

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ANÁLISIS DE LOS RRNN Y FORESTALES DEL  
PARQUE NACIONAL CABO POLONIO  
CON HERRAMIENTAS DE GEOMÁTICA

por

Mariela SILVEIRA CETRÁNGOLO

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2022

Tesis aprobada por

Director: -----

MSc. Ing. Agr. Guillermo Morás Loyarte

-----

Dr. Ing. Agr. Gustavo Daniluk Mosquera

-----

Msc. Ing. Agr. Antonella Celio Cioli

Fecha: 19 de diciembre de 2022

Autora: -----

Mariela Silveira Cetrángolo

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores que me conocieron y me dieron una palabra de aliento, especialmente Guillermo Morás quien conociendo mis estudios en geomática me invita a participar de la propuesta de tesis para concluir mi carrera.

A los profesores que me mostraron el camino a través de tus trabajos, especialmente a Carlos Brussa por su pasión por las plantas; a Gastón Casseau por darme la oportunidad de tomar sus clases y enseñarme que las leyes son importantes también en el ambiente; a Mario Michelazzo, mi primer profesor de geomática por mostrarme este camino tan apasionante de las geotecnologías y a Mercedes Berterretche por sus incontables apoyos.

A Peter Eredics de ESRI por obsequiarme las licencias de estudio de ArcGIS para la tesis.

Agradecer también a Gustavo Daniluk del departamento forestal de la Facultad de Agronomía y Antonella Celio de la cátedra de geología por aceptar y formar parte del tribunal evaluador; a Ing. Agr. Tabaré Villamil por explicarme su trabajo en el Parque Nacional Cabo Polonio; María Fernanda Morales de IDE; Carmen Lerena de Información legislativa del Palacio Legislativo; Pablo Prieto de DGS; a bedelía y biblioteca de Facultad de Agronomía por todos los años resolviendo cada necesidad.

A Mariana Ríos de SNAP por compartir su conocimiento en la salida a campo, a todo el personal de guardaparques del PNCP que colaboraron directamente en la salida a campo.

A mis amigos y mi adorado gatito, a ellos por comprender el costo de oportunidad que implicó este trabajo.

Finalmente, a la lic. Sully Toledo por su dedicación como funcionario de biblioteca desde el primer día que concurrí a biblioteca y ahora, por las correcciones en la sección Referencia.

Especial agradecimiento póstumo al Ing. Agr. Juan Cabris por brindarse siempre a colaborar con sus alumnos.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1    OBJETIVOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 <u>DEFINICIONES GENERALES</u> .....	3
2.1.1 <u>Sistemas de información geográfica</u> .....	3
2.1.2 <u>Percepción remota</u> .....	3
2.1.3 <u>Principios físicos de la teledetección</u> .....	4
2.1.4 <u>Propiedades físicas, fisiológicas y comportamiento espectral de la vegetación</u> .....	8
2.1.5 <u>Dato e información geográfica</u> .....	9
2.1.6 <u>Integración de las herramientas de geomática en la gestión ambiental</u> .....	10
2.2 <u>UBICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</u> .....	11
2.3 <u>MARCO JURÍDICO AMBIENTAL PNCP</u> .....	13
2.4 <u>LOS BOSQUES: DEFINICIONES Y SERVICIOS</u> .....	19
2.5 <u>INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES</u> .....	21
2.5.1 <u>Historia forestal en el Cabo Polonio</u> .....	22
2.6 <u>CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y DENDROLÓGICAS DE LAS ESPECIES ARBÓREAS RELEVADAS</u> .....	26
2.6.1 <u><i>Pinus pinaster</i></u> .....	26
2.6.2 <u><i>Pinus elliotii</i></u> .....	28
2.6.3 <u><i>Pinus taeda</i></u> .....	29
2.6.4 <u><i>Eucalyptus globulus</i></u> .....	29
2.6.5 <u><i>Eucalyptus grandis</i></u> .....	30
2.7 <u>ÁREAS PROTEGIDAS, RAMSAR Y RESERVAS DE BIÓSFERA</u> .....	31
2.8 <u>CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA</u> .....	38

2.8.1	<u>Precipitación</u> .....	38
2.8.2	<u>Temperatura</u> .....	40
2.8.3	<u>Viento</u> .....	43
2.9	RELEVAMIENTO DE CIENCIAS SOCIALES.....	47
2.10	ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	50
2.11	RELEVAMIENTO GEOLÓGICO.....	53
2.12	RELEVAMIENTO EDAFOLÓGICO.....	62
2.12.1	<u>Descripción de los suelos sobre la unidad Angostura</u> .....	63
2.12.2	<u>Descripción de los suelos sobre la unidad Laguna Merín</u> .....	63
2.12.3	<u>Zonas y grupos CONEAT</u> .....	64
2.13	EROSIÓN COSTERA.....	68
2.14	UNIDADES PAISAJÍSTICAS.....	69
2.15	PAISAJES COSTEROS.....	70
2.16	COBERTURA Y USO DE SUELO.....	72
2.17	ECO REGIONES.....	73
2.18	DINÁMICA DUNAR.....	74
2.19	UNIDADES AMBIENTALES.....	77
2.20	ZONIFICACIÓN.....	82
2.21	CARTOGRAFÍA FORESTAL.....	86
2.22	PARCELARIO RURAL.....	87
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	88
3.1	MATERIALES.....	88
3.2	METODOLOGÍA.....	92
3.3	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	93
3.3.1	<u>Obtención de fotos aéreas e imágenes satelitales</u> .....	93
3.3.2	<u>Establecer proyecto en SIG</u> .....	98
3.3.3	<u>Salidas a campo</u> .....	101
3.3.4	<u>Caracterización de los recursos forestales</u> .....	101
3.3.5	<u>Análisis en escritorio</u> .....	103
3.3.6	<u>Relaciones de las coberturas con otros recursos</u> .....	105
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	107
4.1	ANÁLISIS EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS INTERNACIONALMENTE.....	107
4.2	ANÁLISIS METEOROLÓGICO.....	110
4.3	ANÁLISIS GEOLÓGICO.....	114
4.4	ANÁLISIS EDAFOLÓGICO.....	115
4.4.1	<u>Relevamientos en campo</u> .....	118
4.4.2	<u>Estudio semidetallado y uso actual de la tierra</u> .....	125

4.5	ANÁLISIS DE LA PENDIENTE .....	128
4.6	ANÁLISIS DEL PARCELARIO RURAL .....	132
4.7	UBICACIÓN EDIFICACIONES .....	134
4.8	DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES.....	138
4.9	RODALES.....	143
4.10	COBERTURAS.....	146
5.	CONCLUSIONES .....	150
6.	RESUMEN .....	154
7.	SUMMARY .....	155
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	156
9.	ANEXOS .....	168

#### LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No.		Página
1.	Espectro electromagnético.....	7
2.	Forestación 1966 .....	24
3.	Forestación 1985 y 2003 .....	25
4.	Área de distribución natural del <i>Pinus pinaster</i> .....	28
5.	Climas y área de distribución natural en origen de <i>E. grandis</i> y <i>E.globulus</i> . 30	
6.	Categoría de suelo Ordenamiento territorial .....	50
7.	Prioridad forestal 2010.....	51
8.	Aptitud general de suelo .....	52
9.	Coberturas 2019 - 2020 .....	53
10.	Corte de la carta geológica .....	58
11.	Eco regiones del Uruguay.....	73
12.	Imagen Sentinel .....	94
13.	Sentinel nov. 2019 .....	95
14.	Imagen Landsat 8 .....	96

15. Fotos y mosaico.....	97
16. Foto aérea usada en la lectura estereoscópica .....	100
17. Clasificación supervisada previa, puntos de control y categorías .....	102
18. Imagen actual, octubre 2022.....	152

#### Foto No.

1. Formación Chuy.....	60
2. Unidad Arenas litorales y fluviales .....	61
3. Pozo 1.....	120
4. Pozo 2.....	122
5. Perfil geológico .....	124

#### Gráfica No.

1. Valores promedio de precipitaciones por meses en mm .....	111
2. Precipitación anual acumulada en mm .....	111
3. Valor medio de medias de temperatura en °C por meses.....	112
4. Promedios de registros mínimo y máximo por mes .....	112
5. Rosa de los vientos.....	113

#### Mapa No.

1. Mapa de ubicación.....	12
2. Áreas protegidas de Uruguay según SNAP .....	35
3. Ubicación del PNCP dentro de las reservas .....	37
4. Localidades y datos censales .....	48
5. Cuencas hidrográficas .....	54
6. Unidades geológicas.....	55

7. Unidades de suelo y grupos CONEAT .....	62
8. Erosión costera .....	69
9. Unidades paisajísticas .....	70
10. Paisajes costeros.....	71
11. Cobertura y uso del suelo .....	72
12. Dinámica dunar.....	76
13. Unidades ambientales .....	78
14. Ambientes .....	79
15. Zonificación.....	85
16. Cartografía oficial forestal .....	86
17. Parcelario.....	87
18. Ambientes en sitio Ramsar .....	108
19. Ambientes en Reserva de Biósfera.....	109
20. Relación entre geología, unidades de suelo y CONEAT .....	116
21. Posición de los relevamientos.....	118
22. Dunas forestadas y duna móvil sobre CONEAT 07.2 .....	127
23. Pendiente C27B1.....	129
24. Pendiente C26D4.....	130
25. Pendiente C27A3.....	131
26. Ubicación parcelas y accesos.....	133
27. Edificaciones sobre capa ambientes.....	135
28. Geoprocesos edificaciones .....	137
29. Ambientes sobre restauración y conservación.....	139
30. Ambientes en restauración MDT.....	141
31. Ambientes en restauración en cada padrón.....	142
32. Rodales digitalizados con puntos de muestreo y padrones .....	143
33. Rodales.....	144
34. Rodales con centroide .....	145
35. Coberturas en subzona de restauración y conservación .....	147

36. Coberturas en capa zonificación.....	148
------------------------------------------	-----

Tabla No.

1. Plantaciones en Cabo Polonio entre 1937 y 1981 .....	23
2. Áreas protegidas.....	32
3. Áreas protegidas internacionales.....	36
4. Valores totales de precipitaciones en mm según año por mes .....	39
5. Registro de temperaturas medias .....	40
6. Registro mínimo mensual de temperaturas por mes según año.....	41
7. Valor máximo de temperaturas por mes según año .....	42
8. Cantidad de episodios de dirección del viento según grado por año .....	44
9. Cantidad de episodios según orientación .....	46
10. Datos censales de localidades próximas .....	49
11. Componentes del sistema y subsistema en dinámica dunar .....	77
12. Componentes de las unidades ambientales y ambientes .....	80
13. Composición y área de la zonificación.....	84

## LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

°C	grados Celsius
CIDE	Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico
CONEAT	Comisión Nacional de Estudio agro-Económico de la Tierra
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente.
DINACEA	Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental
DINOT	Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial
ESA	European Space Agency
EOS	Earth Observatory System
FAO	Organización De Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIR	Far Infra-Red
GE	Google Earth
GNSS	Sistemas de Navegación Global por Satélite
ha	hectárea o hectáreas
IDEuy	Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay
IG	Información Geográfica
INE	Instituto Nacional de Estadística
m	metro o metros
MAB	Man and Biosphere. Programa el hombre y la biósfera
MDT	Modelo Digital de Terreno
MDTHC	Modelo Digital de Terreno Hidrológicamente Consistente
MVOTMA	Ministerio De Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NIR	Near Infra Red

PCN	Plan Cartográfico Nacional
PNCP	Parque Nacional Cabo Polonio
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REM	Radiación Electromagnética
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
TIG	Tecnologías de la Información Geográfica
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
UN	Naciones Unidas
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USDA	United States Department of Agriculture
USGS	United State Geological Service
UTM	Universal Transverse Mercator
VFN	Vuelo aero Fotogramétrico Nacional
WGS	World Geodetic System
WMS	Web Map Service

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta tesis se desarrolló como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo de opción forestal en la Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

Este trabajo de investigación describe y analiza los recursos naturales y forestales del Parque Nacional Cabo Polonio (PNCP). Utilizando herramientas de geomática, información geográfica disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDEuy), información geográfica de Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), datos de variables meteorológicas del Instituto Uruguayo de Meteorología, datos disponibles en la Dirección Nacional de Catastro, datos geológicos y edafológicos de la Dirección Nacional de Recursos Naturales, y datos de población del Instituto Nacional de Estadísticas.

La investigación se desarrolla buscando un aporte al conocimiento de los recursos naturales del PNCP y una mejor gestión de los mismos. Para ello, se reconocen, caracterizan y analizan los recursos naturales y forestales a partir de antecedentes cartográficos, información georreferenciada y posterior análisis, implementando para ellos en un sistema de información geográfica.

Esta información espacial permitirá no solo un aporte en el conocimiento y distribución espacial de los recursos naturales, sino también un aporte para una mejor gestión de los mismos.

El Área Natural Protegida Parque Nacional Cabo Polonio está ubicada en el departamento de Rocha y ha sido declarada así en el decreto No. 337/009 del día 20 julio de 2009 se encuentra dentro de la categoría de Parque Nacional, en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), no obstante, desde 1935 se iniciaron las actividades con respaldo legal y hacia 1942 alcanza es estatus de reserva forestal.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

Evaluar y caracterizar los recursos naturales agronómicos y forestales del PNCP.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Conocer cuál es la legislación sobre la zona, y hacer una recopilación de antecedentes históricos que tengan sustento en la legislación.

Identificar los recursos naturales del PNCP.

Reconocer in situ los ecosistemas de alto valor de conservación.

Buscar los datos oficiales disponibles para complementar a los entregados por DINAMA.

Analizar los datos dentro de un sistema de información geográficos (SIG) a efectos de generar información adicional mediante geoprosesos.

Interpretar los datos e información geográfica obtenida con el plan de manejo vigente.

Generar una capa de cobertura que contenga la rodalización de la forestación, y vincularlos con otras capas entregadas por DINAMA, hoy Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA).

Contribuir con un material académico y científico para el ámbito agronómico y ambiental que apoye a la educación, investigación, empleo y divulgación de herramientas de geomática aplicadas al ámbito forestal de Uruguay.

Contribuir con DINACEA con nueva información geográfica sobre la zona.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DEFINICIONES GENERALES

#### 2.1.1 Sistemas de información geográfica

*“Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espaciales referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión, un Sistemas de Información y un Sistema de Apoyo a la Decisión.”* (National Center for Geographic Information and Analysis, citado por Bosque Sendra, 1992).

*“Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos. Un sistema de información geográfica es un tipo especializado de base de datos geográfica, que se caracteriza por su capacidad de manejar datos geográficos, los cuales se pueden representar gráficamente como imágenes.”* (Bosque Sendra, 1992).

En sentido amplio, los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas que permiten a los usuarios almacenar y editar datos, analizar la información espacial, crear consultas interactivas presentar los resultados de todos estos. Son procedimientos informáticos que integran información georreferenciada gráfica y alfanumérica georreferencia. Una vez almacenados ambos tipos de datos, permiten un ágil y polivalente procesado y análisis de dicha información (Moldes, citado por Rodríguez Pérez et al., 2002).

#### 2.1.2 Percepción remota

Percepción remota, teledetección, teleobservación o la denominación inglesa *remote sensing* son los posibles términos encontrados en la literatura. *“Remote sensing está definida como una técnica para identificar, clasificar y determinar objetos, así como obtener información de sus propiedades físicas a través del análisis de los datos colectados usando sensores localizados*

*remotamente, los cuales no están en contacto físico con los objetos.” (Okamoto, 2001).*

Se puede tener información del espacio a través de la medición de diferentes fuentes energéticas, como energía electromagnética, como campos de fuerzas magnéticas, o a través de ondas acústicas. El sistema de teledetección pasiva, utiliza la energía natural proveniente del sol, es decir que los objetos pueden absorber, reflejar o transmitir la radiación electromagnética (REM), a diferencia de los sistemas activos, donde el propio sistema genera la energía para ser posteriormente medida tras su interacción con los objetos de estudio (Pinilla, 1995).

Las teledetecciones junto con los SIG ofrecen varias aplicaciones en la gestión de diversas áreas: catastro, seguridad pública y sanitaria, estudios del medio ambiente, localización de torres eléctricas o de control o de telecomunicaciones, tránsito, recreación, localización de consumidores en proyectos de negocios y en todas las disciplinas que realizan gestión del medio ambiente y regulan los recursos ante desastres naturales.

La percepción remota es una herramienta usada en varias áreas científicas relacionadas con el medio físico, aunque la misma carece de utilidad aisladamente, junto la con cartografía y los sistemas de posicionamiento global se integran en los sistemas de información geográfica donde se realiza el análisis de la enorme cantidad de datos disponibles para gestionar proyectos. Una de las principales aplicaciones se centra en el seguimiento de cultivos agrícolas, principalmente cultivos herbáceos, y cada vez son más numerosas las aplicaciones forestales.

### 2.1.3 Principios físicos de la teledetección

La energía o radiación electromagnética (REM) es utilizada en la obtención de los datos por teledetección (Moraes, 2002). La radiación solar es la fuente primaria de energía para el planeta y es utilizada naturalmente por los fenómenos biológicos.

La radiación solar es recibida por la parte externa de la atmósfera a una tasa constante de  $1,94 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$  equivalente a  $1360 \text{ W.m}^{-2}$ , ese valor denominado constante solar, se suele expresar como energía recibida por unidad de tiempo y por unidad de área perpendicular a los rayos del sol.

Desde el punto de vista físico la energía electromagnética es definida dentro de una teoría clásica como ondas electromagnéticas, y en el marco de una teoría cuántica como flujo de fotones.

La teoría ondulatoria o teoría electromagnética de Maxwell explica cómo las vibraciones eléctricas se propagan en el vacío, dado que ellas mismas generan un campo eléctrico y un campo magnético oscilatorio que se propagan juntos, produciéndose en ello la onda electromagnética, entonces cada cambio del campo eléctrico genera en su proximidad un campo magnético y viceversa.

Los dos campos, eléctrico y magnético, periódicamente variables, son constantemente perpendiculares entre sí y a la dirección común de su propagación. La energía electromagnética no precisa de un medio físico para propagarse, se mueve en forma de onda electromagnética a la velocidad de la luz, y se caracteriza por su frecuencia, amplitud y longitud (Moraes, 2002). Dado que la velocidad de propagación es directamente proporcional a su frecuencia y longitud, se puede expresar como  $c=f\cdot\lambda$ . Donde:  $c$ =velocidad de la luz ( $3\cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>);  $f$ =frecuencia es número de oscilaciones que pasa por un punto en un determinado intervalo de tiempo, generalmente un segundo;  $\lambda$ =longitud de onda (m), es distancia entre dos máximos de un ciclo completo del movimiento ondulatorio.

La velocidad de la luz se expresa según el sistema internacional de unidades (SI) en nanómetros (nm, 10<sup>-9</sup> m), otras unidades son angstrom (Å) y milimicras (mμ), siendo 1nm = 0.001mμ = 10Å = 10<sup>-9</sup>m.

La teoría corpuscular o teoría cuántica explica que cuando un elemento es excitado ya sea por procesos internos o por REM, emite fotones o corpúsculos de luz que cargan todas las posibles diferentes longitudes de ondas y que caracterizan a un material en particular.

Gracias a la teoría cuántica, se puede calcular la cantidad de energía transportada por un fotón siempre que se conozca su frecuencia (Chuvieco, 1996).

De Las Rivas (2000) define la teoría cuántica de Planck bajo la siguiente ecuación matemática:  $E = h \cdot U$  donde:  $E$ =es la energía radiante de una unidad cuántica (julios),  $U$ =es la frecuencia (número de ondas transmitido por unidad de tiempo (s<sup>-1</sup>) y  $h$ =es la constante universal de Planck  $6,6262 \times 10^{-34}$  (J.s<sup>-1</sup>, es decir, Julios/segundo).

La frecuencia de una radiación corresponde también a la velocidad de dicha radiación dividida por la longitud de la onda, es decir,  $U = c/\lambda$ . La velocidad en todas las REM es constante ( $c = 2.99979 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>).

De esta manera la energía también se puede expresar como:  $E = h \cdot c/\lambda$  entonces se puede deducir que, a mayor longitud de onda, o menor frecuencia, el contenido energético será menor y viceversa, es decir, a menor longitud de onda el contenido energético es mayor (Chuvienco, 1996).

La relación entre energía y longitud de onda, puede establecerse con mayor rigor gracias a la ley de Planck, la fórmula señala que cualquier objeto por encima del cero absoluto  $0^{\circ}\text{K}$  ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) emite energía, y que la cantidad de energía emitida es proporcional a la temperatura. A su vez, a mayor temperatura, dicho cuerpo radiará con más intensidad en longitudes de onda más cortas.

A partir de las formulaciones de Planck puede calcularse la longitud de onda a la que se produce la máxima emitancia de un cuerpo conociendo su temperatura (T) mediante la fórmula de desplazamiento de Wien:  $\lambda_{\text{max}} = 2898 \mu\text{mK}/T$ .

Esta fórmula, tiene gran importancia para conocer la banda del espectro más conveniente para estudiar una cobertura vegetal, siempre que se conozca su temperatura (Chuvienco, 1996).

La figura No. 1 siguiente muestra como la energía electromagnética puede ser expresada de manera continua en función de su longitud o de su frecuencia, siendo esta disposición denominada espectro electromagnético (Moraes, 2002). El espectro electromagnético comprende desde longitudes con valores inferiores a  $10^{-14} \mu\text{m}$  donde se encuentran los rayos cósmicos, hasta las ondas kilométricas de telecomunicaciones (Chuvienco, 1996). La REM que transporta la información utilizable en el campo de la percepción remota que utiliza el hombre se limita en la práctica a las siguientes bandas del espectro: i) visible de  $0,4$  a  $0,7 \mu\text{m}$ , ii) infrarrojo próximo (NIR) de  $0,7$  a  $1,3 \mu\text{m}$ , iii) infrarrojo medio (IR) de  $1,3$  a  $8 \mu\text{m}$ , iv) infrarrojo lejano o térmico (FIR) de  $8$  a  $14 \mu\text{m}$  y v) la franja de micro-ondas a partir de  $1 \text{cm}$  (Chuvienco, 1996).

