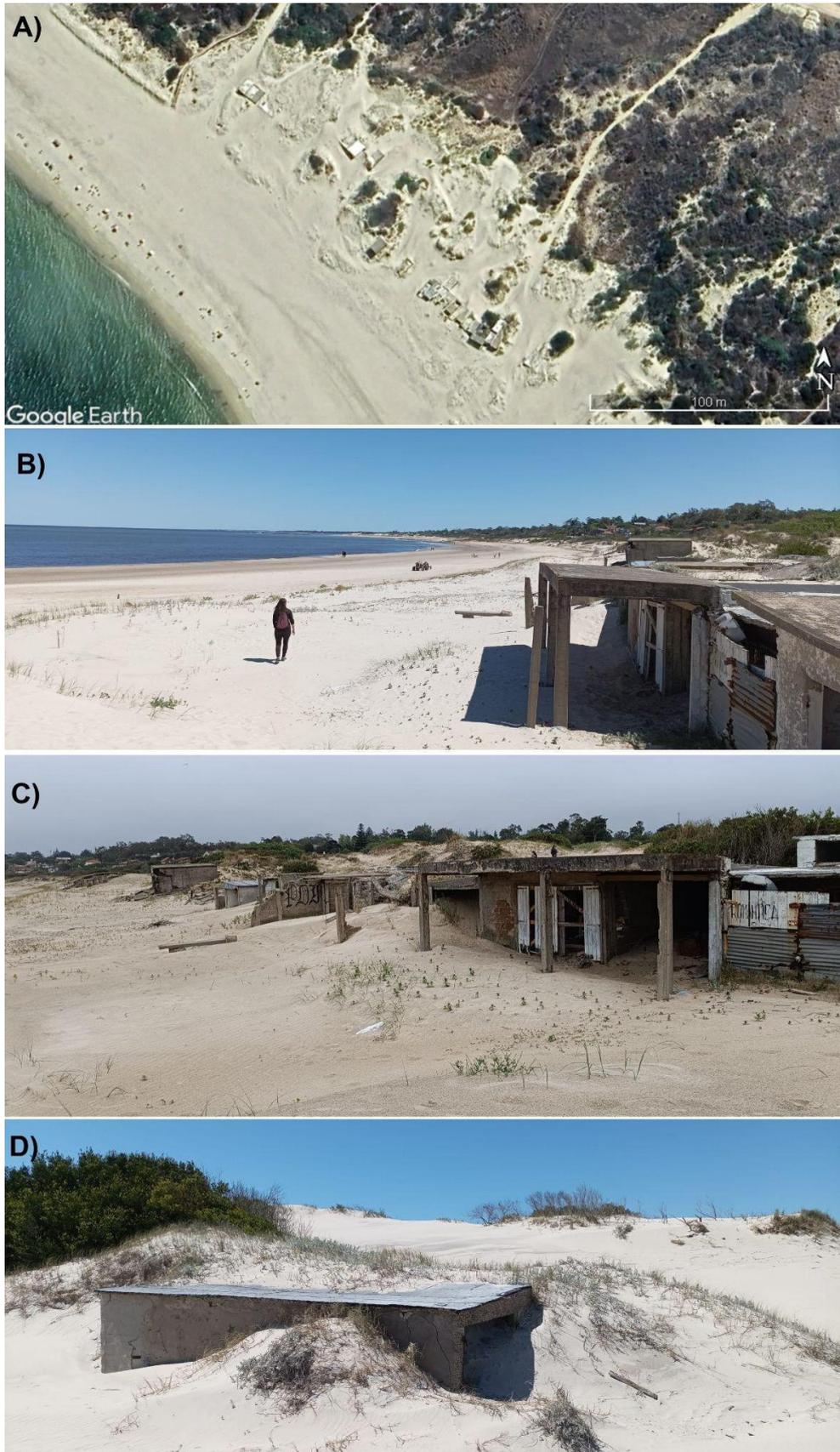


Figura 27. Estructuras fijas en playa: A) Ubicación, B) Vista de algunas casas, C, y D) Estructuras con sedimentación dunar.

6. DISCUSIÓN.

6.1. Red de drenaje

6.1.1 Calidad de agua.

Los Índices de Estado Tróficos calculados fueron clasificados de acuerdo a Lamparelli 2004 (ver Tabla 11). A partir de ello, se pudo establecer que Coronilla Diego y Coronilla IB presentan un estado mesotrófico, mientras que en Junquito y Coronilla Desembocadura el estado del estado trófico de las estaciones correspondió supereutrófico y eutrófico respectivamente. Asimismo, cuando se compara cada estación según las clases de cuerpos de agua establecidas en el Decreto N° 253/979, se pudo ver que las estaciones Coronilla Diego y Coronilla Interbalnearia (clase 3, destinadas al cuidado de peces y/o riego) y la estación Junquito (clase 2a, destinada a riego directo) incumplen con los valores de concentración de PT en un orden de magnitud con respecto a dicha norma. Por otro lado, la estación Coronilla Desembocadura clasificada como clase 2b (aguas destinadas a un uso recreativo) también incumple con los valores de PT de la normativa aunque no incumple con la presencia de Coliformes fecales (Tabla 12). Por último, los valores de Nitrógeno total encontrados, no incumplen con lo establecido en el decreto de calidad de agua, sin embargo, los mismos presentaron concentraciones elevadas lo que sugiere la necesidad de continuar con su monitoreo a lo largo del año. Los resultados obtenidos en el presente informe son concordantes con los datos obtenidos en el informe CSIC realizado por Brugnoli (2009) para el arroyo de la Coronilla.

Como se aprecia en la tabla 12 todas las estaciones muestreadas incumplen con la concentración de PT establecida en el Decreto N° 253/979, los valores encontrados son de un orden de magnitud mayor a lo establecido en la normativa.