Una pequeña franja donde se ubica el espectro visible que va desde la longitud de onda  $400$  a  $700 \text{nm}$  ( $1 \text{nm} = 0.001 \mu\text{m}$ ), constituye la radiación fotosintéticamente activa.

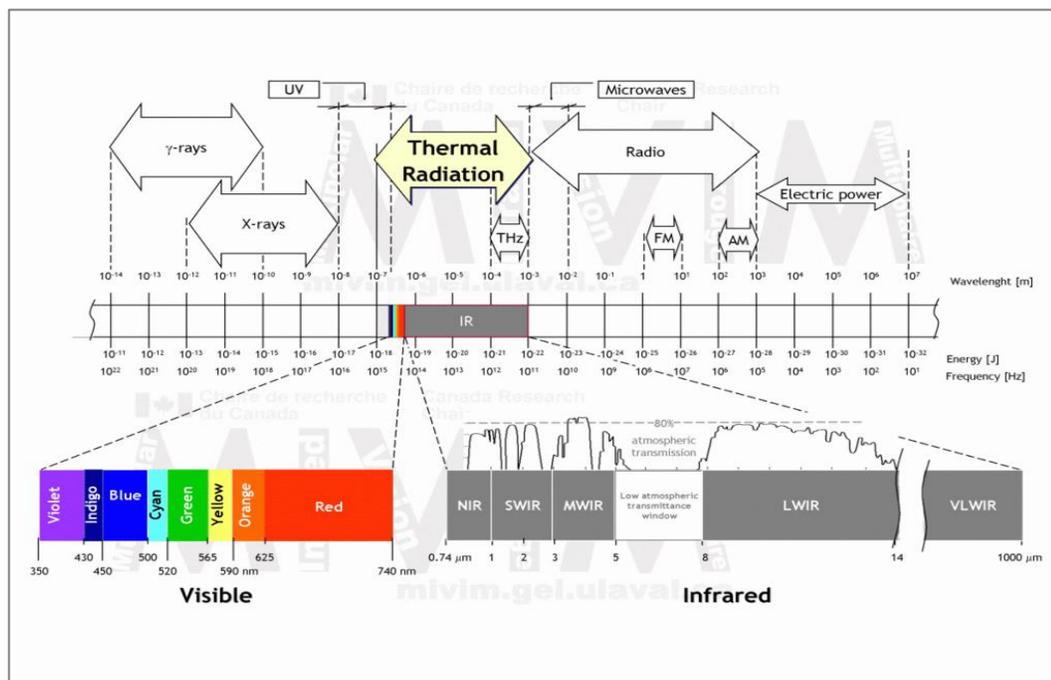


Figura No. 1. Espectro electromagnético

Fuente: Ibarra-Castanedo (2005).

La REM al atravesar la atmósfera puede ser absorbida, reflejada y/o transmitida. Los gases presentes en ella tienen la capacidad de absorber en relación a la longitud de onda de la energía. En las áreas donde no existe absorción por parte de gases como el ozono ( $O_3$ ), oxígeno ( $O_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), agua ( $H_2O$ ), monóxido de nitrógeno ( $NO$ ), dióxido de nitrógeno ( $N_2O$ ), la energía llega a la superficie de la Tierra, como, por ejemplo, en la franja espectral entre 0,3 a 0,7  $\mu m$  la cual, además concentra el 70 % de la REM. Conjuntamente es en esos sectores donde se presentan las ventanas atmosféricas, que primeramente le permiten al planeta mantener un equilibrio térmico, al permitir la ganancia y la pérdida de energía, y por otro lado nos permite hacer uso de los sistemas de percepción remota, al ubicar en estas franjas, los sensores para capturar la radiancia de los objetos, ya que la energía, en este sector, no interactúa de manera importante con la atmósfera (Morales, 2002).

#### 2.1.4 Propiedades físicas, fisiológicas y comportamiento espectral de la vegetación

La forma en que la radiación electromagnética interactúa con la materia, depende de la longitud de onda de la radiación incidente, así como del ángulo de incidencia, se puede detectar con diferentes sensores, y depende de las propiedades del medio. Para Gates (1970) existen tres tipos principales de interacciones que producen las plantas: transmisión, reflexión y absorción.

Chuvienco (1996) define los términos de: i) irradiancia, como la energía radiada sobre una unidad de área por unidad de tiempo, y se la conoce como la energía incidente ( $W.m^{-2}$ ), ii) absorbancia, como la relación entre el flujo incidente y el que absorbe una superficie, iii) reflectancia, como la relación entre el flujo incidente y el reflejado por una superficie y iv) transmitancia, como la relación entre el flujo incidente y el transmitido por una superficie

La intensidad y calidad de la reflectancia y emitancia de las plantas dependen de la geometría de la hoja, de la morfología y fisiología, de aspectos químicos, del suelo y del clima. Las hojas de las plantas absorben, reflejan y transmiten la radiación incidente de una manera particular y específica gracias a la presencia de células que contienen pigmentos y soluciones acuosas (Gates, 1970).

En la banda azul (0.4 a 0.5  $\mu m$ ) los valores de absorción son altos, explicado por los pigmentos de las hojas, principalmente clorofilas, xantofila y caroteno al igual que en la fracción del rojo (0.6 a 0.7  $\mu m$ ); igual comportamiento se presenta en la longitud de onda ultravioleta, éste se refiere a vegetación verde y sana. Se muestra un descenso de absorbancia en la longitud de 0.55  $\mu m$ , a lo que la mayor reflectividad en esta porción coincide con la banda verde del espectro y proporciona el color con que nuestros ojos perciben de la vegetación vigorosa (Gates, 1970).

Los picos de absorbancia en el IR 0.9, 1.1, 1.4, y 1.9  $\mu m$  son debido al agua presente en la hoja la cual es la principal fuente de absorción en esta franja. Al igual que en la franja del FIR, donde el agua líquida es responsable de la fuerte absorción (Gates, 1970).

La reflectancia espectral varía además con el estado fisiológico del cultivo. Las hojas juveniles presentan una baja reflectancia en el azul y verde, mientras que en el amarillo y rojo es fuerte, y en el NIR muy fuerte. Una hoja completamente seca muestra una disminución de la reflectancia en el NIR y un marcado aumento de la reflectancia en las longitudes de ondas largas debido a

la reducción de absorción de agua, es decir, falta de agua dentro del mesófilo (Gates,1970).

Un abrupto aumento de la reflectancia próximo al valor de  $0.7 \mu\text{m}$  y el descenso de la misma próximo a  $1.5 \mu\text{m}$  conjuntamente con una baja reflectividad en la banda roja del espectro está presente en plantas maduras y sanas con hojas verdes.

Queda implícito entonces que cualquier fuente de estrés en la vegetación se mostrará en un comportamiento espectral más o menos alejado del descrito anteriormente. La hoja senescente o enferma tiende a perder actividad clorofila en consecuencia muestran una menor absorción en las bandas azul y roja del espectro visible.

En el NIR se produce una reducción de la reflectividad, como consecuencia del deterioro en la estructura celular de la hoja. La curva espectral por lo tanto se hace más plana (Jackson et al., citados por Chuvieco, 2008).

#### 2.1.5 Dato e información geográfica

El dato geográfico posee intrínsecamente dos elementos: la entidad de la realidad sobre la cual se observa un fenómeno (natural o artificial) y la variable o atributo temático, pero además los datos geográficos están localizados en el espacio, otorgándole el beneficio de ser incluidos dentro de un SIG. Se define el dato geográfico como todo aquello que nos comunica y responde el cómo, dónde, cuándo, cuánto (Ariza, citado por Pedemonte y Silveira, 2021).

Internet ha sido un nuevo paradigma para el acceso a la información, creando una revolución rápida y silenciosa. Algunas características que menciona son la abundancia de la información, las actividades de publicación, la participación y cooperación. La mayor parte de la información geográfica (IG) se encuentra disponible a través de servicios en línea, por ellos se debería hablar de Tecnologías de la Información Geográfica (Ariza, citado por Pedemonte y Silveira, 2021).

Siendo la IG la base para la toma de decisión en muchas organizaciones cuando es necesario gestionar planificaciones sobre productos, servicios o sobre el territorio, el empleo de la IG está afectado por las políticas y éstas redundan en repercusiones económicas y sociales tanto individuales como colectivas, y cuando la calidad de la información geográfica que se usa en las políticas es baja, también los resultados serán de baja calidad (Pedemonte y Silveira, 2021).

### 2.1.6 Integración de las herramientas de geomática en la gestión ambiental

La geomática es un término científico moderno empleado para expresar la integración sistémica de técnicas y metodologías de adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada. Estos datos espaciales provienen del análisis y de mediciones hechas con diversas técnicas empleadas en disciplinas tales como: la geodesia, la topografía, la cartografía, la teledetección, la fotogrametría, la geoestadística o análisis espacial, los Sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS) y los Sistemas de Información Geográfica (Aguirre, 2009).

Con la utilización de las técnicas de geomática se puede acceder a una gran cantidad de información, de forma rápida, fácil y precisa para brindar respuestas a muchas de las interrogantes ambientales.

En Uruguay el primer acercamiento a la teledetección fue el proyecto que surgió en el marco de la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE) mediante el cual se generó el mosaico fotográfico nacional de 1966-67, que contaban con una cobertura fotogramétrica en la totalidad del territorio nacional. Del mismo se obtuvieron más de 80.000 fotos que permitieron construir el índice CONEAT y la cartografía oficial 1:50.000 generada por el Servicio Geográfico Militar.

El Proyecto de producción y control de ortoimágenes, modelos digitales de elevación y cartografía del territorio nacional 2017-2018 ha generado varios productos disponibles, siendo el sector ambiental el más beneficiado.

Los datos ambientales ingresados en un software de información geográfico resultan ser los insumos para modelar las necesidades de los recursos analizados, las demandas de la sociedad, obtener información para la gestión y por lo tanto gerenciar el espacio.

*“Si el recurso es agua, bosques, infraestructura urbana o campos agrícolas los gerentes de los recursos necesitan una perspectiva aérea. Métodos tradicionales de adquisición de datos geográficos incluyen datos de campo de inventario, datos GPS, fotografías aéreas e imágenes satelitales de alta resolución” (UMN. CFANS, s.f.).*

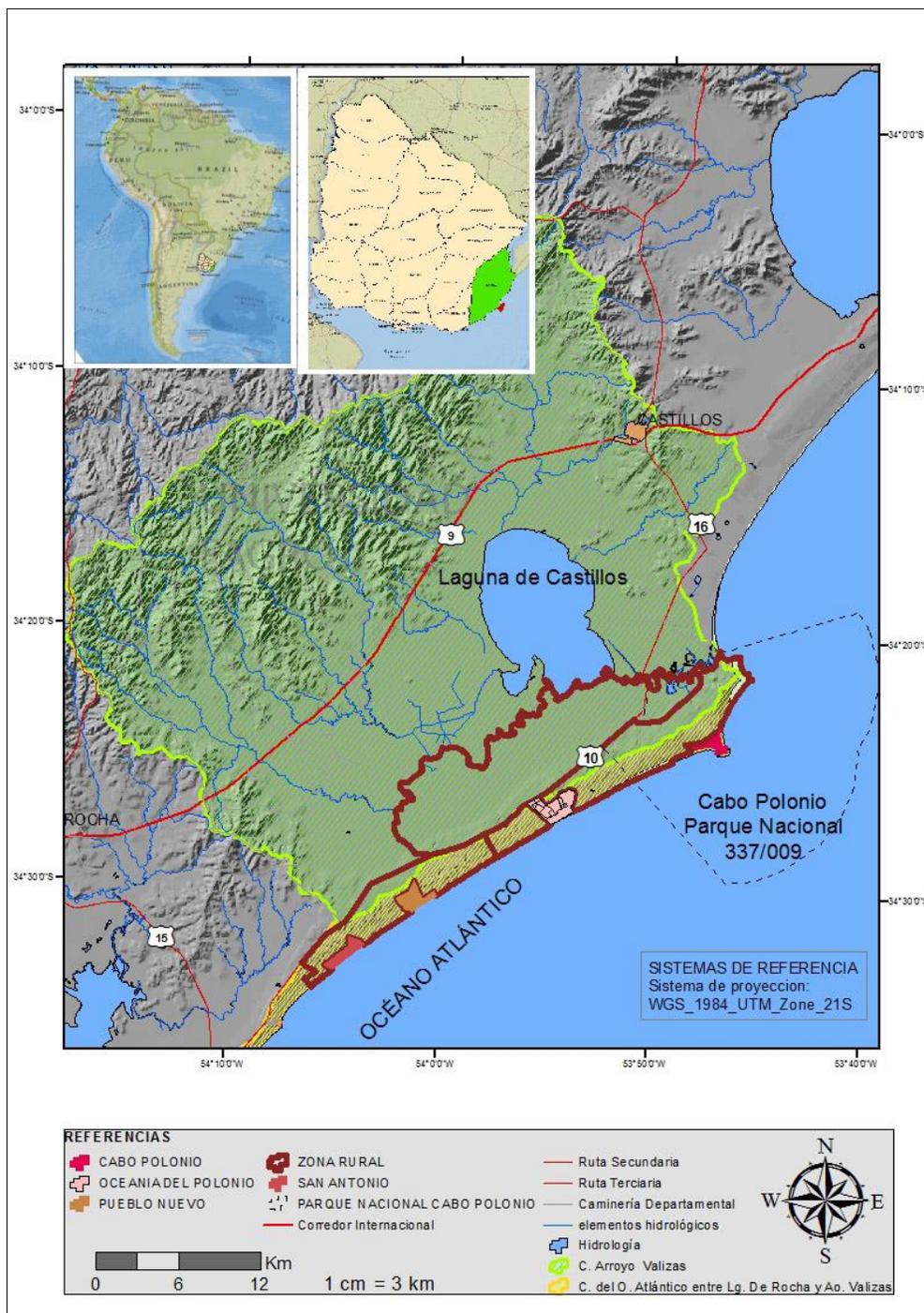
Clasificación de las coberturas de la tierra, encuestas sobre a regeneración del bosque, mapeo de la claridad de agua de los lagos, encuestas sobre la vegetación acuática, mapeo de la salud de los bosques, son algunos de aplicaciones manejadas por los gestores (UMN. CFANS, s.f.).

Desde hace muchos años los profesionales forestales han sido requeridos para equilibrar los objetivos de los recursos y con limitaciones en un contexto de eficiencia económica, productividad y sustentabilidad ecológica. Hoy día, los silvicultores deben hacer frente a desafíos sin precedentes que incluyen un incremento en los requerimientos regulatorios y expectativas sociales. Como resultado, el negocio de la silvicultura está experimentando transformaciones en una época de cambios económicos dramáticos e intensificándose la competencia mundial (Eredics, 2008).

## 2.2 UBICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El parque nacional Cabo Polonio (PNCP) se encuentra ubicado en el departamento de Rocha, entre las coordenadas geográficas  $54^{\circ} 17' 45''$  y  $53^{\circ} 33' 1''$  de longitud Oeste y  $34^{\circ} 35' 48''$  y  $34^{\circ} 4' 6''$  de latitud Sur. Se accede al mismo por la ruta nacional No. 10 Juan Díaz de Solís, 264,5 km. Dicho parque posee un área total de 25.820 hectáreas (ha), repartidas en un área terrestre sobre el continente de 4.653 ha, 16 ha de islas y 21.151 ha sobre el océano Atlántico (MVOTMA. SNAP, 2019).

Mapa No. 1. Mapa de ubicación



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019), MTOP (2020).

## 2.3 MARCO JURÍDICO AMBIENTAL PNCP

La demarcación del Área Natural Protegida PNCP queda establecida en el decreto 337/009 del 20 de julio de 2009, el cual declara y aprueba la selección y delimitación del área y se le asigna la categoría de Parques Nacionales en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), incluyéndose también las islas de Torres (isla Rasa, Encantada, e Islote) y las islas del Castillo (islas del Marco y Seca).

Otras leyes y decretos que anteceden al decreto anteriormente mencionado son la base de un proceso continuo de acciones, a descartar:

1) Decreto-Ley del 16 de setiembre de 1942. Parque de Reserva Forestal. Se dispone la expropiación de zonas en Rocha para proceder a la creación. *“...existe verdadera urgencia en solucionar el problema de la pobreza silvícola de nuestro país, ... además un peligro latente por el avance de las arenas hacia los terrenos fértiles que la circundan, así como las ventajas que para el desarrollo de nuestra industria turística se derivaran de la arborización de un paraje...y la existencia de importantes plantaciones realizadas gratuitamente por los correspondientes servicios oficiales en terrenos particulares impone al estado el deber de salvaguardarlas y acrecentarlas incorporándolas al dominio nacional”*.

2) Mediante la ley No. 16.331 del 26 de noviembre de 1992, se deroga la expropiación del bien inmueble cito en la ley del 16 de setiembre de 1942 con destino a la creación del parque de reserva forestal.

3) El Decreto 266/966, 2 de junio de 1966. *“Art. 1º. Declárese de interés nacional la preservación del paisaje natural, flora y fauna de la zona costera, de acuerdo a lo dispuesto por decreto-ley del 16 de setiembre de 1942”*. *Art 2º. “La dirección forestal proyectará un plan de desarrollo, con la medidas de conservación de suelos, flora y fauna de la región del Cabo Polonio, Aguas Dulces y Laguna de Castillos, el que deberá comprender los siguientes aspectos: a) creación del Bosque de Cabo Polonio y Aguas Dulces cuya finalidad será la transformación de sus áreas improductivas en un unidad forestal permanente, que da base a una industria maderera y de subproductos forestales, b) protección del sistema de dunas existentes entre Cabo Polonio y Punta del Diablo c) protección de la flora y fauna existentes en el frente marino. Art 8º. Declárese Monumento Natural al sistema de dunas existentes entre Cabo Polonio y Punta del Diablo, y Refugio de Fauna a la Laguna de Castillo”*.

4) Ley No. 16.170, 28 de diciembre de 1990. Art. 458. se establece la creación de una comisión para el estudio y seguimiento de la recuperación, protección y desarrollo del Cabo Polonio y sus áreas circundantes la cual estará integrada por MGAP, MVOTMA, MTOP, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Turismo y por la Intendencia Municipal de Rocha. Además, toda obra que pueda alterar el escurrimiento natural de las aguas superficiales o introducir modificaciones deberá contar con informe favorable del MVOTMA, previo a su autorización por el organismo competente. El decreto reglamentario No. 173/991 en el cual se amplía la zona de estudio de la comisión abarcando el Cabo Polonio y área circundantes, así como Aguas Dulces, Valizas y Punta del Diablo.

5) Decreto 375/992, 06 de agosto de 1992. *“Prohibición de acceso a particulares al Parque Reserva Forestal”*. *“Resultando I) Por decreto 12/990, de 25 de enero de 1990, se declaró Reserva Turística Nacional el área de la costa oceánica del departamento de Rocha, entre el departamento de Maldonado, ruta nacional No. 9 y el Océano Atlántico”*. El Art. 3º. del decreto 375/922 *“Prohíbese el ingreso con vehículos automotores de cualquier tipo a la Reserva Forestal Cabo Polonio, al Monumento Natural de Dunas y al cabo Polonio con excepciones que establezca la Dirección General de Recursos Naturales Renovables”* excluyéndose de la prohibición a las siguientes personas. *“a) las que han efectuado construcciones irregulares en el Parque citado, quienes deberán ser censadas y controladas por las autoridades correspondientes b) quienes vivan de la actividad pesquera y que la realicen por más de cinco años”*.

6) Decreto 527/992, del 28 de octubre de 1992. Se aprueba el informe elaborado por el grupo de trabajo creado por decreto 81/991 del 07 de febrero de 1991, así como las áreas de protección y reserva ecológica. Se crea una comisión con el cometido de coordinar los estudios técnicos, catastrales, jurídicos y económicos, para la reglamentación del uso y manejo de las áreas de protección y reserva ecológica propuestas por el Grupo de Trabajo creado por decreto 81/991 del 7 de febrero de 1991, según lo establecido en el artículo 458 de la ley No. 16.170.

7) Decreto 447/996, 20 de noviembre de 1996. Se decretó Parque Nacional de Islas Costeras un conjunto de islas del río de la Plata y plataforma continental, incluyendo las islas del océano Atlántico en las proximidades del Cabo Polonio.

8) El 27 de junio de 2006. Se presentó a la Comisión Nacional Asesora de Aéreas Protegidas, una propuesta elaborada por técnicos de MVOTMA, MGAP, Ministerio de Turismo y Deporte y la Intendencia Municipal de Rocha, para la incorporación del Cabo Polonio al Sistema Nacional de Aéreas Naturales Protegidas.

9) Ley No. 18.834, de noviembre de 2011. Relativo a los cometidos y atribuciones de la DINAMA. Se dispone el pasaje a la DINAMA del MVOTMA de los cometidos asignados a la División Áreas Protegidas y Fauna de la RENARE del MGAP.

10) Decreto 32/015. Reglamentación del art. 153 de la ley 18.834. Art. 1º. los cometidos y atribuciones transferidos por el art. 153, así como los recursos humanos, materiales y presupuestales que se transfieren, se considerarán transferidos a partir del 1º. de enero de 2015. Art. 5º. transfiriéndole del MGAP al MVOTMA la administración y uso de los inmuebles correspondientes a parques y áreas protegidas cuyos padrones hayas sido incluidos o no al SNAP.

A continuación, son mencionadas las leyes de creación de organismos estatales competentes que son la herramienta fundamental de la gestión ambiental en el país.

11) Ley de creación de MVOTMA Ley No. 16.112 del 30 de mayo de 1990, la cual determinó la creación del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, así como también sus competencias.

12) Decreto 165/91. Establece las funciones de DINAMA, hoy Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA).