Tabla 11. Estado trófico correspondiente y rangos de concentración de fósforo total ($\mu\text{g P/L}$) según la propuesta de Lamparelli (2004). Tomado y modificado del Informe Ambiental Estratégico (2016-2017).

| IET (Lamparelli 2004) | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------|----------------|
| Estado trófico | concentración de PT | valor IET | color asignado |
| ultraoligotrófico | < 12.3 | IET < 47 | |
| oligotrófico | 12.3 - 32.2 | 47 < IET = 52 | |
| mesotrófico | 32.2 - 125 | 52 < IET = 59 | |
| eutrófico | 125 - 270 | 59 < IET = 63 | |
| supereutrófico | 270 - 585 | 63 < IET = 67 | |
| hipereutrófico | > 585 | IET > 67 | |

Tabla 12. Comparación de los parámetros Oxígeno Disuelto, Coliformes y PT con lo establecido para cada una de las clases correspondiente a las estaciones de muestreo establecidas en el Decreto N° 253/979.

| | Decreto 253/979 | [] Oxígeno Disuelto (mg/L) | Coliformes | PT (mg/L) |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|------------|-----------|
| Junquito | Clase 2a y 3 | 8,6 | ausencia | 0,29 |
| | ¿Incumple? | no | | si |
| Coronilla Diego | Clase 3 | 9,95 | ausencia | 0,10 |
| | ¿Incumple? | no | | si |
| Coronilla IB | Clase 3 | 10,91 | Ausencia | 0,12 |
| | ¿Incumple? | no | no | si |
| Desembocadura | Clase 2b | 9,30 | Ausencia | 0,14 |
| | ¿Incumple? | no | no | si |

Se hace evidente la necesidad de continuar con los monitoreos de calidad de agua en el APA-Laguna Blanca y de avanzar en la elaboración de un plan de manejo del área que incluya las actividades productivas con el fin de reducir los aportes de nutrientes (principalmente PT) desde la cuenca hacia los cursos de agua, la mejoría de su calidad y disminución del estado trófico.

6.1.2. Ictiofauna.

Las estaciones de muestreo que presentaron una mayor riqueza de peces, corresponden a Coronilla Diego y Coronilla Interbalnearia con 6 especies registradas en cada punto. En términos de abundancia relativa la estación Coronilla Diego estuvo más equitativamente representada en la dominancia de especies en comparación con IB que estuvo fuertemente dominada por *Cnesterodon decemmaculatus*. Las especies registradas son concordantes con las encontradas en trabajos previos para la cuenca del río Santa Lucía por Texeira de Mello (2007). De todas maneras, es llamativa la baja riqueza de especies detectada en el área de estudio. Los resultados sugieren la necesidad de realizar mayores esfuerzos de muestreo para determinar si la riqueza de especies es baja, ya que números tan bajos de especies son coincidentes con sistemas deteriorados, o si esto responde a otras causas aún por determinar en un área que no ha sido muestreada con anterioridad.

Por otro lado, uno de los registros más destacables, fue la colecta por primera vez de una especie de pez anual del género *Austrolebias* en la zona de estudio. Este registro podría significar una ampliación en el rango de distribución de la especie, dado que el registro más cercano conocido es en la cuenca del arroyo Maldonado detallado en Texeira de Mello et al. (2021). Asimismo, la presencia de una especie que es prioritaria para la conservación

(Soutullo et al. 2013) en el APA-LB, abre una ventana de oportunidad para la conservación de la especie y de su hábitat en un futuro plan de manejo del área.

Igualmente es necesario realizar un mayor número de muestreos (espacial y temporalmente) que permitan profundizar la información obtenida durante el presente estudio.

6.2. Franja costera.

6.2.1. Vegetación.

La caracterización del sistema dunar y sus formaciones vegetales en la playa Santa Lucia del Este fue llevada a cabo en el sector este de la misma.

La selección de este lugar fue tomada por los grandes cambios que ha presentado en el último medio siglo, donde se observa un avance de la vegetación, un aumento de las dunas fijas y estabilizadas, así como del campo de dunas móviles y de dunas embrionarias. Si bien los motivos de estos cambios no son factibles de dilucidar plenamente en este trabajo, si se puede realizar ciertas conjeturas. Sin tener una base de información de una situación prístina de la franja costera, este avance de la vegetación y estabilización de las dunas móviles no puede considerarse como un restablecimiento del ambiente "natural", dado que quizás esta zona de la playa, previo a la urbanización y forestación que dieron nacimiento al balneario, fuera un gran campo de dunas móviles, siendo la estabilización y fijación de las mismas un ajuste frente a las condiciones actuales del sistema.

Considerando los resultados del mapa de interpretación de las fajas costera, las unidades 1,2 y 3, que corresponden a zonas de duna estable y duna fijadas con suelos (Arenosoles) bien desarrollados, presentan formaciones vegetales que están en mosaico, ubicándose en sectores donde las características del medio les permiten su establecimiento, siendo el caso más notorio la formación vegetal de caragatal que se ubica en depresiones, donde en el perfil del suelo en profundidad presenta arena gruesa de mala selección y características de ambiente de saturación de agua como colores anaranjados. A su vez las formaciones vegetales de matorral, herbáceas y juncal, además de ubicarse en determinadas posiciones fisiográficas, tienen directa influencia en el desarrollo del perfil del suelo dado que según la cobertura y tipo de especies presentes la acumulación de materia orgánica, y en algunos casos arcilla, parece ser muy dependiente del patrón de desarrollo radicular (unidad 1A y 1B) y estolones, así como de la posibilidad de captación de materiales de hojarasca muerta y su permanencia en la superficie (unidad 2). Todo lo anterior lleva a suponer que las unidades 1,2,3 que han sufrido un aumento en cobertura y leve avance en superficie en los últimos 50 años, corresponde a sistemas antiguos dado el desarrollo de suelos y mosaicos de

formaciones vegetales; siendo probablemente el estado original del paisaje pre urbanización. Se recomienda promover acciones de manejo futuras que apunten a mantener estas unidades sin modificaciones mayores, monitoreando el estado de las formaciones vegetales, la eliminación y exclusión de ingreso de especies exóticas.

La unidad 4A y 4B representan la variación zonal hacia la playa, mostrando variaciones propias del gradiente de cambios ambientales (vientos, spray, salinidad) que se genera al acercarse a la playa y el agua. En estos sectores de dunas móviles la característica remarcable es la mayor presencia de especies exóticas, como acacias y pinos, las cuales no estaban hace 50 años, siendo plantadas probablemente para fijar las dunas. En estas unidades se logran formar suelos de bajo desarrollo y heterogéneos, lo que estaría indicando un proceso de fijación de las dunas llevado a cabo tanto por exóticas como por nativas. La presencia de *blowouts* en esta zona indica que el sistema no se encuentra en equilibrio en cuanto a su retención de arena por parte de las comunidades vegetales en esta unidad. La modalidad de crecimiento de las acacias en parches que generan islas estables de gran potencia entre sectores de menor estabilidad pueden estar generando embudos que canalizan el viento y promueven la pérdida de arena de la zona dunar. En estas unidades es donde se estima que se encuentra la mayor "sensibilidad", donde se debe realizar en acción conjunta asegurar que las unidades 1, 2 y 3 así como la unidad 5 tengan sus vegetación estable y cubriendo los bordes de las unidades 4A y 4B para que actúen de barreras y puedan ser fuente de vegetación nativa y propagar en sucesión hacia las unidades 4A y 4B. Gradualmente se deberían eliminar las especies exóticas que fijan, sustituyendo por barreras fijadoras cuando sea necesario pero dejando que el sistema logre su equilibrio, tanto de fijación como de movimiento. En esta zona es imprescindible la colocación de estructuras para la circulación de las personas evitando la degradación, que también pueden ser usadas como barreras fijadoras en una primera instancia de manejo.

La unidad 5 representa la duna embrionaria, la primera en formarse por la colonización de especies pioneras estabilizadoras. El mapa interpretativo muestra que las unidades presentan una esperable sucesión desde la zona continental de dunas estables, fijas, móviles y embrionarias a la playa. La unidad de dunas embrionarias que actúan como primeras fijadoras de arena, abarcan una extensa área, lo que indica que este sector es propicio exclusivamente para las plantas colonizadoras pioneras adaptadas. Esto en conjunto con la zona de *blowouts* podría estar indicando que el campo de dunas embrionarias está siendo ocupado por la unidad 4B, siendo la zona de dunas móviles un lugar de relieve más suavizado y extenso que el que se encuentra hoy día modificado por la forestación de acacias. La expansión de esta unidad hacia el campo dunar (unidad 4A y 4B) permitirá la estabilización

inicial de las dunas y la posibilidad para la posterior sucesión de de vegetación y generación de una dinámica natural de estabilidad-movilidad dunar, por lo que se recomienda que la circulación en esta unidad debe ser desestimulada o reducirse, evitando principalmente el daño de la vegetación y de las dunas asociadas, por lo menos hasta que la unidad 4A y 4B logre modificarse.

6.2.2. Granulometría, barreras de captación de arena y bajadas peatonales.

Durante el relevamiento de las barreras de retención de arena eólica, se observaron estructuras sedimentarias que mostraron direcciones de viento del momento, no existiendo una predominante. Esto es atribuible a los túneles de viento formados entre las dunas debido a la erosión que han sufrido por las bajadas peatonales irregulares. Las características de las barreras mencionadas se muestran en la Tabla 10.

La dirección del viento dominante está dada por las crestas de dunas del campo dunar. Si bien, no se observan claramente en imágenes satelitales, en campo se pudo constatar la tendencia aproximada a una orientación este-oeste. Por lo tanto, la dirección del viento dominante es sur-sureste, que es el viento que viene desde el mar. Si se observan las barreras que se encuentran colmatadas (1, 6 y 7, ver Figura 22), tienen la misma orientación que las crestas de las dunas. Esto muestra que las barreras construidas con la orientación mencionada, son las más efectivas, ya que son perpendiculares a la dirección del viento dominante. El deterioro de las barreras con dirección noreste-suroeste (2, 3, 4, 5 y 8), se atribuye a la poca retención de arena debido a su orientación y a la consecuente exposición a los agentes atmosféricos.

Identificadas 48 bajadas peatonales, considerando que la extensión del arco de playa es de 2 km, se sugiere mantener una bajada cada 100 metros aproximadamente (ver Figura 25 y 26), considerando los criterios establecidos (ver ítem 4.2.2.2). La reducción del número de bajadas conllevaría a la restauración del campo dunar debido a disminución de túneles de viento que promoverían la pérdida de arena del sistema.

Se sugiere mantener activas las bajadas 1, 3, 5, 12, 14, 15, 20, 21, 24, 27, 30, 33, 35, 38, 42, 45 y 47 (ver figura 25 y 26) e implementar medidas de cierre en las restantes. Las medidas sugeridas corresponden a la colocación de barreras para la regeneración dunar en la zona Este, y, en los casos de dunas móviles existentes, la incorporación de vegetación psamófila, como gramíneas y pioneras, para fijar las mismas. La bajada 45 se propone mantener porque tiene alta concurrencia, pero se debe hacer hincapié en el cuidado de las gramíneas existentes. La bajada 47 se propone preservar por su fácil accesibilidad a la playa y a la hora

de retirar víctimas o personas con indicios de ahogamiento. Ambas bajadas se encuentran en una zona de movilidad dunar, por lo que se consideran problemáticas.

Hacia el oeste, en donde la movilidad dunar existente no afecta a los residentes, las bajadas o trillos formados por el pisoteo y eliminación de la vegetación puede detenerse extendiendo la carpeta vegetal y colocando cartelera explicativa del cuidado y conservación de la diversidad florística y paisajística de la zona.

La bajada 44 y las bifurcaciones de las bajadas 46 y 48, son consideradas las más problemáticas. En esta zona, se debería comenzar a colocar barreras captoras al sur del campo dunar para ir recomponiendo el sistema. A su vez, se deberían cerrar los túneles de viento generados entre dunas. Si bien existen vientos predominantes, pueden variar localmente debido a los obstáculos que generan las propias dunas, por lo que, conociendo los mismos, se puedan colocar barreras captoras para cerrar esos túneles y retener la arena transportada por el viento. Esto recompondría el sistema dunar, que, con la ayuda de vegetación psamófila y el cuidado de la misma, comenzaría a fijar la arena que actualmente se encuentra expuesta a la acción del viento.

Se plantea estudiar detenidamente el impacto que genera la bajada 37, ya que conduce a la vivienda de un ex pescador que se encuentra habitando un terreno sobre la franja costera. El desconocimiento de las actividades en este sector, dificulta la evaluación de impactos negativos que podrían generar al ambiente a proteger.

Se evaluó el impacto que generan las antiguas casas de pescadores (estructuras fijas) presentes en la playa. Las mismas se encuentran parcialmente cubiertas de arena (ver Figura 30), se muestra que no genera erosión en la playa, por lo que, se sugiere acondicionarlas y mantenerlas retirando los techos de chapa y elementos que puedan generar riesgos para los usuarios de la playa. Posiblemente, la logística para la demolición de estas estructuras, que conlleva la utilización de maquinaria pesada en la playa y otras acciones humanas, provoque impactos negativos.