13) Ley de creación del SNAP No. 17.234 del 22 febrero de 2000 constitución del espacio Sistema Nacional de Áreas Protegidas como un instrumento para la aplicación de la política nacional ambiental.

14) Decreto 52/005, de 16 de febrero de 2005 determina los objetivos de manejo para las diferentes categorías de áreas natural protegidas. El art. 14º detalla que los planes de uso de cada área protegida estén claramente especificados.

También se hace mención a las leyes nacionales de protección ambientales involucradas en el PNCP.

15) Ley No. 13.723 del 16 de diciembre de 1968. Se declara de interés nacional, la defensa, el mejoramiento, la ampliación y la creación de los recursos forestales, así como también el desarrollo de las industrias afines.

16) Ley No.13.737 del 9 de enero 1969, se crea una faja de protección de la ribera de 250 m sobre océano Atlántico, Río de la Plata, Río Uruguay.

17) Decreto-Ley 14.859 Código de Aguas del 15 de diciembre de 1978. Art.153 nuevamente establece una faja de defensa de 250 m en la ribera del océano Atlántico, el río de la Plata y el río Uruguay, para evitar modificaciones perjudiciales a su configuración y estructura.

18) Decreto-Ley No. 15.239 Conservación de Suelos del 23 de diciembre de 1981. Es deber del Estado velar por: i) prevenir y controlar la erosión y degradación de los suelos, ii) controlar las inundaciones y la sedimentación en cursos de agua y en los lagos y lagunas naturales y artificiales y iii) detener y fijar las dunas.

19) Decreto 333/04 de 16 de setiembre de 2004, Reglamentario Ley de Suelos. Declárase de Interés Nacional promover y regular el uso y la conservación de los suelos y de las aguas superficiales destinadas a fines agropecuarios.

20) Ley No. 15.939 Ley Forestal del 28 diciembre de 1987 deroga la Ley 13.723. Art. 4º. al conceptualizar el bosque, ejerce influencia en la conservación del suelo, el régimen hidrológico y el clima. Art. 8º. se incluyen los bosques protectores; la forestación obligatoria se perfila en el Art. 12º. en aquellos terrenos aptos para su consolidación. Art. 17º. se consagra el patrimonio forestal del Estado integrado por aquellas parcelas públicas tanto nacionales (MGAP y MTOP) como departamentales. Art. 22º. se prohíbe la tala de los bosques protectores. Art. 28º. se declara la obligatoriedad de denunciar la aparición o existencia de enfermedades y plagas que amenacen la conservación del bosque en consonancia con lo preceptuado por la Ley de Defensa Agrícola de 1911.

21) Decreto 452/988, reglamentación sobre la ley No. 15.939 sobre los terrenos forestales. Se designa terreno forestal a los comprendidos en determinados *grupos* “suelos según clasificación CONEAT ...todos los 7, 07.1. *“Se incluyen asimismo los grupos de suelos CONEAT 07.2, en aquellos casos en que habiendo mediado solicitud de parte interesada ante la Dirección General Forestal del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, se hubiera determinado que el proyecto forestal presentado -previo informe de la División Suelos y Aguas de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca- complementa la producción forestal con la adecuada diversificación agrícola o ganadera.”*

22) Ley No. 16.466, 26 de enero de 1994. Ley de evaluación de impacto ambiental. *“Declarase de interés general, la protección del mismo, contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación”*. Establece que el ambiente es de interés general y le otorga al MVOTMA las facultades de contralor

estableciendo un registro de los estudios de evaluación de impacto ambiental. Posteriormente se añade el decreto 349/05 que reglamenta el procedimiento para obtener la aprobación ambiental previa (AAP).

23) Ley No. 17.283, 28 de noviembre de 2000. Ley General de Protección al Medio Ambiente. Se declara de interés general la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje; la conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa; la reducción y el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas y de los desechos cualquiera sea su tipo; la prevención, eliminación, mitigación y la compensación de los impactos ambientales negativos. Quedan establecidos los instrumentos de la gestión ambiental: la presente ley, demás normas legales y reglamentarias, las normas departamentales y otras disposiciones de protección del ambiente, así como los instructivos, directrices o guías metodológicas que se dictaren; los programas, planes y proyectos de protección ambiental; el sistema de áreas naturales protegidas; entre otros.

24) Decreto 436/007 Prevención de incendios del 19 de noviembre de 2007. Los responsables a cualquier título de áreas arboladas deberán mantener limpios y vigilados sus predios, en lo que se refiere a la prevención de incendios. Las calles cortafuegos perimetrales e internas deberán mantenerse libres de vegetación, de modo de evitar la propagación de fuegos. Los restos de podas y hojarasca se depositarán en lugares apropiados, evitando su dispersión. No se acumularán en predios baldíos.

25) Con la ley No. 18.308 de 18 de junio de 2008, creación de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, se encuentran la Directriz Nacional de espacio costero, que resulta ser un instrumento territorial en la gestión de todos los ambientes relacionados con las cuencas del océano Atlántico y otras.

Se enumeran a continuación los instrumentos internacionales, acuerdos de derecho ambiental internacional que Uruguay ratifica, generando leyes nacionales que promueven proyectos ambientales dentro del país. Cabe mencionar que la Conferencia de Naciones Unidas conocida como Cumbre de la Tierra de Estocolmo, 16 de junio de 1972, es la primera conferencia en tratar asuntos del medio ambiente, se establecen principios de protección y se crea el PNUMA en 1973. Otro hito fue el informe Brundtland, dictado por Naciones Unidas en 1987 donde es utilizado el término de desarrollo sostenible, definido como aquel que *“satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”*.

26) Decreto Ley No. 15.337, de 29 de octubre de 1982 (convenio de UN en Ramsar, Irán, 1971). Se ratifica Convenio Internacional para la Protección de los Humedales de Importancia Internacional como hábitats de especies ornitológicas. El sitio Ramsar Bañados del Este, declarado de conformidad con el Convenio relativo a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de la Fauna Ornitológica, y aprobado por este decreto ley.

27) Ley No. 16.408, de 18 de agosto 1993, se ratifica el Convenio de Biodiversidad o cumbre de Río (Brasil, 14 de junio de 1992), asumiendo el compromiso de definir y proteger ciertas áreas de un territorio como mecanismo de conservación de la diversidad biológica.

28) En el marco del proceso de Montreal, 1993, finalmente, la declaratoria de Santiago en 1995 definió seis indicadores y sus criterios para evaluar el manejo forestal sostenible. Los criterios son: i) conservación de la diversidad biológica, ii) mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales, iii) mantenimiento de la sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales, iv) conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua, v) mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del carbón, vi) mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos de largo plazo para cubrir las necesidades de las sociedades, vii) marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable de bosques.

29) Ley No. 16.517, de 16 de agosto de 1994, se ratifica la convención marco de Naciones Unidas para el cambio climático.

30) Ley No. 17.026, de 16 de noviembre de 1998, se ratifica la Convención Internacional de París (Francia, 17 de junio de 1994) contra la Desertificación y la Sequía, proceso que comenzó en Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación en Nairobi, Kenia, 9 de septiembre de 1977. Celebrándose cada 17 de junio, "Día Mundial de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía".

31) Ley No. 17.279, de 23 de noviembre 2000, se aprueba el protocolo de Kyoto (Japón, 11 de diciembre de 1997), de acuerdo a la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, permitiendo además tres mecanismos para cumplir las metas: comercio internacional de emisiones, mecanismos de desarrollo limpio e implementación conjunta.

## 2.4 LOS BOSQUES: DEFINICIONES y SERVICIOS

La FAO define los bosques como tierras que abarcan más 0,5 hectáreas con árboles de más de 5 metros de altura y una cubierta de dosel superior al 10%.

Mientras que un rodal es una comunidad de árboles que posee un grado suficiente de uniformidad en composición florística, edad, ordenamiento o condición como para distinguirse del resto del bosque u otro desarrollo sobre terrenos adyacentes, formando así una entidad silvícola o de gestión, según CFS. PFC (1993).

Pueden ser identificadas en las bibliografías los nombres de bosque natural y de plantación forestal, también se identifican como bosques cuando las plantaciones son realizadas con fines no comerciales como el *arboretum* de la Fagro. EEBR (Facultad de Agronomía, en la Estación Experimental Bañados de Medina), o el parque Roosevelt por mencionar algunos ejemplos.

Otro concepto relevante en el manejo de bosques es la gestión forestal; en diciembre de 2007, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la definición de gestión forestal sostenible que ha sido más ampliamente aceptada entre los gobiernos, en SCDB (2009). *“La define como un concepto dinámico en evolución que tiene por objetivo mantener y aumentar el valor económico, social y medioambiental de todos los tipos de bosques, en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Consta de siete puntos característicos: i) extensión de los recursos forestales, ii) diversidad biológica forestal, iii) salud y vitalidad de los bosques, iv) funciones productivas de los recursos forestales, v) funciones de protección de los recursos forestales, vi) funciones socioeconómicas de los bosques y vii) marco normativo, institucional y de políticas”*.

Los servicios ambientales de los bosques son bienes o beneficios que se recibe de los diferentes ecosistemas forestales, a través de un manejo sustentable o natural, a nivel local, regional o global, CONAFOR, en línea.

Los servicios pueden ser organizados según sus objetivos en:

i) Servicios de producción de bienes: como los alimentos, madera como combustible o para la industria, recursos genéticos. Los bosques ofrecen una amplia variedad de alimentos como frutos secos, hongos, frutas y semillas. Una cuarta parte de las medicinas modernas provienen de plantas de los bosques tropicales.

ii) Servicios de protección de suelos: en la ley forestal se establece el concepto de bosque y cuanto influyen en la conservación de suelos, el régimen hidrológico y el clima. Los bosques estabilizan el suelo gracias a sus complejas estructuras de raíces que previenen la erosión y mejoran la infiltración, y evita los deslizamientos de tierras superficiales.

iii) Servicios de regulación: calidad del agua, inundaciones y atmósfera. Es fuente de agua, las precipitaciones que llegan al bosque son usufructuadas por todo el ecosistema, produciendo un efecto de enfriamiento ambiental, además los bosques juegan un papel en el mantenimiento de las precipitaciones.

iv) Protección de embalses y bordes de las cuencas, evitando la sedimentación de los lagos, proporcionando, como consecuencia, agua de mejor calidad. Las márgenes forestadas forman un sotobosque para la sobrevivencia y hábitat de plantas arbustivas y no vasculares que permiten captar agua, filtrarla y dejarla disponible. Los deltas son el ecosistema más importante en este punto ya que permitiendo el desborde de los ríos, reducen la fuerza de las inundaciones y dan espacio para reponer las aguas subterráneas.

v) Purificación del aire, generación de oxígeno, tienen una función fundamental en el equilibrio atmosférico del planeta, con los bosques del mundo se extraen desde la atmósfera más de 2 millones de toneladas de carbono, es decir que el principal componente de los gases de efecto invernadero responsable de subir la temperatura del agua del planeta es secuestrado por los bosques.

vi) Servicios de protección de la biodiversidad. Normalmente la biodiversidad no se clasifica como un servicio ecosistémico, ya que es la base de todos los servicios ecosistémicos. Los bosques enriquecen la biodiversidad dando hábitat a más de la mitad de las especies terrestres de vegetales y animales.

vii) Servicios culturales: funciones de recreación, beneficios espirituales, investigación, belleza escénica son algunos importantes beneficios no económicos de los bosques.

En el parque de la Facultad de Agronomía, Aramburu et al. (2019) emplearon el software libre i tree para identificar y cuantificar los resultados de casi 16 ha de parque donde encontraron que *"...en 1.553 individuos, eliminan anualmente del ambiente 23,32 kg de monóxido de carbono. El dióxido de carbono capturado anualmente asciende a 138,93 toneladas y 3.490 toneladas es la cantidad total de biomasa en árboles. En valor monetario los beneficios de los árboles ascienden a 195.352 USD."*

Alvarenga y García (2015), exponen sobre los productos forestales no madereros, haciendo mención a la miel, el mercado de carbono, el aceite esencial de eucalipto, las piñas y hogos del pino marítimo, entre otros, como productos que se pueden extraer de los bosques en pie.

La producción de miel anual por colmena fluctúa entre los 7 a 70 kg anuales determinadas tales variaciones por factores climáticos, la especie y sitio forestal, por ejemplo, en un monte de *E. grandis* la producción de miel anual es superior en comparación a un monte de *E. globulus*, debido a su potencial de floración (Castillos y Yarza, citados por Alvarenga y García, 2015).

## 2.5 INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES

La introducción al Uruguay de la especie *Eucalytus globulus* Labillardière ssp. *globulus* data desde 1853 (Brussa, 1994), difundiéndose su cultivo en forma masiva, al igual que en otros países. En 1850 una fragata que viajaba desde Australia hacia Inglaterra arriba al puerto de Montevideo por mantenimiento, cargaba vigas de eucaliptos las cuales fueron ponderadas por Tomas Tomkinson, y es quien encarga semillas de esas maderas al capitán de la fragata. Jorge Hodgskin sería el encargado de obtener dichas semillas, pero no las trae de Australia sino desde Cabo Buena Esperanza, donde algunos años antes el gobernador británico es trasladado hacia Sudáfrica desde la isla británica Mauricio, el gobernador llevó consigo algunas plántulas a su nuevo destino.

De la primera siembra en Uruguay en el año 1853 surgen luego las plantaciones de Tomkinson en paso de la arena, y años más tarde las plantaciones de Doroteo García en Toledo, Buschental, Lezica y Lecocq también formaron sus plantaciones, además de los viveros de los horticultores Margat, Vidiera y de Juan y Domingo Basso. Lo mismo hace Pierre Durandeu desarrollando en su establecimiento el parque que hoy se conoce como parque Rivera. Otros establecimientos se van formando como la estancia de Anchorena, el parque Bañados de Medina de la Facultad de Agronomía, y el parque de la propia facultad en Sayago, el parque Roosevelt, el parque de Vacaciones de UTE, el parque Santa Teresa por citar algunos.

En la chacra de Don Manuel Gorlero fueron plantados *Pinus pinaster* Ait. conocido como “pino marítimo”, que se sumó a anteriores plantaciones de eucaliptos. Enrique Burnett plantó pinos para detener el avance de las arenas sobre la bahía de Maldonado con éxito después de varios años. Y finalmente Lussich hacia 1890, compra un predio en la Sierra de la Ballena y comienza los ensayos y plantaciones que inicialmente estaban enfocados a detener las arenas

y posteriormente fuera su bosque privado, tarea a la que se dedicó el resto de su vida (Porcile, 2007).

De esta manera se fueron haciendo viveros y jardines de introducción de especies finalizando en los hermosos parques que hoy son reserva de germoplasma de numerosas especies arbóreas y arbustivas, además de haber generado plantaciones productivas con fines madereros y de protección pecuaria.

*“Según el Censo Agropecuario de 1937, sólo se contaba con 529.131 hectáreas de montes naturales y 72.145 hectáreas de montes artificiales. La carta forestal elaborada en el ámbito de la entonces Dirección Forestal de Parques y Fauna, en base al primer relevamiento aerofotográfico de los años 1966-67, constituirían el primer registro gráfico de bosques del país. En la misma se consignaban 596.831 hectáreas de monte natural, 70.484 de palmares y 170.140 hectáreas de bosques artificiales”* (Porcile, 2007).

### 2.5.1 Historia forestal en el Cabo Polonio

Con el fin de fijar las dunas en el Cabo Polonio, ya que éstas constituían un problema de constante preocupación por los perjuicios que causaba su rítmico avance y proteger a la antigua ruta 10, es que se inician las plantaciones en el área (Caldevilla, citado por Bonomi et al., 1994). El comienzo de fijación de dunas, tuvo lugar abril de 1937, luego de la ley del 14 de agosto de 1935, la ley se fundamentada en la urgente necesidad de formar bosques maderables, debido a que la reserva forestal del país era solamente del 3 % del territorio.

*“Se inició la obra forestal en abril de 1937. Se arrendaron 25 ha a Indalecio Pereira y se instaló el vivero forestal. En el mismo se prepara tierra para el enviverado de 0,5 millones de pino marítimo hasta llegar a 1 millón en 1938. En 1937 se instala la cortina de "Quartino" siendo este el Ingeniero Agrónomo jefe del Servicio Forestal”* (Bonomi et al., 1994).

Se sucedieron varias plantaciones de pinos entre el Cabo Polonio y Aguas Dulces. Hacia 1942, los registros constatan que se habían plantado 2.5 millones de plantines de pino en 556 ha. En 1966 se hace una nueva plantación de 15 ha de pinos para detener las arenas móviles de la costa, con el fin de protección contra vientos. Entre 1975 y 1977 se realizaron plantaciones y en 1978 se realiza un vuelo de baja altura para la dispersión de semillas de pinos y fertilizantes en solamente 20 ha.

De acuerdo con los estudios de Bonomi et al. (1994), entre 1966 y 1987 se realizaron plantaciones varias especies de eucaliptos, pinos, acacias y mezcla de semillas de pinos, que junto con el monte nativo se llega a un total de 1.140 ha (Bonomi et al., 1994).

En la tabla No. 1 se detallan las especies, el período de plantación y la superficie final.

La figura No. 2, es una imagen tomada desde el visualizador de la Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay (IDEuy) se observan las masas boscosas del año 1966, instaladas en el año 1937 y 1942.

La figura No. 3, es capturas tomadas de Google Earth de 1985 y 2003 se puede ver la cortina forestal que se instaló en sentido NW-SE en 1969 y como se aprecia 10 años después de su remoción. Debido a su ubicación, la cortina forestal restringió la acción de los vientos dominantes evitando el rejuvenecimiento eólico, al obstruir la alimentación de arenas entre la playa y el sistema de dunas, redujo la altura y la cantidad de dunas, aunque también redujo la erosión de playas (Caldevilla y Quintillán, 2002).

Tabla No. 1. Plantaciones en Cabo Polonio entre 1937 y 1981

Composición	Período de plantación	ha totales
<i>Pinus pinaster</i>	1937	
<i>Pinus pinaster</i>	1942	556
<i>Pinus pinaster</i>	1966-1987	688
<i>Pinus taeda</i>	1979-1981	218,5
<i>Pinus elliotii</i>	1975-1985	18,6
<i>Eucalyptus grandis</i>	1981	96,2
<i>Eucalyptus globulus</i>	1981	5,8
Mezcla y <i>Acacia longifolia</i>	sin especificar	112
Monte nativo	Autóctono	112

Fuente: adaptado de Bonomi et al. (1994).

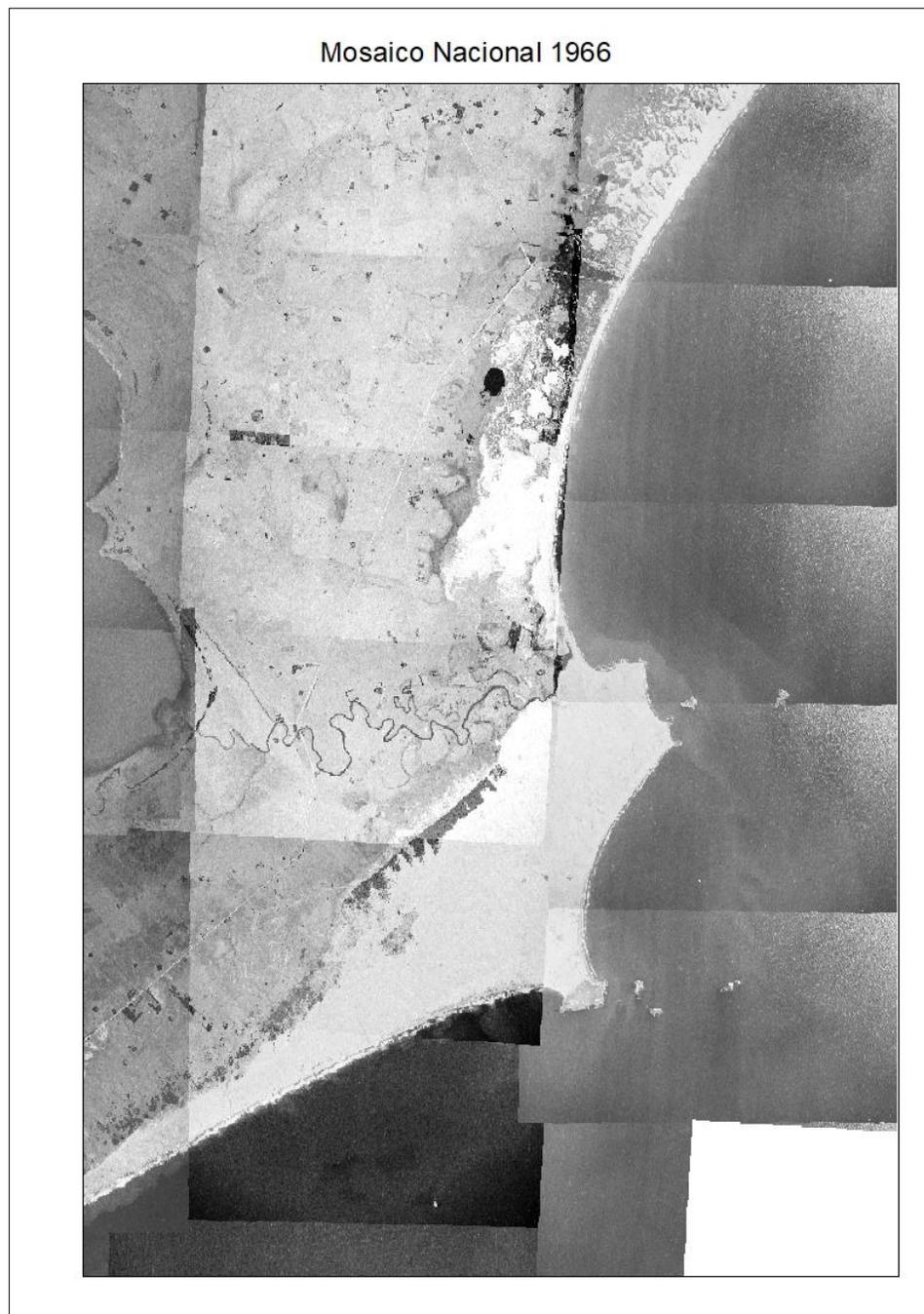


Figura No. 2. Forestación 1966

Fuente: IDEuy (2019).