Los parámetros estadísticos granulométricos muestran la distribución de los sedimentos de las muestras puntuales del campo dunar. Como puede verse en la Tabla 9, en la muestra 1 existen dos poblaciones granulométricas con mayor porcentaje, que son las correspondientes a arenas finas y medias, predominando la primera mencionada. Esto da como resultado, una moderada selección, y, la aparición de arenas gruesas, repercute en la asimetría negativa. A su vez, la muestra 2 es bimodal, con presencia de arenas gruesas y dominancia de arenas finas, haciendo de ella una arena bien seleccionada, y también presenta asimetrías negativas.

Según Marcomini y López (1997), en playas erosivas al disminuir la selección del medio de transporte (tormentas), se eliminan las arenas más finas y existe un mayor tenor de arenas gruesas. Por el contrario, en playas naturales, no se pierde tanta cantidad de arenas finas. Esto se produce debido a que, en playas bajo erosión antrópica inducida, el medio de transporte presenta menor saturación en arenas finas durante los eventos de tormenta por lo que toma mayor cantidad de arenas finas de la playa, predominando las asimetrías negativas. Mientras que en playas naturales, el medio posee mayor saturación de sedimentos, por lo que, durante períodos de tormenta (peor selección), predominan las poblaciones simétricas a positivas.

Según lo anterior, las asimetrías en las muestras deberían ser positivas en playas con mayor saturación de sedimentos, como es el caso de Santa Lucía del Este. Según los resultados, esto no ocurre y puede atribuirse a la alteración de la muestra o a los procesos que dominan en los sectores muestreados. La muestra 1 fue recolectada en una zona de sedimentación dunar muy intervenida, ya que la duna invade las casas de los vecinos y se utiliza maquinaria pesada en forma recurrente para el retiro de la arena. Esto puede haber provocado la alteración de la muestra. Por otro lado, la muestra 2 fue tomada en un sector de erosión dunar. Posiblemente la muestra también se encuentre alterada debido a este proceso.

Esto explicaría las razones por las cuales los parámetros estadísticos obtenidos cumplen con lo establecido por Marcomini & López para playas erosivas y no para playas con saturación, como es el caso de Santa Lucía del Este.

Cabe destacar, que la salida de campo se realizó posterior a una tormenta. Estos eventos generarían cambios de energía del medio que se ven reflejados en la distribución granulométrica de sedimentos. Por lo que sería otra de las razones para la alteración de las muestras.

Por último, la cantidad de muestras no es representativa del sistema dunar de la playa, por lo que se sugiere realizar mayor número de muestreos según transectas perpendiculares a la playa y en diferentes períodos estacionales.

7. CONCLUSIONES.

El número y posición de las estaciones correspondientes al componente de calidad de agua permitieron determinar estados mesotróficos, eutrófico y supereutrófico según el índice IET. Todas las estaciones presentaron concentraciones de PT superiores al máximo permitido por el Decreto N° 253/979. La desembocadura del arroyo de la Coronilla es apta para baño y recreación según la normativa de calidad de agua con respecto a la ausencia de coliformes.

La presencia de una especie prioritaria para la conservación en el APA-LB (*Austrolebias spp*) sugiere la necesidad de establecer un plan de manejo del área extendida a su cuenca de drenaje y que contemple las diferentes actividades productivas que allí se desarrollan.

El enfoque de estudiar integradamente las características de las dunas, las formaciones vegetales y los suelos (arenosoles) es pertinente para la franja costera de la playa Santa Lucia del Este, dado que a variada conformación vegetal conlleva a diferentes condiciones de estabilidad de las dunas y a diferentes tipos de suelos desarrollados. Esta vinculación es factible de ser interpretada en unidades prácticas de mapeo que pueden resultar útiles para la interpretación o análisis del sitio, así como para futuras prácticas de manejo.

Las zonas de erosión del campo dunar coinciden con el trazado de las bajadas de peatones y la eliminación de la carpeta vegetal. Se sugiere la reducción del número de bajadas de 48 (actualmente) a 17 bajadas peatonales.

Las estructuras fijas (casas de pescadores) presentes en la playa no generarían un impacto negativo en el sistema, por el contrario, actúan como un obstáculo para la arena voladora y provoca que la misma se acumule en la estructura cubriéndola totalmente.

8. RECOMENDACIONES.

Se sugiere:

- Continuar con los monitoreos de calidad de agua determinando los diferentes parámetros en diferentes épocas del año, principalmente los coliformes fecales en épocas estivales en zonas que se utilizan para la recreación (ej. Desembocadura arroyo de la Coronilla).
- Reducir las cargas de nutrientes provenientes de la cuenca de drenaje, avanzando en la elaboración del plan de manejo del APA.
- Construir barreras de retención de arena eólica perpendiculares a la dirección del viento dominante en la zona de la desembocadura del arroyo de la Coronilla. Se recomienda realizar un análisis estadístico de vientos con datos históricos para determinar la dirección dominante con mayor exactitud. Esto contribuirá a las acciones para restaurar el campo dunar.
- Reducir el número de bajadas a la playa para minimizar el impacto provocado al sistema dunar y a la vegetación.
- Realizar relevamientos topográficos (perfiles) desde la playa frontal hasta el comienzo de la calle en invierno y verano para evaluar las variaciones morfológicas y determinar los volúmenes de arena acrecidos en el sistema. Los perfiles de playa son una herramienta fundamental para cuantificar el estado y los cambios en playas arenosas y es de utilidad en la gestión y recuperación de estas.
- Colocar cartelera indicativa de vestigios en el sector en que se encuentran las casas de pescadores para evitar riesgos.
- Se deberían colocar carteles que indiquen la importancia del cuidado de la vegetación para que no se circule sobre ella.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alonso Paz, E; Bassagoda, M.J. (2022) La vegetacion costera el SE uruguayo: ambientes y biodiversidad. Documentos de divulgacion. Museo Nacional de historia Natural y Antropologia. Numero 5. Montevideo, Uruguay.
- Arbiza, P; de la Canal, L; Melissari, N; Olalde, J; Longo, E; Sousa, I. (2022): Estudio de línea de base de los parámetros fisicoquímicos de la playa Los Corralitos, Santa Lucía del Este, Canelones, Uruguay. Informe Final de curso de Ecosistemas marinos y costeros. Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Berois N, Arezo MJ, Papa NG, Clivio GA. Annual fish: developmental adaptations for an extreme environment. *Wiley Interdiscip Rev Dev Biol.* 2012 Jul-Aug;1(4):595-602. doi: 10.1002/wdev.39. Epub 2012 Feb 16. PMID: 23801535.
- Bonifaccino, M.; Brazeiro, A.; Brugnoli, E.; Canale, S.; Cvetreznik, C.; Chacón, N.; Erchini, C.; Dalmasso, N.; Delfino, L.; Ehrlich, R.; Lázaro, M.; Melissari, P.; Panario, D.; Rodríguez, A.; Szephegyi, M.N. (2022): Solicitud de ingreso al Sistema Departamental de Áreas de Protección Ambiental (Decreto 11/16), Área de Protección Ambiental Laguna Blanca Departamento de Canelones.
- Bravo, F; Pereyra, A; Perez, M; Sosa, I; Terra, V, (2022): Informe técnico de la playa arenosa Araminda, Santa Lucía del Este. Informe Final de curso de Ecosistemas marinos y costeros. Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Brugnoli E., (2009). Proyecto CSIC-Udelar. Extracto del informe entregado de calidad de agua.
- Fagúndez, C. & F. Lezama (2005). Distribución espacial de la vegetación costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Frías-Ureña HG, Ruiz-Corral JA, Macías-Rodríguez MÁ, Durán N, Gonzalez D, De Albuquerque F, Torres Morán JP (2022): Relationship between the distribution of vegetation and the environment in the coastal embryo dunes of Jalisco, México. *PeerJ.* Mar 2;10:e13015. doi: 10.7717/peerj.13015. PMID: 35256920; PMCID: PMC8898010.
- Folk, R. L. & Ward W. C. (1957): Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology.* 27: 3-26.