Figura No. 3. Forestación 1985 y 2003

Fuente: Google Earth.

Mediante trabajos de fotointerpretación (fotos aéreas de los años 1966, 1986 y 1991), apoyados por levantamiento de datos en terreno, realizados por el Departamento de Parques y Áreas Protegidas de la Dirección General de Recursos Naturales del MGAP, se determinó que la cortina forestal constituía el principal factor de perturbación de la dinámica del sistema de dunas, debido a la acumulación atípica de arena de hasta 8 m de altura eran paralelas a la misma (Caldevilla y Quintillán, 2002).

A partir del año 1992, es gestionado un programa de Rescate y Restauración del Monumento Natural de Dunas y Costa Atlántica, por lo que la cortina de 23 años es retirada completamente. El trabajo consistió en el apeo de los árboles y vegetación asociada, mediante el uso de la topadora, asistida por operarios equipados con desbrozadoras, motosierras y herramientas manuales (Caldevilla y Quintillán, 2002).

## 2.6 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y DENDROLÓGICAS DE LAS ESPECIES ARBÓREAS RELEVADAS

Se encuentra al género *Pinus* y se detallan tres especies: *Pinus pinaster*, *Pinus elliottii*, y *Pinus taeda*, según la clasificación taxonómica pertenecen a la división: fanerógamas, subdivisiones gimnospermas, clase coníferas, orden coniferales, familia *Pinaceae*.

Del género *Eucalyptus* se detallan las especies: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, se encuentran en las clases taxonómicas: división: Angiospermas, clase Dicotiledoneas, orden *Myrtales*, familia *Mirtaceae*, subfamilia *Leptospermoideas*.

### 2.6.1 *Pinus pinaster*

La especie *Pinus pinaster* Ait. fue descrita en 1789 por William Aiton (1731-1793) botánico escocés, de formación jardinero, que se convierte en el asistente del director del jardín botánico de Chelsea, posteriormente sería el director de un jardín botánico de Kew. Publicó Hortus Kewensis, un catálogo de plantas cultivadas en el jardín, de acuerdo a la Encyclopedia Britannica (2022). La especie se clasifica dentro de las Gimnosperma, orden Coniferales, familia Pináceas y género *Pinus*.

El nombre de la especie se la concede a Gaius Plinius Secundus, italiano del primer siglo de la historia cristiana, quien lo llamó *Pinus silvestris* ya que se encontraba en la costa en estado silvestre para diferenciarlo del *Pinus pinea* que se presentaba cultivado, según la Sociedad Americana de Coníferas.

Árbol de gran porte de 25 a 40 m de altura. Tronco recto. La corteza es muy gruesa, escamosa agrietada, de color marrón rojizo y marrón. Las acículas miden 12 a 25 cm de largo y son retorcidas, sostenidas en fascículos de a dos, de color verde a amarillo verdoso, a veces glaucos. Distribución: la especie es originaria de la costa mediterránea, de ahí su nombre popular de “pino marítimo”, en la figura No. 4 se aprecia su área de distribución natural, siendo esa zona el centro de dispersión natural. La especie se puede encontrar en muy diferentes ambientes: a 2.100 msnm en las altas cumbres de Marruecos con 1.400 mm de precipitaciones anuales a tierras con estaciones secas con escasos 350 mm de precipitaciones (American Conifer Society, 2022).

Los usos de la conífera son madereros, construcción de viviendas, materia prima para la industria de aserrío, carpintería en general, como ornamental el uso del árbol en pie y también fueron usados como fijadores de arenas en zonas costeras. El “pino marítimo” es uno de las especies forestales más importantes en Francia, Portugal y España, allí los principales usos de la especie están relacionados con la producción de madera y resina, la recreación y la protección del suelo (Alía y Martín, 2003). De acuerdo a la Encyclopedia Britannica (2022) el *Pinus pinaster* es utilizado en las costas arenosas y ha sido cultivado con el propósito de estabilizar los acantilados arenosos, especialmente en las dunas de la Bay of Biscay y en el Mediterráneo.

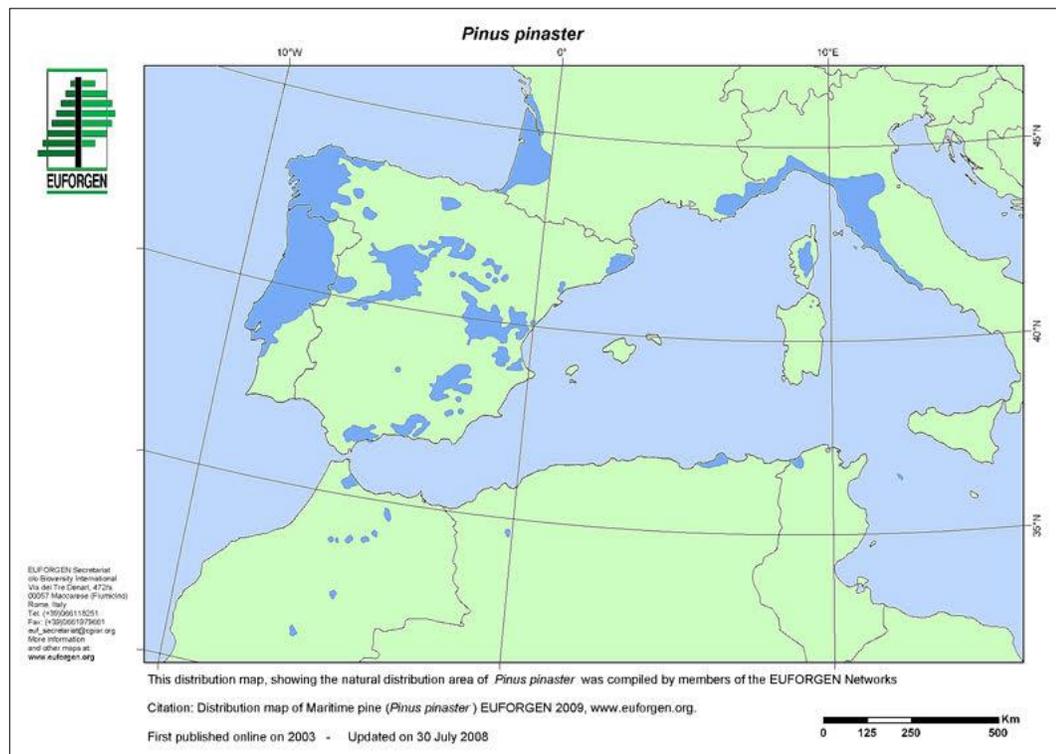


Figura No. 4. Área de distribución natural del *Pinus pinaster*

Fuente: Alía y Martín (2003).

### 2.6.2 *Pinus elliottii*

La especie *Pinus elliottii* Engelm., fue descrita por Georg Engelmann en 1880, se conoce comúnmente como “pino de pantano”. La especie honra a Stephen Elliott (1771-1830), quien distinguió por primera vez la especie.

La variedad típica (var. *elliottii*) es la de más rápido crecimiento de los pinos del Sur, y es muy plantada en los Estados Unidos aún fuera de su área de distribución nativa. Follaje perenne que crece hasta alturas de 30 m con un tronco recto. La corteza de color marrón rojizo está profundamente surcada y escamosa. Las ramas crecen extendiéndose hasta ascender; las yemas foliares tienen forma cilíndrica, de color marrón plateado y miden de 1,5 a 2 cm de largo. Las acículas son largas de 15 a 20 cm de 2 o 3 por hacecillo, angostas y no retorcidas, de color amarillo a azul verdoso. Todas las superficies tienen líneas estomáticas,

márgenes finamente aserrados y ápices abruptamente agudos a acuminados. Los conos están solos o de a 2, tienden a colgar, de color caramelo castaño rojizo, umbón con espina. Los estróbilos polínicos masculinos son grandes de color violáceo y se presentan en los meses de julio y agosto. El área de distribución nativa de *Pinus elliotii* abarca los estados del Sureste de los Estados Unidos. Se ha introducido en áreas subtropicales y templadas cálidas en todo el mundo. Los requisitos ecológicos de la especie se resumen en: i) pleno sol a sombra parcial, ii) suelo arcilloso arenosos, ácido hasta ligeramente alcalino, bien drenado, iii) alta tolerancia a la sequía. Los usos de las plantaciones comerciales son destinadas laminados, madera de alta calidad, construcciones en general (Gilman et al., 2018a)

### 2.6.3 *Pinus taeda*

*Pinus taeda* Engelm. fue descrita en 1753 por Linneo, considerado como el padre de la taxonomía binomial. Es originario del Sudeste de USA; de gran porte, alcanza los 35 m de altura y ocasionalmente más (Gilman et al., 2018b). Presenta tres acículas por hacecillo, de 20-25 cm de largo, conos agrupados de a 2, sésiles y de color crema, umbón con espina muy grande, tiende a rebrotar en las ramas. La especie es monoica; los estróbilos polínicos masculinos son pequeños de color amarillo y se presentan en los meses de setiembre y octubre. La corteza inicialmente de color rojo a marrón grisáceo y escamosa; los árboles añosos presentan placas estriadas, surcadas y escamosas de color crema. Las plantaciones forestales comerciales en Uruguay son destinadas a madera de alta calidad para la industrial y construcciones en general.

### 2.6.4 *Eucalyptus globulus*

La especie *Eucalyptus globulus* Labillardière ssp. *globulus*, la describió por primera vez el botánico francés Jacques Labillardière en 1800. Es un árbol de gran porte y es el eucalipto más conocido por la población en general debido a su fruto solitario y grande de 1-2 x 1.5-2,3 cm aproximadamente. Su botón floral solitario se presente a finales de otoño y en invierno con una floración muy fragante. En origen, Sur de Australia y Tasmania, se encuentra desde nivel de mar hasta 450 msnm, vive en clima templado con mínimas de 0 hasta 23°C y soporta hasta 40 heladas al año, clima subhúmedo o húmedo con precipitaciones de 600 hasta 1.400 mm anuales. Duramen pardo amarillento, densidad alta hasta

900 kg/m<sup>3</sup> y moderadamente durable, apto para construcciones en general, carpintería de obra, pisos, laminados, durmientes, pulpa y combustible (Brussa, 1994). Se produce en muchas regiones del mundo para la producción de madera, fabricación de pasta de celulosa y obtención de aceite esencial.

### 2.6.5 *Eucalyptus grandis*

*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, es un árbol de tronco recto. Corteza caduca en largas fajas con buen desrame natural, porción basal escamosa hasta 1-3m, ritidoma gris verdoso a gris blanquecino. Inflorescencia de 7 a 11 flores, florece a fines de verano y principio de otoño. En origen vive en áreas de 0 a 1.100 msnm con temperatura de 3 a 33°C, precipitaciones de 1.000 mm hasta 3.500 mm y escasas heladas en zonas alejadas del clima suave de las costas, en clima subtropical. Duramen rosado, moderadamente duro y durable de densidad hasta 690 kg/ m<sup>3</sup>, es empleado en carpintería, construcciones en general y como combustible. Actualmente se trata del ejemplar más empleado en la forestación comercial por su conformación, su velocidad de crecimiento y por tener excelentes resultados en programas de mejoramiento genético (Brussa, 1994).

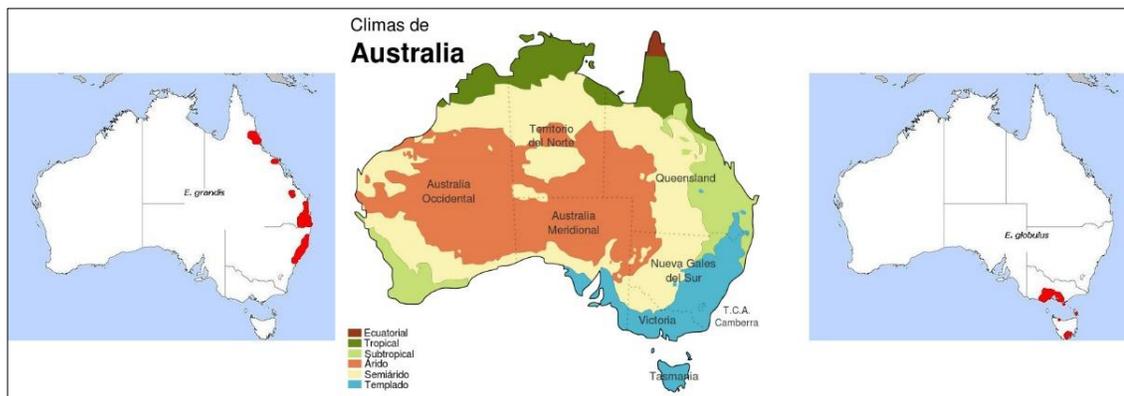


Figura No. 5. Climas y área de distribución natural en origen de *E. grandis* y *E.globulus*

Fuente: Wikipedia (2007, 2008).

## 2.7 ÁREAS PROTEGIDAS, RAMSAR y RESERVAS DE BIÓSFERA

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNAP) fue creado por la ley No. 17.234 del 22 de febrero de 2000, luego se añade el decreto No. 52/005 de 16 de febrero de 2005 que asigna potestades al mismo. El SNAP es una herramienta del Ministerio de Ambiente que se enfoca en el conocimiento, cuidado, desarrollo en áreas donde los ambientes naturales ya sea por su vegetación, o por sus animales requieren una especial consideración.

De acuerdo a la ley No. 17.234 se define Parque Nacional como *“aquellas áreas donde existe uno o varios ecosistemas que no se encuentran significativamente alterados por la explotación y ocupación humana, especies vegetales y animales; sitios geomorfológicos y hábitats que presenten un especial interés científico, educacional y recreativo, o comprenden paisajes naturales de una belleza excepcional”*.

La categoría de Parque Nacional descrita en el decreto No. 52/005, tiene como principios los siguientes ítems y son estas las acciones que se desarrollan en la categoría:

- 1) Proteger áreas naturales y escénicas de importancia nacional e internacional, con fines espirituales, científicos, educativos, recreativos o turísticos.
- 2) Perpetuar, en el estado más natural posible, ejemplos representativos de regiones fisiogeográficas, comunidades bióticas, recursos genéticos y especies, conservar la estabilidad y la diversidad ecológicas.
- 3) Manejar la utilización del sitio por parte de los visitantes, velando porque dicha utilización responda a fines de inspiración, educativos, culturales y recreativos, a un nivel que permita mantener el área en estado natural o casi natural.
- 4) Suprimir, y por ende impedir las actividades de explotación y los asentamientos que estén en pugna con los objetivos de la designación.
- 5) Promover el respeto por los atributos ecológicos, geomorfológicos, culturales, históricos, arqueológicos y religiosos o estéticos que han justificado la designación.
- 6) Tener en cuenta las necesidades de las poblaciones locales, incluyendo el uso de recursos naturales para su subsistencia, en la medida que éstas no afecten adversamente a los otros objetivos de manejo.

En el V Congreso Mundial de Parques de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza desarrollado en Durban en el 2003, se amplía el rol de las áreas protegidas, las cuales, además de desempeñar un papel vital en la conservación de la biodiversidad, deben aumentar su contribución en los

procesos de construcción de estrategias de desarrollo sustentable y de alivio de la pobreza (UICN, citado por Achkar et al., 2011).

Desde el Ministerio de Ambiente, se obtiene la capa de áreas protegidas por el sistema nacional de área protegidas y se genera una tabla No. 2 con el nombre, condición, año y legislación y superficie de cada área y el mapa No. 2 para visualizar las áreas en conjunto sobre el territorio nacional.

Tabla No. 2. Áreas protegidas de Uruguay

NOMBRE	CONDICIÓN y DEPARTAMENTO	LEGISLACIÓN	AÑO	SUPERFICIE TOTAL (ha)
San Miguel	Parque Nacional Rocha	Ley No. 9718 Decreto 54/010; 339/019	1927	1.542
Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay	Parque Nacional Río Negro	Decreto 579/008; 343/15	2008	16.424
Quebrada de los Cuervos y Sierras del Yermal	Paisaje Protegido Treinta y tres	Decreto 462/008; 524/008; 60/020	2008	19.192
Cabo Polonio	Parque Nacional Rocha	Decreto 337/009	2009	25.820
Valle del Lunarejo	Paisaje Protegido Rivera	Decreto 476/009	2009	29.286
Localidad Rupestre Chamangá	Paisaje Protegido Flores	Decreto 11/010; 129/010; 6 /011	2010	12.172
Laguna de Rocha	Paisaje Protegido Rocha	Decreto 61 / 010	2010	34.295
Cerro Verde e Islas de La Coronilla	Área de manejo de hábitats y/o especies Rocha	Decreto 285 / 011	2011	8.968

Grutas del Palacio	Monumento Natural Flores	Decreto 153 / 013	2013	17
Rincón de Franquía	Área de Manejo de hábitats y/o especies Artigas	Decreto 121 / 013	2013	1.229
Laguna Garzón	Área de Manejo de hábitats y/o especies Maldonado y Rocha	Decreto 341 / 014; 388/014	2014	36.928
Montes del Queguay	Área Protegida con Recursos Manejados Paysandú	Decreto 343 / 04	2014	19.969
Esteros y Algarrobales del Río Uruguay	Área de manejo y/o especies Río Negro	Decreto 341 / 015	2015	1.613
Humedales de Santa Lucía	Área Protegida con Recursos Manejados Canelones, Montevideo y San José	Decreto 55 / 015	2015	86.517
Isla de Flores	Parque Nacional Río de la Plata	Decreto 43/018	2018	5.749
Paso Centurión y Sierra de los Ríos	Paisaje Protegido Cerro Largo	Decreto 198 / 019	2019	25.836
Laguna de Castillos	Paisaje Protegido Rocha	Decreto 59/020	2020	30.850
Paisaje Protegido Laureles-Cañas	En proceso de ingreso			64.420
Potrillo de Santa Teresa	En proceso de ingreso			715
Parque Nacional de Islas del Río Negro	En elaboración /estudio de			20.000

	propuesta de ingreso			
Parque Nacional Arequita	En elaboración /estudio de propuesta de ingreso			1.000
Laguna Negra	En elaboración			38.330

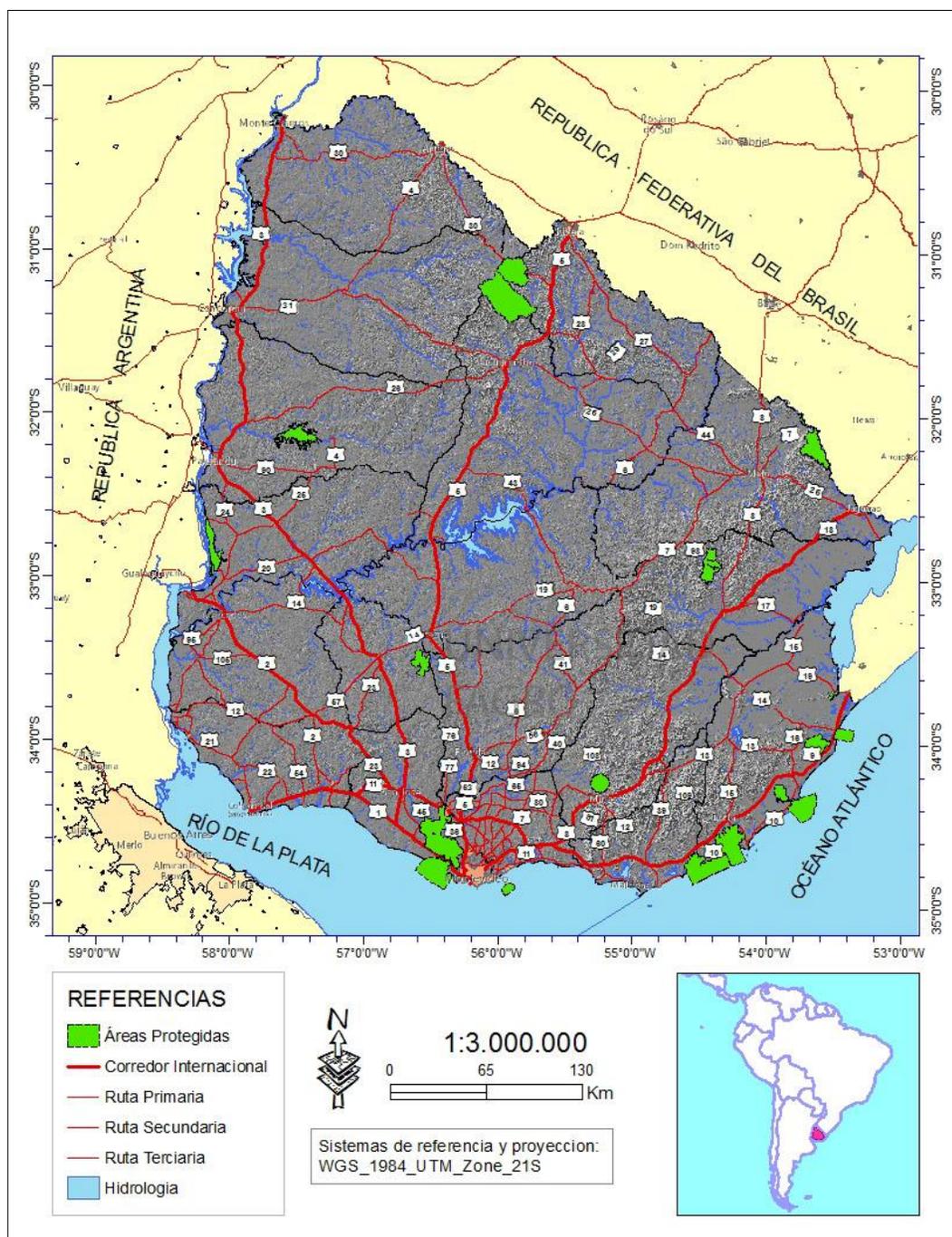
El Parque Nacional Cabo Polonio está localizado dentro de dos áreas de protección ambiental con entidad internacional 1) Sitio Ramsar “Bañados del Este y Franja Costera” y 2) Reserva de Biosfera “Bañados del Este”.