https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/informe_ambiental_estrategico_recursos_hidricos_canelones.pdf

Goso, H. (1965): El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. Informe interno. 36pp.

Goso, C. (2011): Geología y problemática costera del departamento de Canelones (Uruguay). En: Marcomini & López (comp.): Problemáticas de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay y Argentina. p. 77-94. Editorial Croquis. Buenos Aires.

Goso, C.; Faure, J.; Pratto, D.; Barreto, L.; Picchi, D.; Scaglia, F.; Paris, A.; Samaniego, L.; Ubilla, D.; García, G. (2014): Vulnerabilidades geoambientales de la costa del departamento de Canelones. En: Goso, C. (compilador y revisor): Nuevas miradas a la problemática de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay, Argentina. p. 173-196. DIRAC, Montevideo, Uruguay.

IMPO-Centro de Información Oficial. Normativa y Avisos Legales del Uruguay. Decreto N° 253/979. APROBACIÓN DE NORMATIVA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, A TRAVÉS DEL CONTROL DE LAS AGUAS. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>

Inda, H. e Indarte, E. 2010. Informe de situación sobre fuentes de contaminación difusa en la Cuenca del Río Santa Lucía. JET/DINAMA 2010.

INE (2011). Instituto Nacional de Estadística, censo 2011. <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/datos-y-estadisticas/estadisticas/censo-2011> , visitada 4/10/2023.

Intendencia de Canelones: Monitoreo de aguas. <https://intranet.imcanelones.gub.uy/recursos/webservices/simas/index.htm#>

Goyenola, G., Vidal, N., Acevedo, S., Cabrera, S., Fosalba, C., Teixeira-De Mello, F., y Urtado, L. (2017). Sistemas Acuáticos Canarios. Estado del conocimiento y gestión ambiental. Canelones: Centro Universitario Regional Este/Universidad de la República, Comuna Canaria.

https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/informe_ambiental_estrategico_recursos_hidricos_canelones.pdf

- Jones, G. (1956): Memoria explicativa y mapa geológico de la región oriental del departamento de Canelones. Boletín No 34, Instituto Geológico del Uruguay, 193 pp.
- Krumbein, W.C. & Pettijohn, F.J. (1938): Manual of Sedimentary Petrography. Appleton-Century-Crofts, New York.
- Marcomini & López (1997): Influencia de la urbanización en la dinámica costera, Villa Gesell, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología. ASS. Revista, vol. 4, número 2 : 79 - 96 p.
- Martínez, S; Ubilla, M. (2004): El cuaternario en Uruguay: En Cuencas sedimentarias del Uruguay. Geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico. Capítulo 4. p. 195-227. DIRAC-Fcien. Montevideo.
- MVOTMA-DINAMA: Número de expediente: 2020/14000/003660. Asunto: Presentan nota reiterando denuncia ya realizada de la cual se comunicó que no fue recibida. Rambla del balneario de Santa Lucía del Este en Canelones, está siendo invadida por una duna de arena (2020). Departamento de gestión Costera y Marina.
- Lamparelli, M. (2004). Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tesis de Doctorado, Universidad de San Pablo. <https://doi.org/10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813>
- Panario, D.; Gutiérrez O. (2006): Dinámica y fuente de sedimentos de las playas uruguayas. En: Menafra, R.; Rogríguez-Gallego, L.; Scarabino, F. & Conde, D. (eds). Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo, pp. 21-34.
- Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). 2013. Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. SNAP/DINAMA/MVOTMA y DICYT/ MEC, Montevideo. 222 pp.
- Spoturno, J.; Oyhantcabal, P.; Goso, C.; Aubet, N.; Cazaux, S.; Huelmo, S.; Morales, E.; Loureiro, J. (2004): Mapa geológico del departamento de Canelones a escala 1:100.000. Memoria explicativa+mapa. Facultad de Ciencias-DINAMIGE.
- Teixeira de Mello, F. (2007). "Efecto del uso del suelo sobre la calidad del agua y las comunidades de peces en sistemas lóticos de la cuenca baja del río Santa Lucía (Uruguay)". Tesis de maestría, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/4085>

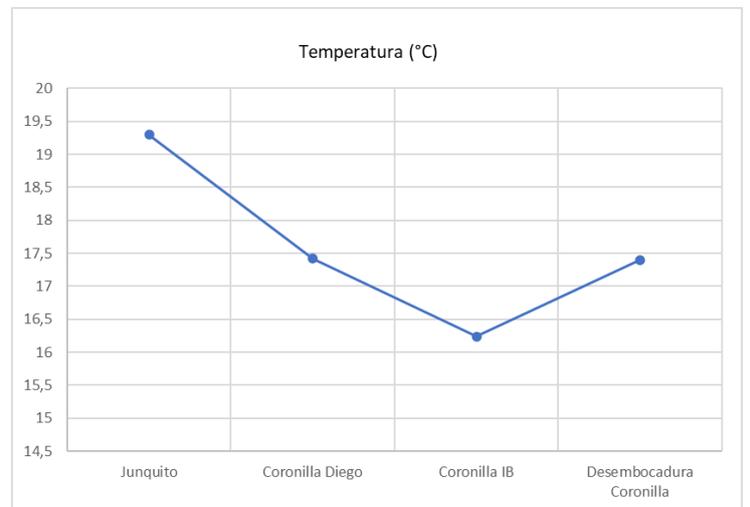
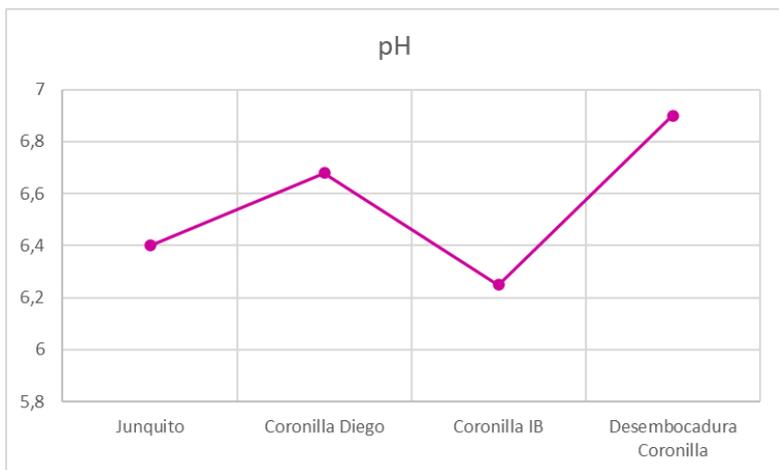
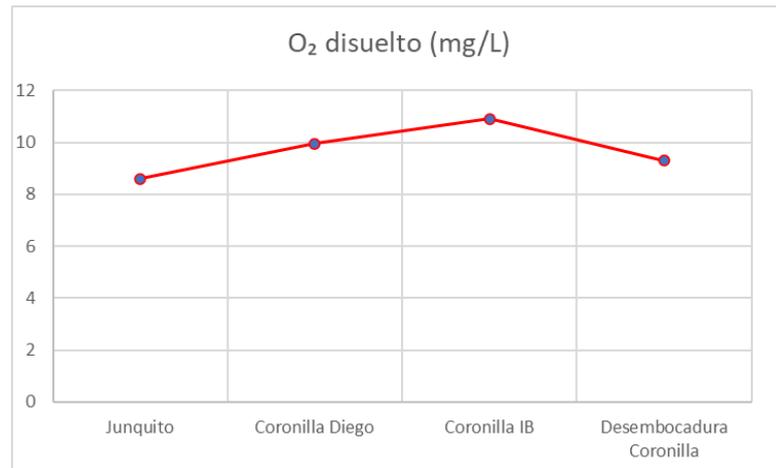
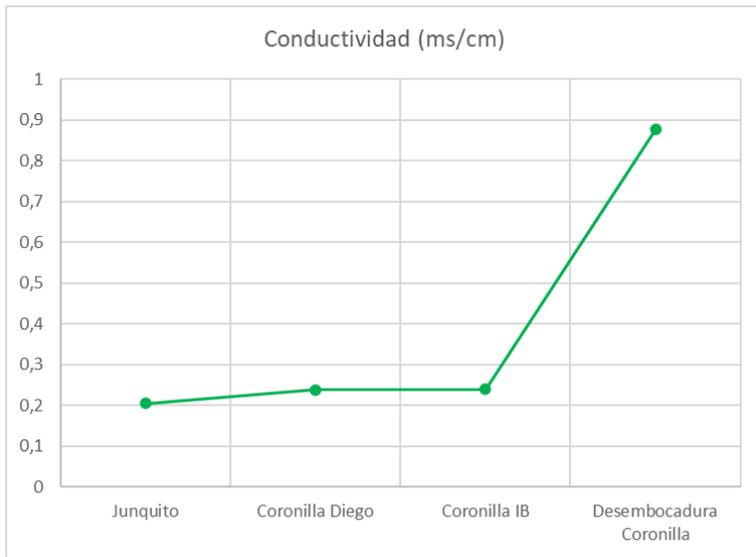
Teixeira de Mello, F; González-Bergonzoni, I. & Loureiro, M. 2011. Peces de agua dulce del Uruguay. PPR-MGAP. 188 pp.

Teixeira de Mello, F. (2019). Experimentación con animales no tradicionales en Uruguay. Montevideo, Uruguay: Comisión Honoraria de Experimentación Animal.