1) El convenio Ramsar, es un acuerdo de los estados miembros de Naciones Unidas (UN), dependiente de UNESCO que trata sobre los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas y el uso sostenible de los humedales. La Convención de Ramsar está promoviendo nuevos métodos de valoración económica para demostrar que los humedales son valiosos y deben ser conservados y utilizados racionalmente.

2) Reserva de Biósfera Bañados del Este, del Programa el Hombre y la Biósfera MAB (Man And the Biosphere) de UNESCO. El Decreto 527/992, donde se aprueba un informe elaborado por Grupo de Trabajo creado en el decreto 81/991, se efectúa la delimitación del área y reserva ecológica, y se crea una Comisión con el cometido de coordinar los estudios técnicos, catastrales, jurídicos y económicos, para la reglamentación del uso y manejo de las áreas de protección y reserva ecológica propuestas por dicho Grupo de Trabajo.

En la tabla No. 3 se presenta el detalle de las áreas protegidas con designación internacional. En el mapa No. 3 se muestra el área de la reserva de biosfera Bañados de Este, y el sitio Ramsar Bañados del Este y Franja Costera y el área que ocupa el PNCP dentro de ambas.

Mapa No. 2. Áreas protegidas de Uruguay

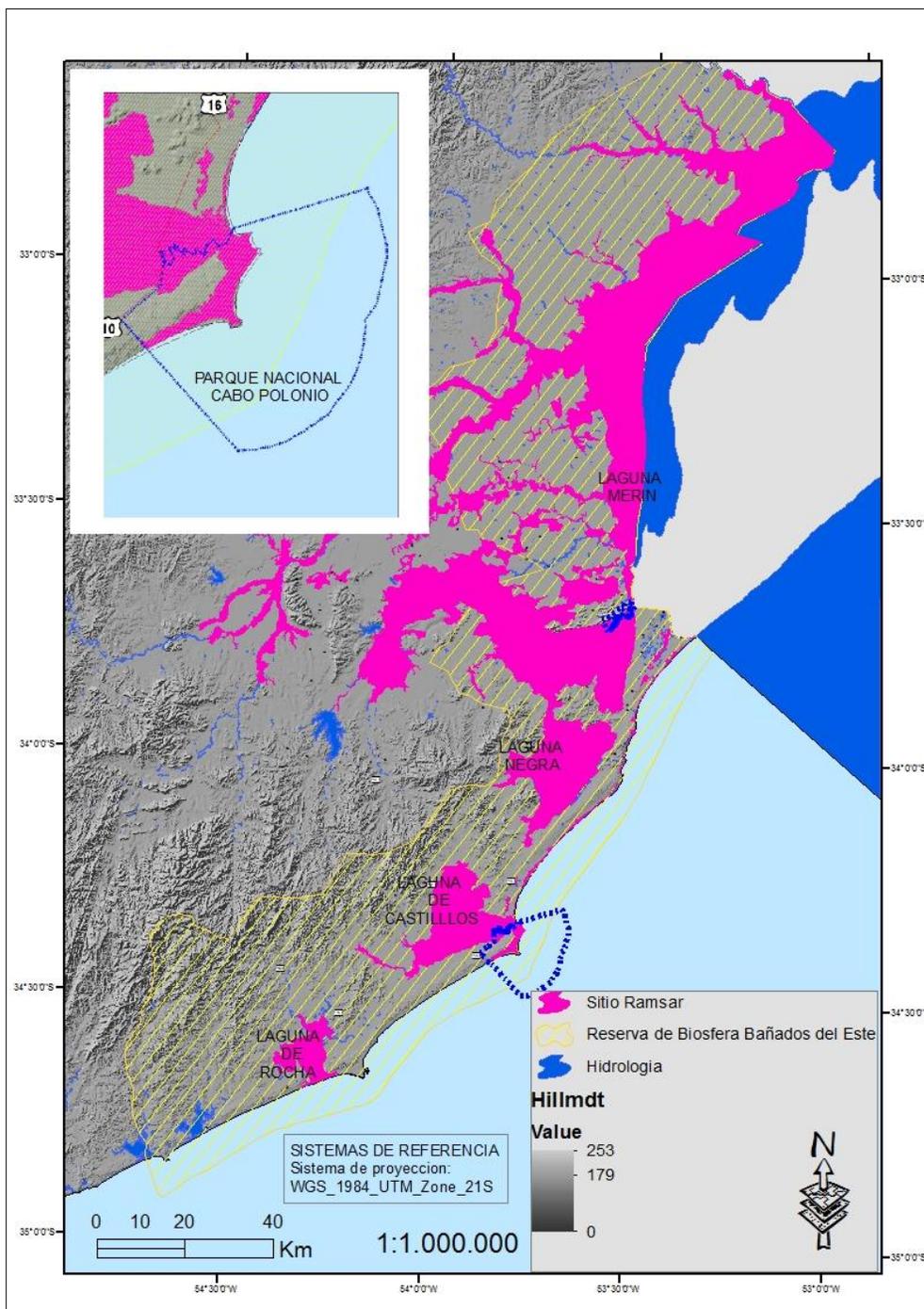


Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), IDEuy (2019), IGN (2019), MTOP (2020), IBGE (2020).

Tabla No. 3. Áreas protegidas internacionales

RAMSAR	CÓDIGO DE DESIGNACIÓN INTERNACIONAL	ÁREA PROTEGIDA QUE ABARCA
Bañados del Este y Franja Costera	290	San Miguel, Cabo Polonio; Cerro Verde, Laguna de Castillos y Laguna Negra
Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay	1433	Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay
Laguna de Rocha	2236	Laguna de Rocha
<b>RESERVA de BIÓSFERA</b>		
Bañados del Este		Cabo Polonio, San Miguel, Cerro Verde, Potrerillo de Santa Teresa, Lg. Garzón, Lg. de Castillos, Lg. Negra, Lg. de Rocha
Bioma Pampa Quebrada del Norte		Valle del Lunarejo, Laureles-Cañas

Mapa No. 3. Ubicación del PNCP dentro de las reservas



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), IDEuy (2019).

## 2.8 CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA

Para la caracterización climática del área de estudio se solicitaron datos de algunas variables al Instituto Uruguayo de Meteorología para la estación de Rocha, exclusivamente para ser utilizados en la tesis. La metodología utilizada fue fundamentalmente analítica mediante análisis en tablas de datos.

Todo el territorio está comprendido dentro de las siguientes características: 1) clima templado, moderado y lluvioso (temperatura más fría entre  $-3^{\circ}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ ), "tipo C"; 2) clima de temperie húmeda, "tipo f" y 3) variedad específica de temperatura (temperatura mes más cálido superior a 22 grados centígrados), "tipo a" por lo tanto, a Uruguay le corresponde la clasificación climática de Koeppen "Cfa" (Severova, 1997).

Fueron analizadas las variables: precipitaciones, temperatura del aire y viento. La información elaborada y analizada para cada variable se presenta en tablas y gráficas para cada variable

### 2.8.1 Precipitación

El análisis estadístico de la variable precipitación es generado con datos de 29 años de la estación de Meteorológica de Rocha desde 1990 hasta 2019; se recibieron 10.957 registros, correspondiendo a un registro diario, siendo el valor máximo de 232,4 mm y el mínimo de 0 mm de precipitaciones diarias.

En la tabla No. 4 se presentan la suma de precipitaciones en mm por mes según los años analizados.

Tabla No. 4. Valores totales de precipitaciones en mm según año por mes

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.	Total
1990	62	194	74	181	62	69	21	19	112	140	131	32	1098
1991	74	27	19	45	121	92	176	125	127	186	88	50	1129
1992	77	141	59	173	99	135	114	53	38	124	83	32	1129
1993	119	185	32	240	99	49	165	124	56	205	99	119	1490
1994	57	44	111	87	154	54	216	106	94	131	62	49	1166
1995	130	150	222	57	26	97	152	37	64	71	118	38	1163
1996	62	44	210	125	31	34	46	43	114	80	58	76	923
1997	98	98	50	37	71	151	49	146	29	64	95	169	1056
1998	107	49	87	227	78	94	109	31	55	41	154	158	1190
1999	190	164	116	117	57	165	116	79	111	75	42	87	1318
2000	33	61	114	272	357	122	201	133	154	61	64	86	1659
2001	138	133	210	45	94	168	141	92	56	235	144	39	1496
2002	149	188	467	108	105	90	89	130	39	85	98	163	1710
2003	55	167	57	47	164	159	55	82	157	62	157	124	1287
2004	210	72	28	206	142	108	40	51	105	125	59	104	1250
2005	70	32	21	345	212	313	47	45	106	68	23	34	1316
2006	99	132	379	61	22	165	71	142	36	108	100	100	1415
2007	4	144	225	152	119	87	16	112	127	243	30	60	1320
2008	20	133	60	29	133	86	109	92	28	48	69	4	809
2009	165	111	365	11	155	84	67	53	82	183	106	75	1456
2010	76	231	72	69	94	72	193	121	117	19	66	38	1168
2011	61	112	134	77	61	141	135	128	33	70	47	51	1049
2012	85	96	247	46	36	105	74	112	86	168	91	270	1417
2013	56	151	76	60	124	56	93	82	218	18	198	41	1172
2014	283	284	121	91	46	57	129	21	170	71	212	137	1622
2015	197	25	75	15	73	44	27	363	67	75	69	125	1154
2016	8	44	147	497	93	19	237	129	93	122	79	151	1616
2017	136	99	87	31	136	39	120	263	169	100	65	25	1270
2018	98	57	121	112	80	68	144	135	170	32	107	139	1262
2019	360	67	112	21	192	236	72	72	92	184	24	-	1430

## 2.8.2 Temperatura

El análisis de la variable temperatura se generó con datos de 19 años de la estación de Meteorológica de Rocha desde 2001 hasta 2019; se recibieron 151.562 registros.

Se preparó tabla No. 5 con los valores por mes según año

A continuación, se presentan los registros mínimos y máximos en tablas y una gráfica conjunta para ambos datos.

Tabla No. 5. Registro de temperaturas medias

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
2001	24,6	24,0	23,1	18,0	15,2	13,5	11,9	16,0	14,5	18,1	18,6	19,1
2002	21,5	20,8	20,9	16,5	15,3	10,7	10,1	13,0	12,3	17,0	18,7	20,0
2003	22,1	21,8	20,4	16,0	14,3	10,8	9,8	10,8	11,8	15,8	17,5	19,1
2004	21,8	20,7	20,3	18,9	13,0	12,0	11,1	12,8	13,2	14,9	17,0	20,3
2005	22,6	21,4	19,9	15,8	14,5	13,8	11,8	12,3	12,5	14,6	19,1	18,4
2006	21,3	21,2	19,4	16,9	12,2	11,7	13,7	11,1	12,1	16,6	17,7	22,0
2007	22,2	22,8	20,9	18,1	11,9	10,1	9,0	10,4	15,5	18,1	18,2	21,9
2008	23,5	22,7	21,2	17,6	14,4	11,2	13,4	12,0	13,6	16,5	20,8	22,3
2009	23,5	23,1	21,9	19,4	16,8	11,9	10,6	15,0	13,7	16,1	20,3	21,6
2010	25,3	24,1	22,2	18,1	16,5	11,5	10,7	10,7	13,3	14,6	16,4	21,5
2011	23,0	21,5	19,9	17,0	12,7	11,2	9,6	10,5	12,8	15,0	18,6	19,5
2012	22,2	23,3	19,9	16,3	16,1	10,9	8,0	13,8	13,7	16,7	19,2	22,2
2013	21,7	21,2	17,6	17,0	13,6	10,7	10,2	10,5	13,5	15,3	18,4	22,7
2014	22,8	21,7	18,8	16,8	13,4	10,7	11,5	12,7	14,5	17,7	18,6	21,6
2015	22,0	21,7	20,4	17,4	14,7	12,2	10,8	14,6	11,9	14,2	17,0	21,0
2016	22,2	22,9	19,6	17,3	12,0	10,0	10,7	11,9	12,1	15,3	18,0	21,1
2017	22,2	23,3	19,7	17,4	15,0	13,1	13,2	13,5	15,1	16,0	16,7	21,3
2018	22,9	20,9	19,3	20,3	15,2	10,7	10,3	11,2	14,9	15,0	18,9	19,6
2019	22,6	21,5	19,4	17,2	14,5	14,1	10,4	10,7	12,2	15,7	19,3	

Tabla No. 6. Registro mínimo mensual de temperaturas por mes según año

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
2001	8,9	11,0	9,8	5,0	4,6	1,6	-1,4	2,5	2,0	4,6	6,2	6,4
2002	11,2	11,0	9,1	3,2	3,6	0,4	-2,2	-0,4	0,2	5,4	4,6	8,6
2003	9,8	11,6	6,0	5,6	2,2	-1,6	-1,0	-0,8	-0,4	1,2	2,4	8,2
2004	6,8	12,2	8,2	6,2	1,5	-0,8	-1,4	-0,2	1,0	3,6	3,7	8,8
2005	6,5	7,8	6,6	3,8	2,6	0,4	-2,4	1,4	0,2	2,9	1,4	4,4
2006	9,0	8,5	8,3	4,4	0,4	-0,3	2,1	0,2	-1,6	4,2	4,9	8,8
2007	7,0	9,0	10,0	5,4	0,4	-0,1	-3,8	0,8	0,8	5,8	3,6	3,6
2008	9,0	10,6	9,6	2,4	2,2	0,0	0,6	-1,4	3,0	2,2	7,5	6,0
2009	8,9	10,8	12,2	2,6	2,6	-1,8	-3,7	-1,8	0,5	1,6	7,8	11,0
2010	11,6	10,8	8,0	2,4	3,0	0,4	-2,2	-2,2	1,8	3,6	4,2	5,4
2011	9,7	9,8	7,6	5,5	2,0	-0,8	-1,0	-0,4	-0,6	1,6	4,0	0,0
2012	10,6	11,0	8,2	3,1	3,0	-2,2	-2,4	2,8	0,8	6,1	7,0	9,6
2013	8,6	8,8	5,0	6,2	0,8	-2,0	-2,3	-2,2	3,0	1,8	6,4	8,6
2014	11,1	15,0	6,7	4,0	1,4	-1,2	-1,9	0,8	2,6	4,4	6,6	8,4
2015	11,4	10,0	8,0	6,9	1,8	-2,6	-3,6	3,4	0,2	0,4	4,3	7,8
2016	9,8	10,6	10,3	7,2	2,4	-0,1	0,2	2,2	1,4	2,7	6,4	5,4
2017	10,8	10,3	8,2	4,8	4,4	0,3	0,4	1,0	3,8	3,2	4,2	7,4
2018	8,8	7,4	7,6	9,0	3,2	-1,4	-0,3	-1,8	5,0	2,0	4,0	6,0
2019	10,0	9,5	8,2	5,9	3,6	1,6	-2,0	-0,2	0,0	4,9	8,4	

En el cuadro No. 7 se muestran los valores máximos registrados por mes y para la serie de años estudiada. A continuación, en la gráfica No. 4 se grafican los promedios de registros mínimos y máximos en función del valor máximo alcanzado

Tabla No. 7. Valor máximo de temperaturas por mes según año

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
2001	34,5	33,0	34,2	28,0	25,8	22,2	29,3	26,0	28,0	28,0	31,4	31,4
2002	32,6	34,0	31,2	27,0	28,8	20,6	31,4	24,0	30,8	30,8	32,6	32,4
2003	37,2	34,7	31,8	26,1	24,4	20,4	25,0	28,0	29,5	29,5	32,0	31,0
2004	32,0	32,0	31,6	33,6	21,5	25,3	25,1	27,0	27,6	27,6	29,0	32,2
2005	34,8	34,0	35,3	26,6	26,2	27,4	28,0	23,0	30,9	30,9	34,6	31,4
2006	36,4	33,2	31,2	27,2	22,6	28,2	26,8	25,0	31,4	31,4	31,6	32,8
2007	35,1	36,2	30,0	29,1	21,4	21,6	26,6	30,6	28,0	28,0	29,7	34,8
2008	35,6	34,2	29,4	29,0	27,8	18,6	22,0	23,6	27,2	27,2	30,8	32,2
2009	35,2	33,8	32,6	29,0	28,8	20,2	31,4	22,2	30,6	30,6	30,6	29,2
2010	34,2	33,4	28,6	29,3	26,8	21,2	24,9	24,4	25,4	25,4	30,0	34,0
2011	35,0	31,8	31,8	27,8	24,2	20,6	21,8	24,8	24,4	24,4	32,3	33,6
2012	34,8	37,6	32,2	27,6	24,8	23,4	28,3	26,4	26,2	26,2	33,6	35,0
2013	34,1	34,0	29,4	26,3	24,6	24,0	26,4	33,4	26,0	26,0	30,3	38,4
2014	35,7	33,0	29,4	28,6	23,4	22,9	29,4	24,8	29,2	29,2	32,1	33,4
2015	34,7	32,8	32,6	31,2	28,8	26,8	30,6	28,3	24,4	24,4	28,2	35,2
2016	35,0	35,3	30,2	25,2	19,8	22,1	26,3	24,6	28,5	28,5	31,0	34,0
2017	31,8	32,2	32,0	27,3	27,0	26,8	22,6	27,6	29,2	29,2	33,3	36,1
2018	38,1	34,2	31,6	33,5	26,6	21,2	25,3	29,0	28,0	28,0	33,1	30,2
2019	35,6	35,4	33,3	30,6	26,8	26,2	25,1	27,2	29,2	29,2	31,8	

### 2.8.3 Viento

El movimiento de las masas de aire obedece principalmente a dos fuerzas básicas: el gradiente de presión y la gravedad, la primera tiene un componente horizontal, mientras que la segunda enteramente vertical UdelaR. FA (1994b).

Las costas constituyen una frontera brusca de superficies que presentan variaciones de temperatura muy diferente UdelaR. FA (1994b). Estas variaciones de temperaturas y de presiones generan el movimiento de aire desde y hacia el mar. De día la energía solar calienta más la superficie de la tierra, ésta entrega energía hacia el aire permitiendo el movimiento hacia el mar; durante de noche, el proceso se invierte, la superficie del mar libera energía y la brisa marina puede ingresar hasta 15 km tierra adentro, este movimiento tiene la particularidad de cortar la inversión térmica, por lo tanto, la ocurrencia de heladas es nula.

El análisis de la variable dirección del viento se generó con datos de 19 años de la estación de Meteorológica de Rocha desde 2001 hasta 2019; se recibieron 50.666 registros, los registros van desde 10 a 360°. Se procede a separarlos según la orientación cardinal dejando para los puntos principales 30 grados y para las intersecciones 20 grados.

La velocidad del viento fue estudiada por Panario y Piñeiro (1993) quienes observaron en el terreno, que el transporte efectivo de arena comienza cuando no existe humedad sobre la superficie y va adquiriendo importancia cuando se intensifica la velocidad de viento medida a 2 m sobre la superficie del terreno. En el Sistema Cabo Polonio comienza el transporte con una velocidad de  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  y  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  para el Sistema Buena Vista. El sentido del viento influye en la cantidad de arenas trasportadas.

Teniendo en cuenta que los datos se encuentran cada 10 grados y de acuerdo a las orientaciones presentes en la rosa de los vientos se procede a disgregar los valores para las orientaciones según se presenta en la tabla No. 9.

Tabla No. 8. Cantidad de episodios de dirección del viento según grado por año

Gra dos / año	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17	20 18	20 19
30	27	29	45	90	55	60	56	42	33	14 3	17 9	25 2	25 7	28 7	20 4	21 5	27 6	20 7	12 8
40	20	26	28	52	29	24	11	13	9	56	13 4	10 9	14 2	19 6	12 5	18 0	20 2	11 4	13 3
50	37	48	40	49	37	30	34	23	27	13 3	17 5	19 7	13 6	17 9	13 2	12 7	16 4	17 9	13 3
60	31	53	32	12 5	14 78	9	81	73	64	19 7	33 1	31 3	28 8	23 8	21 4	19 5	23 2	15 1	12 3
70	76	73	58	55	44	40	43	69	56	18 4	29 9	22 7	22 5	25 0	26 6	26 0	31 0	29 4	21 9
80	35	29	40	51	31	44	42	63	27	73	14 6	97	87	58	12 9	72	72	86	13 4
90	13 5	15 4	11 2	10 4	76	93	92	14 0	12 6	27 3	44 8	31 1	28 5	29 0	29 0	29 9	31 8	22 7	17 9
100	13	14	11	16	18	24	31	31	13	47	82	68	41	50	52	53	37	76	85
110	31	30	20	16	15	16	27	29	29	71	12 5	63	81	66	79	69	52	10 3	87
120	27	16	15	45	31	41	67	57	70	16 1	17 3	11 8	10 87	10 6	10 3	97	65	10 4	84
130	15	5	5	9	4	7	14	15	9	17	31	19	20	24	25	23	18	29	38
140	12	9	5	7	3	14	19	9	13	15	34	20	13	19	30	23	18	35	41
150	24	12	14	25	23	13	37	31	32	62	83	53	59	78	13 2	15 3	11 3	11 8	63

160	51	48	44	9	5	8	8	6	10	11	14	30	15	32	51	65	80	90	10 1
170	12	5	5	11	12	5	2	1	3	9	10	9	6	9	14	11	15	26	76
180	73	90	78	77	65	56	63	52	48	12 0	16 2	16 2	16 5	12 0	19 8	17 5	10 7	12 9	10 7
190	17	29	26	28	34	27	18	27	15	27	34	32	44	33	60	60	35	46	62
200	57	99	91	33	41	38	31	27	44	87	94	13 2	17 0	12 6	13 9	12 5	10 6	11 8	21 2
210	18	31	22	74	96	88	71	68	75	26 8	21 9	23 8	34 0	23 0	26 2	31 6	24 8	26 3	17 4
220	13	25	43	39	48	27	30	32	23	75	86	61	98	77	84	54	39	74	13 9
230	57	37	51	47	51	60	55	43	50	18 4	22 4	21 8	19 0	15 0	21 7	17 8	17 6	24 1	19 3
240	20	26	37	73	75	64	62	44	34	20 0	32 0	21 1	22 3	23 9	18 0	26 9	18 2	14 4	15 4
250	21	36	23	23	27	44	34	20	22	11 2	15 0	17 6	13 2	17 3	17 8	20 8	12 3	16 1	17 8
260	10	19	31	10	18	27	16	14	7	40	62	80	73	64	48	54	27	49	11 8
270	33	41	51	44	27	51	60	30	32	17 4	21 5	18 5	17 7	14 3	18 3	20 3	13 7	11 1	13 2
280	4	7	18	10	14	11	5	3	3	14	32	35	21	23	14	42	24	19	77
290	9	15	12	7	5	12	13	3	9	67	45	24	29	33	20	23	45	22	78
300	1	17	12	27	12	18	21	9	20	62	52	68	58	48	60	56	41	32	47
310	3	1	4	5	4	3	7	1	2	23	7	9	11	11	7	5	7	7	31
320	15	19	15	8	14	15	15	4	9	55	18	22	37	33	15	17	21	32	46
330	4	10	7	34	22	20	20	14	15	71	41	71	61	64	37	63	47	35	69

340	22	30	19	19	25	13	25	20	21	65	51	11	0	92	11	9	51	57	55	48	99
350	7	16	14	13	18	14	9	5	10	18	12	16	29	29	29	21	19	25	25	93	
360	52	89	86	94	10	5	97	79	60	60	24	15	23	27	24	21	19	18	13	13	
10	18	12	32	25	16	22	5	9	6	7	9	20	20	34	32	16	12	28	79		
20	64	67	84	52	37	63	41	29	22	11	10	14	15	21	10	12	13	12	16		
										7	2	5	8	6	5	4	3	5	4		

Tabla No. 9. Cantidad de episodios según orientación

GRADOS	ORIENTACIÓN	CANTIDAD DE REGISTROS	FRECUENCIA RELATIVA %
350 360 10°	NORTE	3551	7,01
20 30°	NNE	4433	8,75
40 50°	NE	3483	6,87
60 70°	ENE	6016	11,87
80 90 100°	ESTE	6030	11,90
110 120°	ESE	2476	4,89
130 140°	SE	666	1,31
150 160°	SSE	1803	3,56
170 180 190°	SUR	2942	5,81
200 210°	SSO	4871	9,61

220 230°	SO	3489	6,89
240 250°	OSO	4398	8,68
260 270 280°	OSTE	3172	6,26
290 300°	ONO	1132	2,23
300 330°	NO	558	1,10
330 340°	NNO	1646	3,25
		50666	100

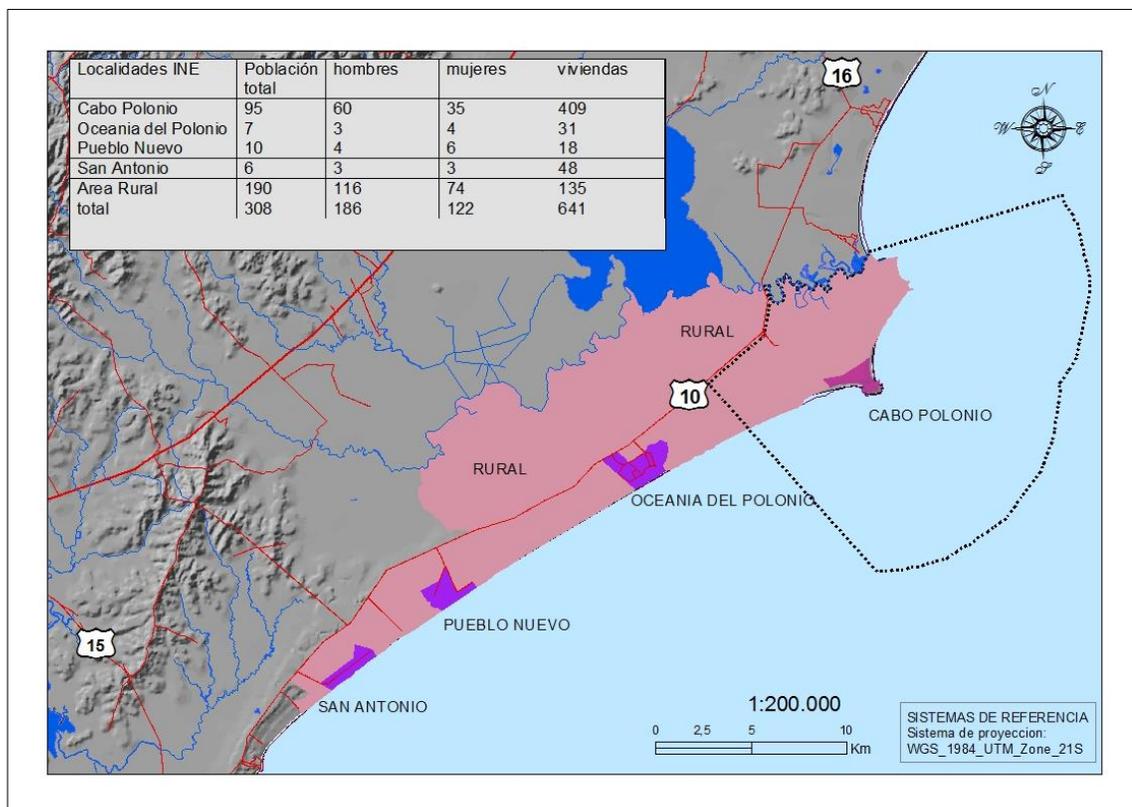
## 2.9 RELEVAMIENTO DE CIENCIAS SOCIALES

De acuerdo a los datos que aporta el Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre población y vivienda del año 2011, se establece que el PNCP se encuentra bajo la jurisdicción de la secciona policial Número 4 ubicada en la localidad de Castillo.

Abarcando el área de enumeración 1405003 en el sistema de información censo agropecuario (MGAP. DIEA, 2000), se encuentran las localidades de Cabo Polonio, Oceanía del Polonio, Puerto Nuevo, y San Antonio.

En el mapa No. 4 se presentan los datos referidos al censo del año 2011 de población y viviendas del INE.

Mapa No. 4. Localidades y datos censales



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), INE (2011), MVOTMA (2017).

También fueron recuperados datos censales por localidades en área de influencia del PNCP se presentan en la tabla No. 10.

Tabla No. 10. Datos censales con localidades próximas

NOMBRE DE LA LOCALIDAD	POB. TOTAL	MUJERES	HOMBRES	VIVIENDAS
CABO POLONIO	95	35	60	409
ROCHA	25.422	13.362	12.060	11.672
CASTILLOS	7.541	4.016	3.525	3.915
PUENTE VALIZAS	32	16	16	89
VALIZAS	330			995
AGUAS DULCES	417	202	215	1.596
LA AGUADA Y COSTA AZUL	1.090	562	528	1.793
OCEANIA DEL POLONIO	7	4	3	31
BARRIO TORRES	83	37	46	42
LA ESMERALDA	57	22	35	240
LA PEDRERA	225	97	128	753
ARACHANIA	377	176	201	512
PTA. RUBIA Y STA. ISABEL DE LA PEDRERA	94	35	59	462
SAN ANTONIO	6	3	3	48
LA PALOMA	3.495	1.773	1.722	4.633
PUEBLO NUEVO	10	6	4	18
TAJAMARES DE LA PEDRERA	2	1	1	20
19 DE ABRIL	205	104	101	130
AREA RURAL	190	116	74	135

Fuente: elaborado a partir de datos INE (2011).

## 2.10 ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Según la MVOT. DINOT (s.f.) el área del PNCP está en la categoría de suelo suburbano y área ingresada a SNAP; se destacan las principales localidades en la categoría de suelo urbano como se aprecia en la figura No. 6.

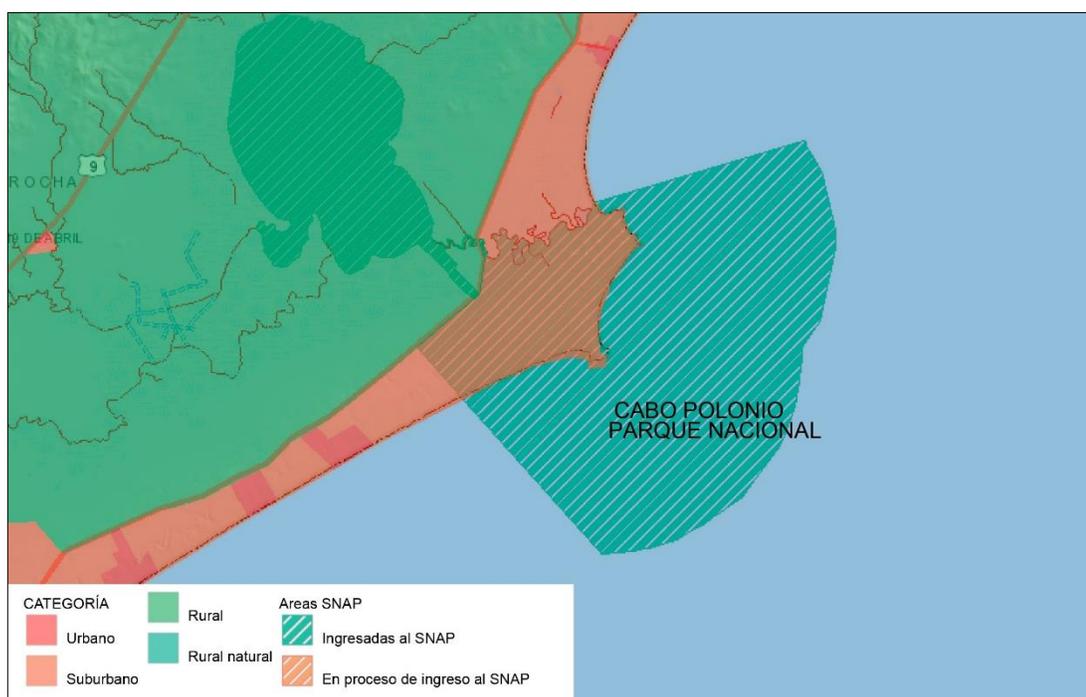


Figura No. 6. Categoría de suelo Ordenamiento territorial

Fuente: MVOT. DINOT (s.f.).

De acuerdo a MVOT. DINOT (s.f.) dentro de la categoría de prioridad forestal 2010, el PNCP se encuentra incluido en el decreto 452/988 otorgando prioridad forestal para el suelo 07.1, y previo informe de la DSA para el suelo 07.2 según se aprecia en la figura No. 7.

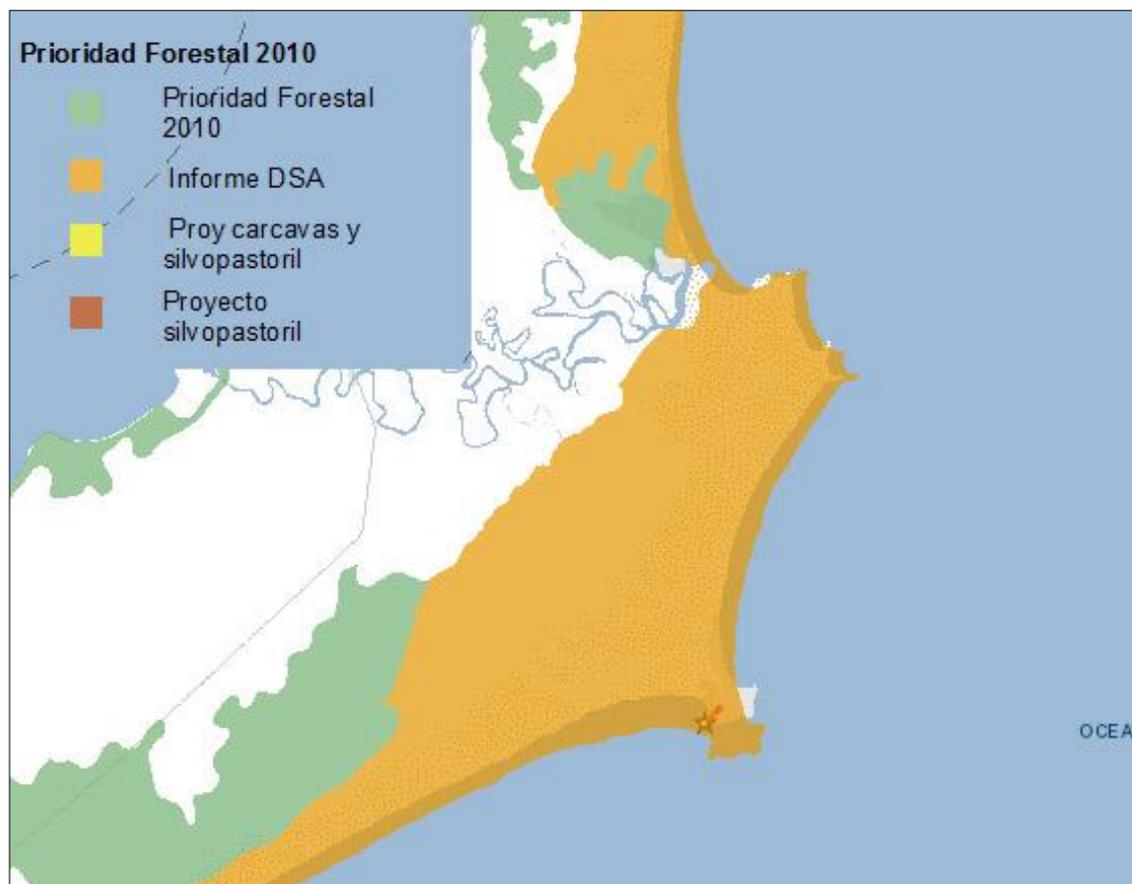


Figura No. 7. Prioridad forestal 2010

Fuente: MVOT. DINOT (s.f.).

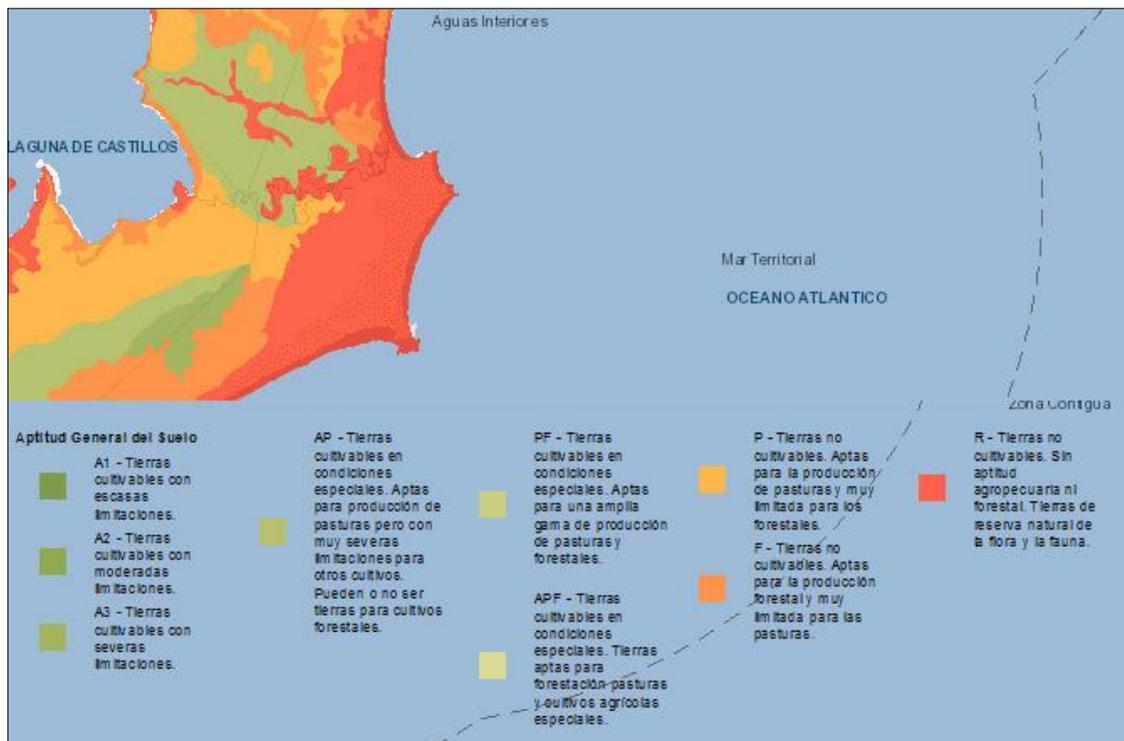


Figura No. 8. Aptitud general de suelo

Fuente: MVOT. DINOT (s.f.).

De acuerdo a la aptitud general de suelo según MVOT. DINOT (s.f.) el parque nacional cuenta con áreas de reserva de flora y fauna, un área con tierras óptimas para la producción forestal, otro sector apto para pasturas y otras agrícolas con limitaciones.

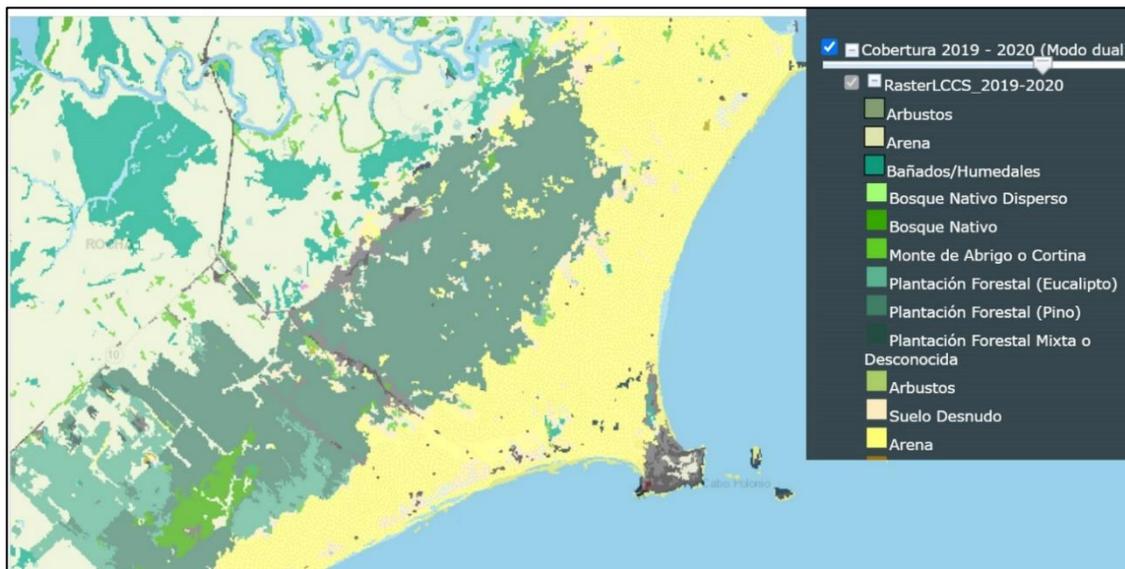


Figura No. 9. Coberturas 2019 - 2020

Fuente: MVOT. DINOT (s.f.).

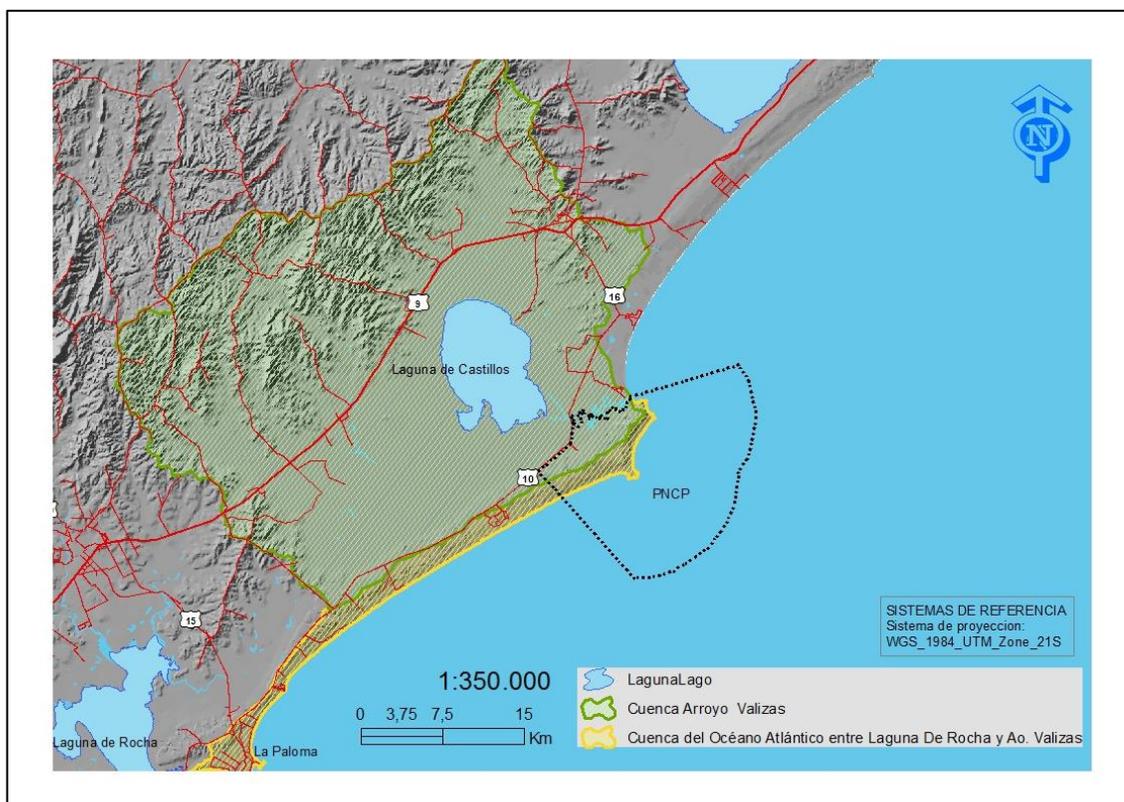
Según la capa de cobertura generada a partir de la interpretación de Imagen Sentinel de 2019, expresada en el raster LCCS 2019-2020, MVOT. DINOT (s.f.) presenta la interpretación de la figura No. 9.