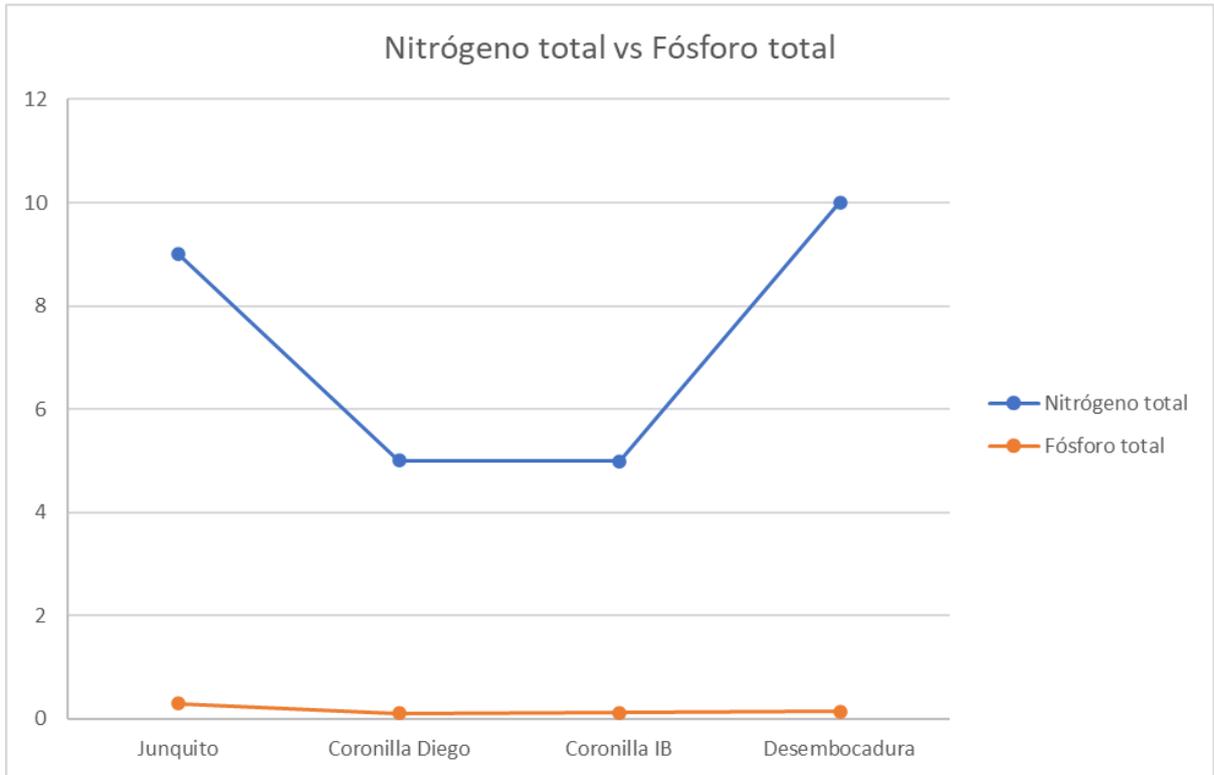
Teixeira de Mello, F; Canavero, A; Ríos, N; García, G; Suárez, B; Lozoya, J & Loureiro, M. (2021). An isolated population of *Austrolebias charrua* (Rivulidae, Cyprinodontiformes) detected in a fragile ecosystem (Maldonado, Uruguay). <https://doi.org/10.1002/aqc.3727>

Wilson S. Serra, Guillermo Terán, Pablo Calviño , Jorge A. Barneche , Martín M. Montes, Ignacio García & Felipe Alonso (2023). Descubriendo los secretos de los killis sudamericanos: nuevos géneros y su evolución. Documento de divulgación. Museo Nacional de Historia.

ANEXO I.



Gráficos de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua (conductividad, oxígeno disuelto, pH y temperatura).



Concentraciones de Nitrógeno y Fósforo total calculadas para cada estación de muestreo.

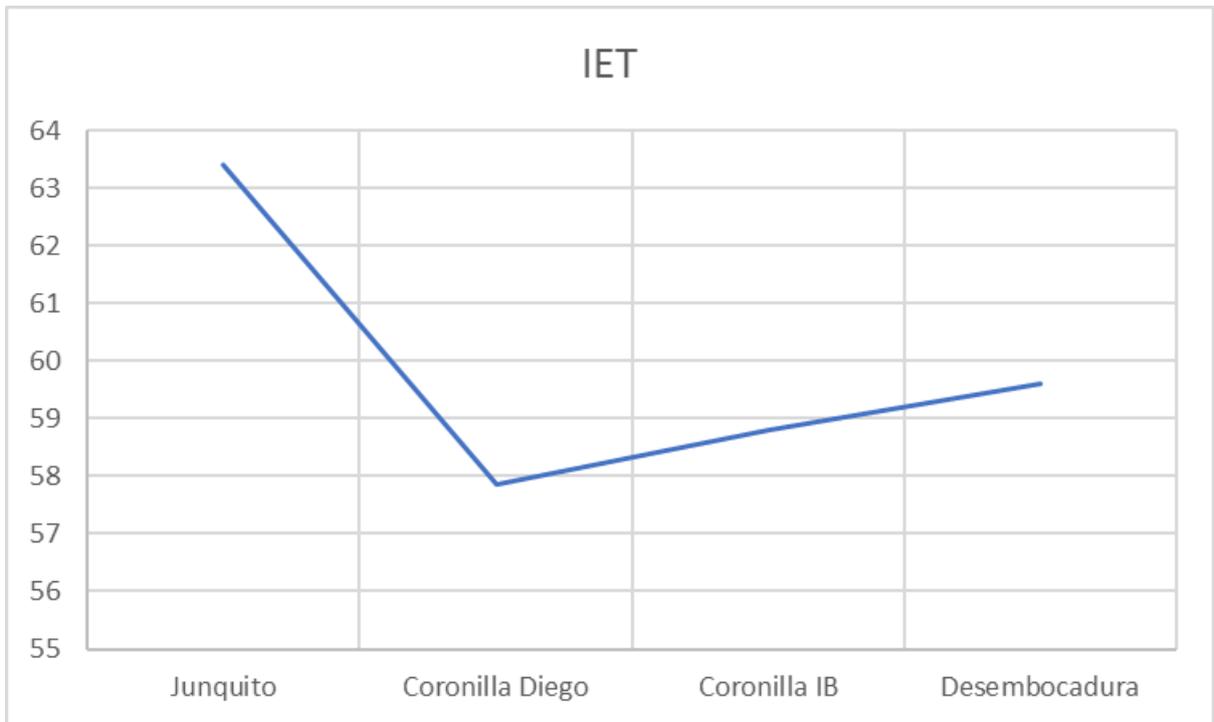


Gráfico de índice de estado trófico de cada estación

ANEXO II.