## 2.11 RELEVAMIENTO GEOLÓGICO

Tomando como unidad de estudio las cuencas hidrográficas nivel 3 que llamadas Océano Atlántico entre Laguna De Rocha y Arroyo Valizas y cuenca Arroyo Valizas se estudia y analiza la geología del área PNCP.

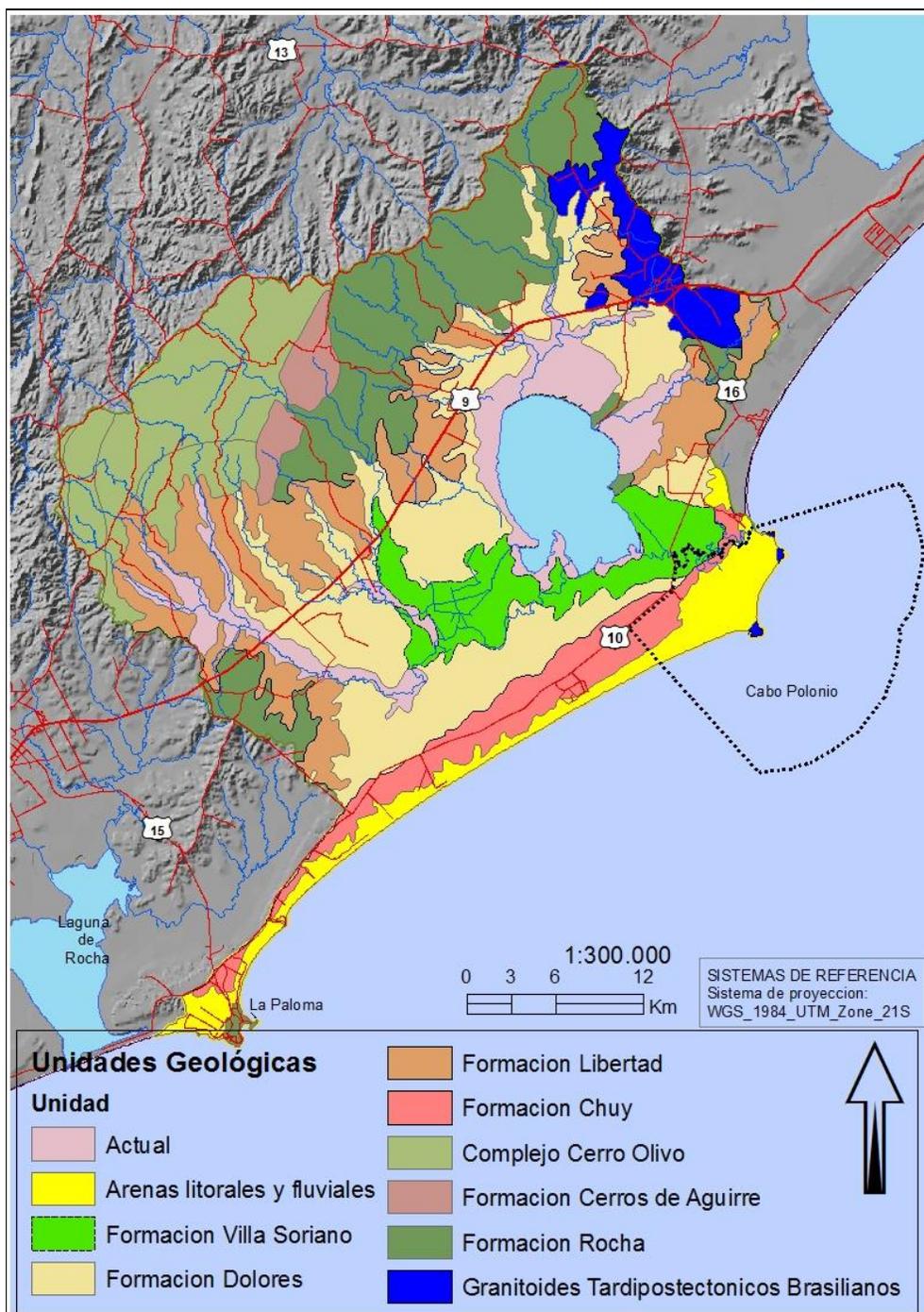
En el mapa No. 5, se puede ver el alcance de las mismas, y a partir de ellas se recopila los datos desde el geoservicio de DINAMIGE y se compone el mapa No. 6 donde se aprecian las unidades geológicas dentro de la cuenca y las encontradas en el PNCP.

Mapa No. 5. Cuencas hidrográficas



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020).

Mapa No. 6. Unidades geológicas



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), MIEM. DINAMIGE (2019), MTOP (2020).

Desde el geoportal de DINAMIGE se accedió al visualizador y al geoservicio.

De acuerdo al visualizador geológico se encuentran 5 unidades geológicas en el área del PNCP y se rescatan las siguientes descripciones de las unidades desde el mismo.

Unidad Granitoides Tardipostectónicos Brasileños, subunidad Santa Teresa. Origen ígneo intrusivo. Descripción leucogranitos de grano grueso con biotita y hornblenda, caracterizado por Preciozzi et al. (1985).

Formación Chuy. El origen es sedimentario, período cuaternario, edad pleistocena. Se describen como sedimentos arenosos, arcillo-arenosos finos a medios de color blanco amarillento a rojizo, ambiente de deposición, sedimentación marina, caracterizado por Preciozzi et al. (1985). Goso, citado por Preciozzi et al. (1985), define esta formación dividiéndola en tres unidades correspondientes a tres períodos interglaciares del Cuaternario. Características litológicas y de sedimentación. Arenas medias a gruesas, feldespáticas, de regular selección, color gris. Arenas medias muscovíticas, con óxido de hierro, de tonalidades ocráceas. Litologías arcillo arenosas y arcillo gravillosas, de mineralogía cuarzosa, fósilíferas, con escaso óxido de hierro. Arcillas verdes arenosas y/o limosas, ocasionalmente fosilíferas, con concreciones de óxido de hierro. La Potencia, según Antón, Armstrong, citado por Preciozzi et al. (1985), *“en el sondeo Chuy (Depto. de Rocha), las potencias por cada unidad serían las siguientes Chuy I 12 m, Chuy II 20, Chuy III 20 m, Total para la Formación 52 m. (59 m incluyendo los episodios relacionados con Libertad I y II).”* Las relaciones estratigráficas de contacto en la base son con las formaciones Raigón y/o Paso del Puerto. Hacia la parte media y media inferior se con episodios correspondientes a la deposición de la Formación Libertad (Libertad I y II de Goso, citado por Preciozzi et al., 1985).

Formación Dolores, origen sedimentario, período cuaternario, descripción lodolitas y areniscas arcillosas muy finas, sedimentación, caracterizada por Preciozzi et al. (1985).

Formación Villa Soriano, el origen es sedimentario, período cuaternario, descripción sedimentos arenosos a gravillosos con lechos intercalados de cantos, arcillas y limos de color gris, no se detalla la fuente en la capa. En la carta de Preciozzi et al. (1985) se indica que las litologías más frecuentes son arenas finas y medias, arenas limo arcillosas, fangos y arcillas. Las relaciones estratigráficas vinculan a la unidad en la base con la Formación Dolores y en el tope se encuentra recubierta por suelo o por sedimentos recientes. La potencia va de 1 y 8 m, llegando a 9 m en la cuenca de Santa Lucía. Caorsi-Goñi, citado por Preciozzi et al. (1985) utilizan el término "Arcillas Grises de Vizcaíno" para designar a una parte de estos depósitos.

Unidad Arenas litorales y fluviales. El origen es sedimentario, período cuaternario, edad pleistocena. Se describen como arenas fluviales, costeras y eólicas, de sedimentación mixta con predominancia continental, caracterizado por Preciozzi et al. (1985). En la memoria explicativa de la carta de Preciozzi et al. (1985), se disgregan los depósitos fluviales de los depósitos litorales y costeros y estos últimos se los cataloga como un depósito de dunas. Acumulaciones de arenas originadas por la acción de los vientos predominantes, y con características inherentes a la naturaleza de los mismos, buena selección, normalmente cuarzosas estratificaciones cruzadas, color blanco. Algunas se encuentran parcialmente fijadas por vegetación, otros en cambio están en proceso de removilización.

Por otra parte, Bossi (2009), describe a la Formación Chuy como sedimentaria que muestra una alternancia de depósitos continentales y marinos que los geólogos brasileros denominan formaciones Graxaim y Chuy respectivamente. Aplicando el mismo criterio, se podría denominar en Uruguay formación Chuy. En una descripción se puede ver la alternancia en los materiales continentales y marinos: rocas limosas de formación Dolores, sedimentos marinos con arcillas de color gris verdoso con fósiles, sedimentos continentales con areniscas finas pardas con restos vegetales, sedimentos marinos y finalmente en profundidad sedimentos litorales de la formación Fray Bentos.

Según Bossi et al. (1975), identifica Arenas y Dunas describiéndolas como “...depósitos que se desarrollan a lo largo del Río de la Plata, Océano Atlántico y curso interior del río Negro, que están constituidos por arenas finas y medias de regular a buena selección, cuarzosas, presentando estratificación por granulometría muchas veces cruzada. Se puede desarrollar también niveles de arenas gruesas y cantos rodados, asociados a puntas rocosas. Los colores dominantes son blancos a blanco amarillento. Las fracciones finas y medias de las arenas costeras pueden sufrir el transporte y retrabajo del viento, originando extensos depósitos eólicos hasta 3 o 4 km de la costa, su desarrollo es notorio entre Paso Carrasco y Atlántida, así como en los alrededores de Cabo Polonio. En algunos lugares las dunas pueden alcanzar alturas de hasta 15 m”.

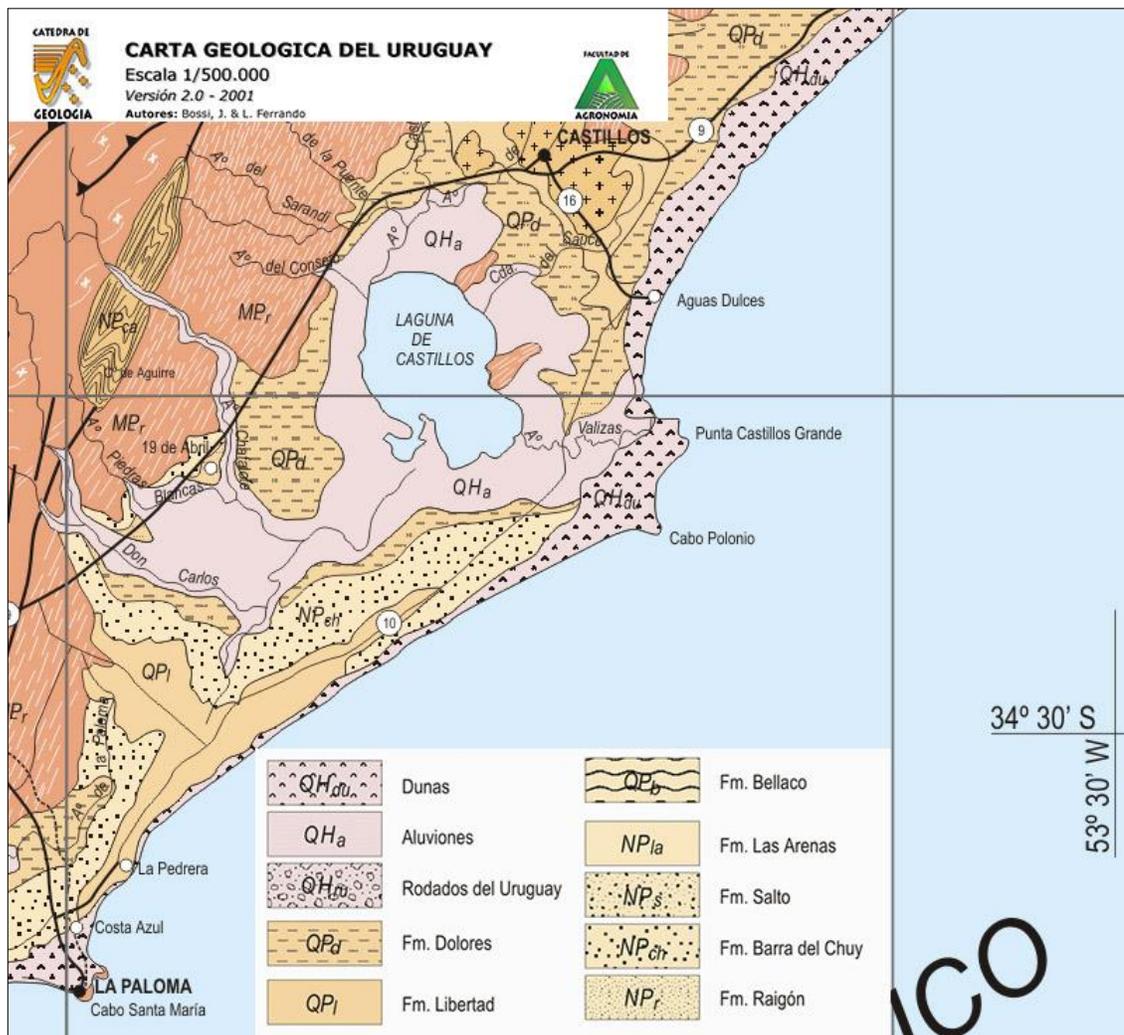


Figura No. 10. Corte de la carta geológica

Fuente: modificado de Bossi y Ferrando (2001).

De acuerdo a Bossi et al. (1998), se encuentran las siguientes unidades en el PNCP:

1) Formación Barra del Chuy, “Se propone designar con el nombre la formación Barra del Chuy, a los sedimentos cartografiados como Formación Chuy por Elizalde (1976a), y que se corresponden parcialmente con las dominaciones Paso del Puerto (Bossi et al., 1975) y Chuy (Goso y Anton, 1974)”.

Queda establecida entonces que la formación Barra del Chuy tiene en la base a Camacho y en el techo las formaciones Libertad, Villa soriano y Dolores, aunque aún se discute sobre los contactos en algunas perforaciones (Bossi et al.,1998).

2) Aluviones, en esta unidad se ha agrupado una variedad muy heterogénea de materiales sedimentarios acumulados en épocas recientes por los cursos de agua actuales. Asociado a estos depósitos aluviales se encuentran áreas de depósito de turba.

3) Dunas, los depósitos de dunas costeras aparecen asociados al litoral del río de la Plata y Océano Atlántico. Se trata de arenas sueltas de grano medio a fino, estratificada, a veces feldespáticas, acumuladas por los vientos del SE. Están formadas por arenas cuarzosas de grano medio, de forma predominantemente redondeada. El estudio más detallado que reconoce tras episodios de acumulación de estas arenas caracterizados por el color de las arenas, rojas, grises y blancas.

Se presenta en las fotos No. 1 y No. 2 de la formación Chuy, y la unidad Areniscas litorales y fluviales, de acuerdo a la localización de los afloramientos según Bossi et al. (1998), siendo las dos formaciones con mayor cobertura en el PNCP.

Foto No. 1. Formación Chuy



Ubicación 33°44'49.75"S 53°22'57.32"W

Foto No. 2. Unidad Arenas litorales y fluviales



Ubicación 34°25'18.6" S 53°50'41.6"W

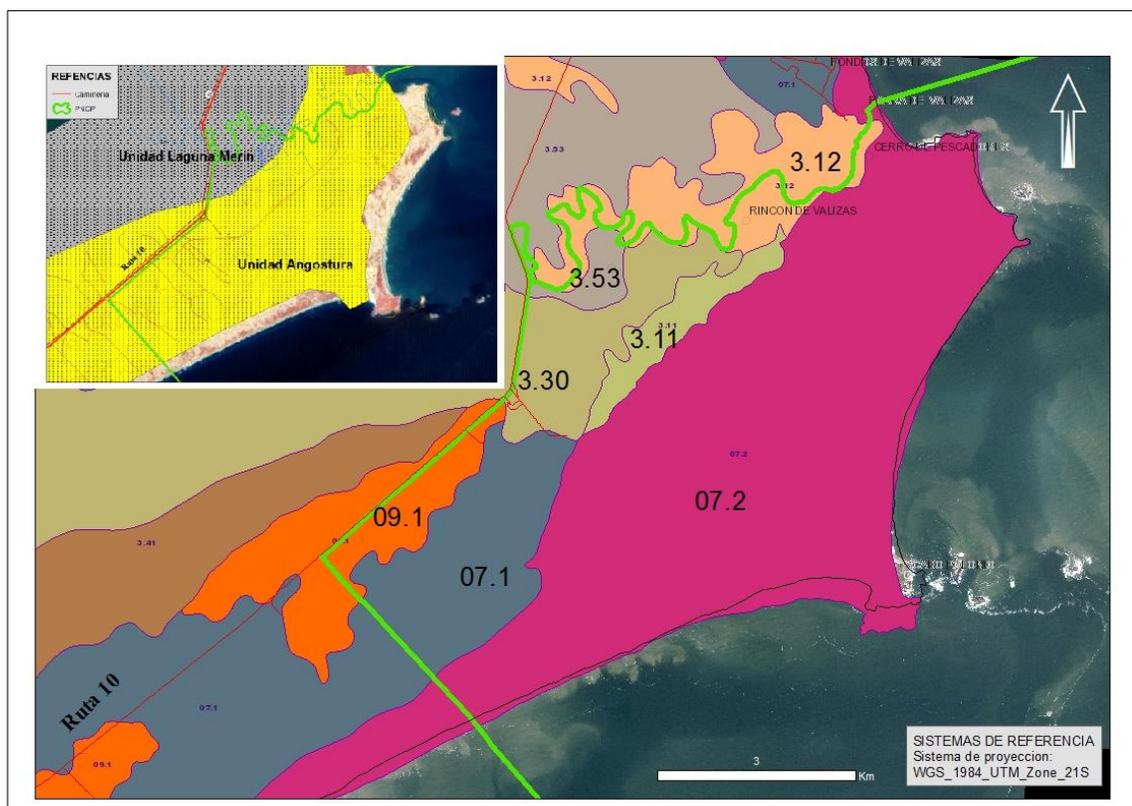
Martínez y Ubilla (2009), subrayan que la formación Chuy fue descrita por Goñi y Hoffstetter en el año 1974 como: arenas cuarzosas, amarillo rojizas, semi-consolidadas, formadas por granos bien redondeados. La arena posee minerales pesados y que sus granos están cubiertos de una película ferrugínea.

Los autores mencionan que con el correr de los años otros geólogos fueron ampliando la definición y la litología que compone la formación y adjudicándole el aspecto temporal, se acuerdo a ellos se intercalaría entre unidades continentales pleistocénicas. Se reconocen variaciones litológicas descritas originalmente y que la formación Chuy merecería una nueva una redefinición.

## 2.12 RELEVAMIENTO EDAFOLÓGICO

En este relevamiento los estudios se centran en la investigación del recurso suelo dentro del área, al reconocimiento y localización de diferentes grupos de suelo.

Mapa No. 7. Unidades de suelo y grupos CONEAT



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020).

### 2.12.1 Descripción de los suelos sobre la unidad Angostura

La descripción de la unidad Angostura según MAP. DSF (1979), establece que los suelos dominantes son Arenosoles Ócricos y Planosoles Ócricos, con suelos accesorios Argisoles Ócricos y Argisoles Subéutricos melánicos.

Los arenosoles están descriptos dentro del grupo de suelos poco desarrollados (Altamirano et al., 1976), carece de horizonte diagnóstico subsuperficial excepto un horizonte gleico a más de 120 cm de profundidad. De textura gruesa hasta una profundidad considerable. El desarrollo del perfil es escaso, existiendo como único horizonte diagnóstico un horizonte ócrico o más raramente úmbrico El material madre está constituido por arenas de origen fluvial o marino. Tienen baja capacidad de retención de agua, infiltración y permeabilidad rápidas, carecen de estructura y poseen baja capacidad de intercambio catiónico. La vegetación natural consiste en pastos y hierbas, muchos arenosoles están cubiertos por vegetación forestal principalmente pinos

Los planosoles son suelos saturados lixiviados que tienen un horizonte álbico continuo de más de 3 cm de espesor por encima del horizonte argilúvico de máximo desarrollo y muy poco permeable, que ha originado una napa colgada de duración considerable como característica fundamental. En general, estos suelos se asocian a posiciones topográficas muy suaves o planas, o presentan texturas livianas en los horizontes superficiales (Altamirano et al., 1976).

Los argisoles comprende a los suelos donde el proceso patogenético dominante es la lixiviación de arcillas, aunque no sea de máximo grado. Deben presentar un horizonte argilúvico como indicativo del proceso de lixiviación (Altamirano et al., 1976).

### 2.12.2 Descripción de los suelos sobre la unidad Laguna Merín

La descripción de la unidad Laguna Merín según MAP. DSF (1979), establece que los suelos dominantes el suelo dominante es Gleysol Háplico.

El gran grupo de Gleysoles incluye suelos donde el proceso de hidromorfismo es dominante. Son suelos pobremente drenados, la napa freática fluctúa en su altura lo que conlleva a un acierta lixiviación y formación de un horizonte argilúvico. El hidromorfismo implica una acumulación de materia orgánica de tipo turboso y/o por la presencia de características gley determinadas

en el color de la matriz y los moteados. El horizonte gleico estará presente en cualquier posición del perfil, entre 120 cm a 200 cm, con colores de matriz próximos al neutro, acompañados de moteados azuladas o verdosas. Los Gleysol Háplico carecen del horizonte argilúvico.