Descripciones morfológicas a campo de los perfiles modales de suelos.

| UNIDAD 1A. PERFIL MODAL - COORDENADAS: 634028 / 6148958 | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|
| Horizonte | Profundidad (cm) | Transición | Color (seco) | Textura | Estructura | Moteados | Raíces | Notas |
| A1 | 0 a 4 | | 7,5 YR 4/3 | Arenoso | Sin estructura | | Abundantes | Mezcla de arena volada y arena marrón teñida con Morg |
| A2 | 4 a 9 | Claro | 10YR 4/4 | Franco arenoso | Sin estructura | | Frecuentes | Aumento de arcilla y Fe |
| A3 | 9 a 15 | Gradual | 10YR 6/3 | Arenoso franco | Masiva | 2 % Pigmentos pequeños de Fe notorios | Pocas | Pigmentos de Fe notorios |
| B(?) | 15 a 59 | Difuso | 10YR 7/2 | Arenoso | Sin estructura | 20% de Fe naranjas | Pocas | Moteados acompañas a las raíces |
| | * 35 cm | ??Nivel de "espuma negra". Abundantes fragmentos de diversos tamaño. Parece pumita negra. Coral o similar? | | | | | | |

| UNIDAD 2. PERFIL MODAL - COORDENADAS: 634201/6148893 | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|----------------|------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Horizonte | Profundidad (cm) | Transición | Color (seco) | Textura | Estructura | Moteados | Raíces | Notas |
| O?? | 0 a 4 | | 7,5YR 3/2 | Arenoso | Falsa estructura dada por raíces muertas | | Abundantes | Arena reciente y restos vegetales |
| A | 4 a 25 | | 7,5YR8/2 | Arenoso franco | Sin estructura | Moteados negros asociados a Morg | Frecuentes en profundidad, antes estolones. | Aumento de Morg en profundidad con raíces |

| UNIDAD 3. PERFIL MODAL - COORDENADAS: 634295/6148879 | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------------|------------|--------------------------------------------|
| Horizonte | Profundidad (cm) | Transición | Color (seco) | Textura | Estructura | Moteados | Raíces | Notas |
| A1 | 0 a 2 | | 10YR 7/3 + 10YR 2/1 | Arenoso franco | | | | Mucha Morg fina y gruesa. Restos de quema? |
| A2 (AE?) | 2 a 8 | Gradual | 10 YR 8/2 | Franco arenoso | Sin estructura | moteados 10YR 7/3 y óxidos | abundantes | horizonte eluvial? Parece lavado |
| A3 | 8 a 11 | Gradual a difuso | 10YR 7/2 | Arenoso franco | Sin estructura | | abundantes | Cambio de color a más oscuro |
| A4 | 11 a 19 | Difuso | 10 YR 4/2 | Arenoso franco | Sin estructura | | Pocas | |
| A5 | 19 a 28 | gradual | 10 YR 7/2 | Arenoso | Más tenaz pero sin estructura | Anaranjados y rojizos frecuentes | | Cambio a arenas gruesa de mala selección |

ANEXO III.

Ubicación, orientación y consideración de cierre o continuidad de las bajadas de todo el arco de playa desde Araminda hasta la desembocadura del arroyo de la Coronilla (playa Santa Lucía del este).

| N° bajada | Coordenadas | Orientación | Observaciones |
|-----------|----------------------------|-------------|---------------|
| 1 | X:632293; Y:6149534 | NW-SE | Dejar |
| 2 | X:632351; Y:6149542 | NW-SE | Cerrar |
| 3 | X:632503.63; Y:6149519.32 | N-S | Dejar |
| 4 | X:632524; Y:6149521 | N-S | Cerrar |
| 5 | X:632665.12; Y:6149558.54 | N-S | Dejar |
| 6 | X:632702.10; Y:6149460.27 | W-S | Cerrar |
| 7 | X:632754.12; Y:6149508.94 | N-S | Cerrar |
| 8 | X:632771; Y:6149501 | NE-W | Cerrar |
| 9 | X:632779; Y:6149458 | W-E | Cerrar |
| 10 | X: 632808; Y:6149480 | N-S | Cerrar |
| 11 | X:632843; Y:6149477 | N-S | Cerrar |
| 12 | X:632892.13; Y:6149452.78 | N-S | Dejar |
| 13 | X:632976.29; Y:6149429.32 | NW-SE | Cerrar |
| 14 | X:633006.24; Y:6149433.86 | NE-SE | Dejar |
| 15 | X:633024.02; Y:6149411.37 | NE-SW | Dejar |
| 16 | X:633026.75; Y:6149398.68 | NE-SW | Cerrar |
| 17 | X:633019.01; Y:6149376.41 | W-SE | Cerrar |
| 18 | X:633040.58; Y:6149378.26 | NE-SE | Cerrar |
| 19 | X:633039.88; Y:6149398.48 | NW-SW | Cerrar |
| 20 | X:633081.05; Y:6149375.84 | NE-SW | Dejar |
| 21 | X:633171.75; Y:6149339.44 | N-S | Dejar |
| 22 | X:633207.85; Y:6149322.73 | N-S | Cerrar |
| 23 | X:633257.21; Y:6149279.25 | NE-SW | Cerrar |
| 24 | X:633260.92; Y:6149261.62 | NE-SW | Dejar |
| 25 | X:633288.03; Y:6149273.15 | N-S | Cerrar |
| 26 | X:633355.87; Y:6149249.78 | N-S | Cerrar |
| 27 | X:633431.62; Y:6149217.17 | NE-SW | Dejar |
| 28 | X:633421.08; Y:6149193.25 | NW-S | Cerrar |
| 29 | X:633435.77; Y:6149168.85 | W-E | Cerrar |
| 30 | X:633533.00; Y:6149187.00 | N-S | Dejar |
| 31 | X:633579.00; Y:6149153.00 | N-S | Cerrar |
| 32 | X:633702.32; Y: 6149098.99 | E-S | Cerrar |
| 33 | X:633718.89; Y:6149090.84 | N-S | Dejar |
| 34 | X:633728.02; Y:6149084.80 | NE-SW | Cerrar |
| 35 | X:633821.00; Y:6149076.00 | N-S | Dejar |
| 36 | X:633870.00; Y:6149052.00 | NW-SE | Cerrar |
| 37 | X:633975.00; Y:6148983.00 | NE-SW | En discusión |
| 38 | X:633988.00; Y:6148944.00 | NE-SW | Dejar |
| 39 | X:634000.00; Y:6148951.00 | N-S | Cerrar |
| 40 | X:634037.93; Y:6148950.29 | NW-S | Cerrar |
| 41 | X:634138.45; Y:6148965.39 | NE-S | Cerrar |
| 42 | X:634197.63; Y:6148944.01 | NE-S | Dejar |
| 43 | X:634276.77; Y:6148913.33 | N-S | Cerrar |
| 44 | X:634343.67; Y:6148882.60 | N-S | Cerrar |
| 45 | X:634430.02; Y:6148858.82 | N-S | Dejar |
| 46 | X:634462.00; Y:6148756.88 | NW-SE | Cerrar |
| 47 | X:634574.08; Y:6148781.84 | NW-S | Dejar |
| 48 | X:634521.53; Y:6148701.18 | E-SW | Cerrar |