### 2.12.3 Zonas y grupos CONEAT

De acuerdo a MGAP. DGRNR (1994) se extraen las siguientes zonas y grupos.

#### Zona 3

Ocupa una importante franja de tierra que se extiende desde el departamento de Rocha hasta el río Yaguarón entre las lomadas y las formaciones costeras, conjuntamente con los bañados que bordean las principales lagunas.

#### Grupo 3.11

Comprende los bañados permanentemente inundados y turbosos que bordean la Laguna Negra y los bañados que se encuentran dentro de las llanuras bajas lagunares que permanecen también inundados.

Los suelos son profundos, muy pobremente drenados, generalmente con horizontes turbosos y ocasionalmente con alto tenor de sales a veces sulfuros en el perfil, y suelos de turba. Se clasifican como Greysoles Háplicos Melánicos/Hísticos, limo arcillosos, e Histosoles (Gley Húmicos y Suelos de Pantano). La vegetación está constituida por comunidades hidrófilas. La tierra no tiene uso agropecuario.

Este grupo forma parte de las unidades India Muerta y Laguna Merín en la carta de suelo a escala 1:000.000.

#### Grupo 3.12

Comprende llanuras bajas ubicadas al borde de algunas lagunas del este en la desembocadura de algunos arroyos y que permanecen inundadas durante varios meses del año.

Se encuentran representados en las Lagunas de Rocha y Castillos y en la desembocadura del arroyo Maldonado. Los suelos son profundos y muy pobremente drenados, de textura variable y con problemas de salinidad en el perfil.

Se clasifican como Gleysoles-Háplicos Melánicos/Ocricos de textura variable, generalmente arenosas, salinos y ligeramente salinos (Gleysoles-Húmicos salinos). La vegetación está constituida por praderas estivales de tapiz algo abierto y comunidades halófilas. El uso es generalmente pastoril muy restringido. Este grupo está integrado en la unidad Laguna Merín en la carta 1:000.000.

### Grupo 3.30

Comprende llanuras bajas, ubicadas en la desembocadura de los ríos y arroyos, que permanecen inundados durante varios meses del año y de los bañados en que aun permaneciendo siempre sumergidos, el nivel del agua, desciende apreciablemente en verano. Este tipo de bañados adquiere importancia en el estero de Santiagueño al norte de la Sierra de San Miguel y en el bañado de India Muerta.

En general, los suelos dominantes en las llanuras bajas son profundos, pobres a muy pobremente drenados, la napa de agua se encuentra a menos de 50cm. de la superficie, de textura variable, aunque hay un claro predominio de textura arenosa. Se clasifican como Gleysoles Háplicos Melánicos/Ocricos arenosos (Gley húmicos). La vegetación es de comunidades hidrófilas y halófilas, asociadas a praderas estivales de tapiz cerrado. Estas tierras son usadas predominantemente para pastoreo estival y en algunos casos, cuando el nivel de la laguna lo permite, se cultiva arroz.

En los bañados dominan los suelos profundos, muy pobremente drenados, comúnmente con horizontes turbosos y que se clasifican como Gleysoles Háplicos Malánicos Hísticos (Gley húmicos), de textura limo arcillosas.

La vegetación dominante está constituida por comunidades hidrófilas (pajonales, juncuales), con herbazales paludosos asociados (grama), que ocupan los espacios abiertos y que permiten durante el verano el pastoreo.

El material geológico está constituido por sedimentos de granulometría variable de edad reciente.

Este grupo integra las unidades Laguna Merín e India Muerta en la carta 1:000.000.

### Grupo 3.53

Comprende las planicies costeras que ocupan bandas paralelas a la costa entre el Chuy y la Coronilla, áreas pequeñas sobre la Laguna Merín y las planicies de mesorelieve fuerte que bordean a los ríos Yaguarón y Tacuarí.

El relieve es plano, pero con mesorelieve fuerte, abundantes ojos de agua y frecuentemente está erosionado. Los suelos dominantes son Planosoles Dístricos Ócricos de textura arenosa, profundos, de drenaje imperfecto y fertilidad muy baja. El material geológico es un sedimento arcilloso, o más liviano de edad cuaternaria. El tipo de vegetación es de pradera estival y el uso actual es pastoril y en menor proporción, arrocero.

Esta unidad está ubicada dentro de la unidad Angostura y de la unidad Río Branco en la carta de suelos 1:000.000

### Zona 07

#### Grupo 07.1

Comprende áreas litorales marítimas o continentales recubiertas con espesores variables de arenas.

Integran este grupo algunas unidades de la carta de suelos de la cuenca de Laguna Merín cartografiadas en los departamentos de la Rocha y Maldonado, y todos los cordones arenosos asociados a la costa marítima y platense de los departamentos: Canelones, Montevideo, San José y Colonia. También corresponden a este grupo los médanos arenosos localizados en las proximidades de los ríos Negros y Yí.

Estas arenas y los Arenosoles Ocricos (Dunas Arenosas) asociados son de muy baja fertilidad y excesivamente drenados, aunque existen aéreas deprimidas con drenaje pobre y muy pobre (a veces con pequeños espesores de turba), con vegetación hidrófila. En las proximidades de la costa, la vegetación es psamófila, mientras que en el interior normalmente existe vegetación de pradera estival, de tapiz ordinario y algo abierto.

En estas áreas están localizados la mayoría de los balnearios, existiendo plantaciones forestales mayormente de pino marítimo y algún uso pastoril muy limitado.

Este grupo integra las unidades Angostura y Balneario Jaureguiberry en las cartas 1:000.000 En el departamento de Rocha ocupa un área de 17.585 ha y tiene un índice de productividad de 4.

## Grupo 07.2

Este grupo corresponde a las arenas no fijadas por vegetación o con vegetación psamófila poco densa, debiéndose mencionar las dunas arenosas de Cabo Polonio.

Este grupo integra la unidad Angostura en la carta de suelo a escala 1:000.000. En el departamento de Rocha, este grupo ocupa un área de 13.654 ha y tiene valor 0 en el índice de productividad.

En el interpretativo CONEAT, en el layer Suelo de Prioridad Forestal se despliega superficie sobre su el rótulo de 'PF SI COND', indicando que posee condiciones. El 07.1 sobre el cual el layer de Prioridad Forestal el rótulo indica prioridad sin condiciones (PF NO COND).

## Zona 09

A esta zona corresponden grupos desarrollados de sedimentos de textura gruesa, pertenecientes a formaciones de fines del Terciario y a algunas etapas del Cuaternario.

## Grupo 09.1

Corresponde a las lomadas costeras que se extienden en forma discontinua y paralela a la costa, desde el Chuy hasta el departamento de Maldonado, siendo observables en los alrededores de La Coronilla y en las lomas de Narvae en el departamento de Rocha.

El material madre está constituido por sedimentos areno arcillosos de color pardo. El relieve es suavemente ondulado, con lomas aplanadas en su parte superior con predominio de pendientes de 2 a 3% en las laderas.

Los suelos predominantes corresponden a Planosoles Dísticos Ócricos en los interfluvios aplanados y Argisoles Dísticos Ócricos en las laderas. Los horizontes superiores son de textura franco arenosa color pardo grisáceo, fertilidad baja y drenaje imperfecto.

La vegetación es de pradera estival y el uso, en general, es pastoril, aunque existen cultivos estivales y de papa. Este grupo integra la unidad Angostura en la carta 1:000.000

### 2.13 EROSIÓN COSTERA

*“El riesgo de erosión se define como la posibilidad de que una amenaza cause un daño, en un determinado período de tiempo. El riesgo está relacionado directamente a la vulnerabilidad, la cual se define como la susceptibilidad de que el suelo sea afectado por un fenómeno dañino en este caso la erosión.”* (Hincapié y Ramírez, 2010).

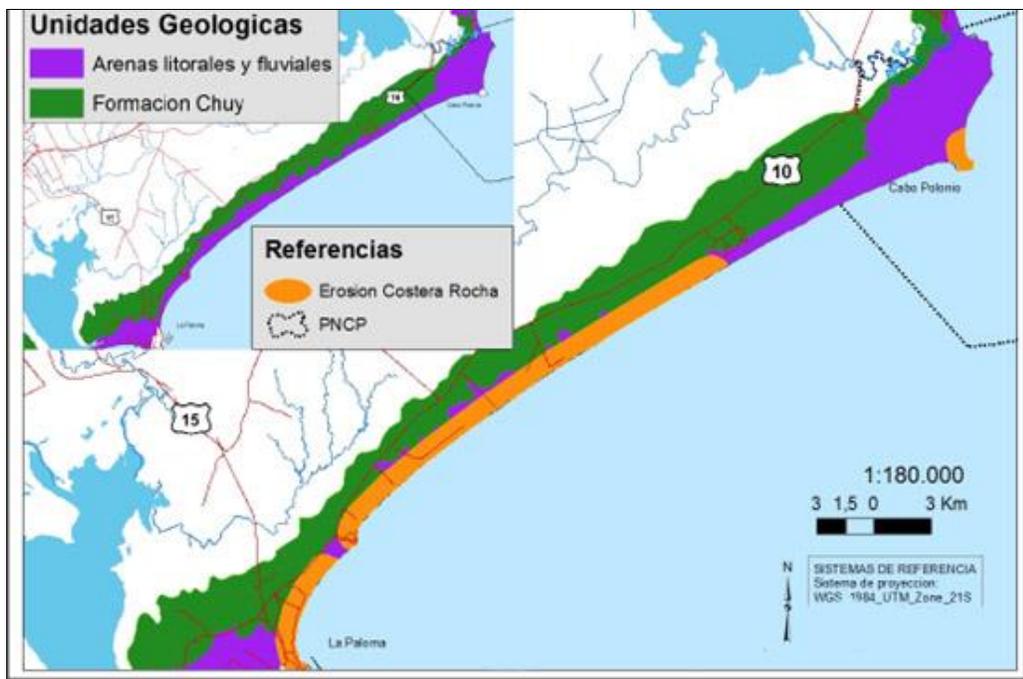
Existen dos elementos importantes al determinar el riesgo, la vulnerabilidad y la amenaza; cuando ambos factores se sobreponen en un ecosistema se hace evidente el compromiso de la estabilidad de la estructura.

La erosión es consecuencia de una sumatoria de factores: i) climáticos (vientos y descargas hídricas), ii) topográficos, iii) cobertura vegetal, iv) propiedades inherentes del suelo (textura, estabilidad estructural y su capacidad de infiltración), o a la formación geológica si se encuentra expuesta, v) prácticas de manejo y vi) en franja de costa, el ingreso marino resulta ser un factor determinante.

La longitud e inclinación de la pendiente están relacionadas directa y positivamente con la vulnerabilidad de los suelos a la erosión, con mayor porcentaje de pendiente mayor es la cantidad de agua que fluye por escorrentía y mayor la capacidad erosiva sobre la superficie.

Según la ley general de ambiente No. 17.283, se define como daño ambiental a toda pérdida, disminución o deterioro significativo que se infiera al ambiente.

Mapa No. 8. Erosión costera

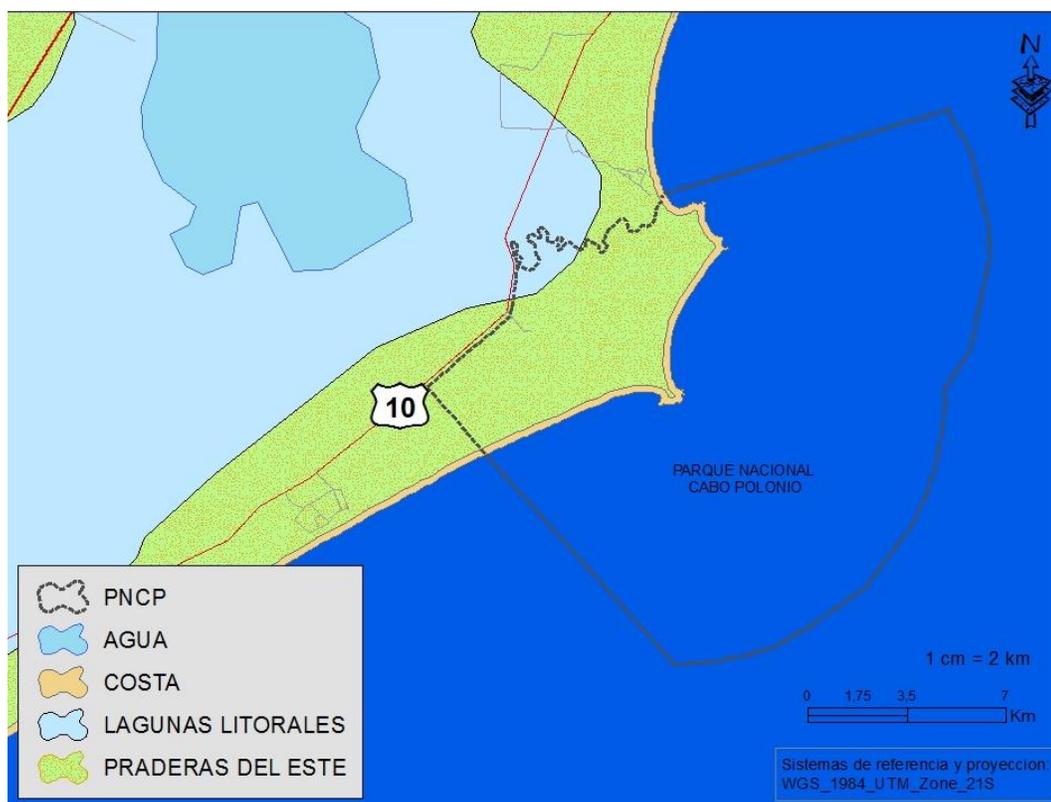


Fuente: elaborado en base al MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020).

## 2.14 UNIDADES PAISAJÍSTICAS

La unidad paisajística Praderas del Este es la predominante en el PNCP, se describe en los metadatos de la capa, como el paisaje más extendido y más característico del Uruguay con relieve generalmente ondulado y está caracterizado por el tapiz vegetal formando mosaicos y corredores de otros ambientes como bañados o bosques, datos recopilados desde la metadata de la capa.

Mapa No. 9. Unidades paisajísticas

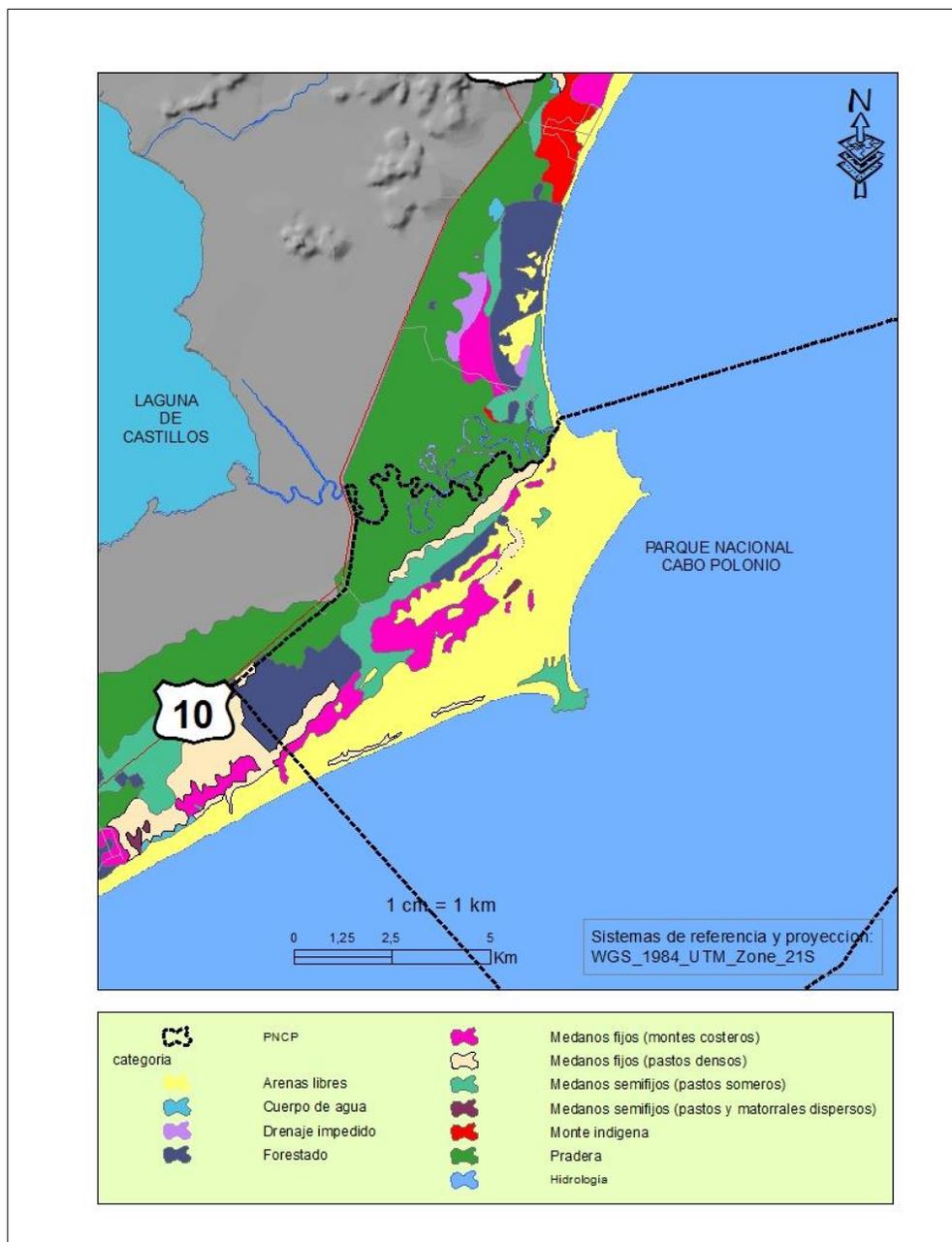


Fuente: elaborado en base a MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020).

## 2.15 PAISAJES COSTEROS

Las categorías de paisajes costeros se muestran en esta capa de DINAMA. En la identificación de los paisajes en el PNCP son praderas, médanos fijos por montes costeros y por pastos, médanos semifijos por pastos, monte indígena, arenas libres y forestación.

Mapa No. 10. Paisajes costeros

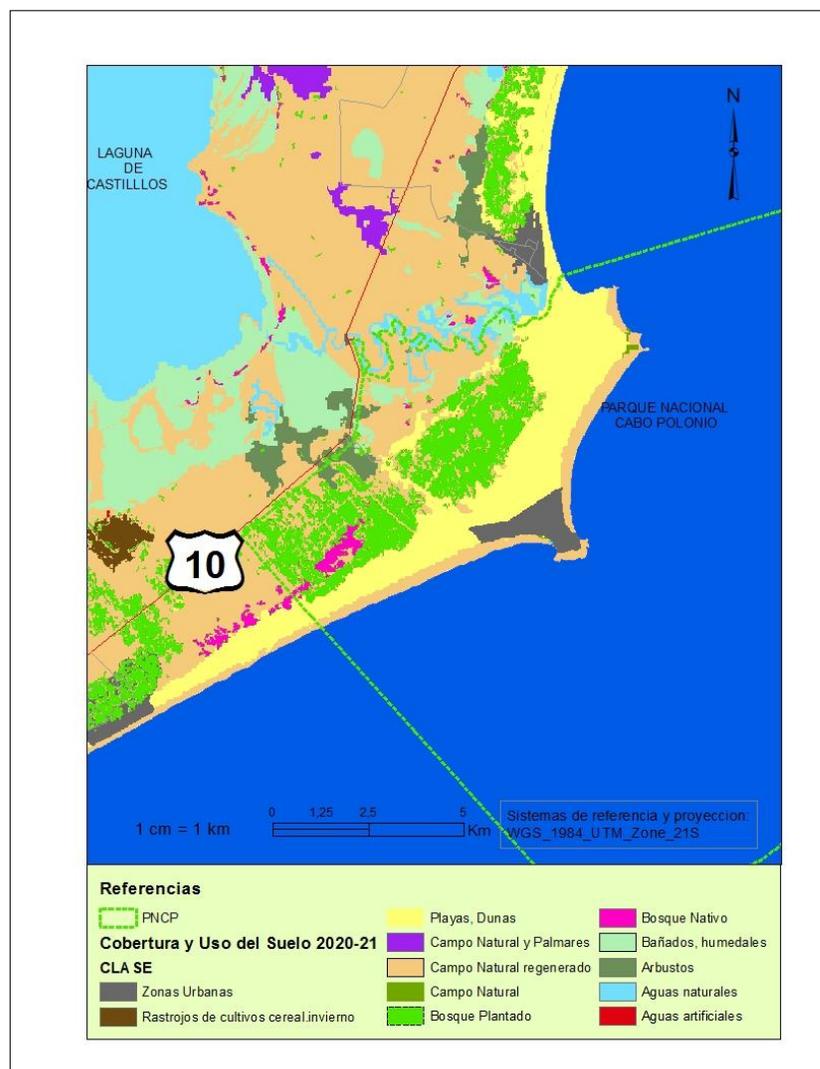


Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020).

## 2.16 COBERTURA Y USO DE SUELO

La capa de cobertura y uso del suelo 2020-2021 de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) muestra las clases de cobertura y uso actual. En el mapa No. 11 se muestra las clases en el PNCP y áreas aledañas. Para la cobertura arbórea se diferencia los bosques plantados del bosque nativo.

Mapa No. 11. Cobertura y uso del suelo



Fuente: elaborado en base a MVOTMA (2017), IDEuy (2019), MTOP (2020), MGAP. DGRN (2021). Es la capa de cobertura del año 2020 del MGAP

## 2.17 ECO REGIONES

Achkar (2012) define eco regiones como *“Un territorio singular que se distingue geográficamente por la estructura y dinámica de los sistemas ambientales dominantes que comparten condiciones físicas, biológicas y sociales similares, adquiriendo capacidades y potencialidades específicas con respecto a los bienes y servicios ambientales que le dan cierta homogeneidad funcional a ese territorio”*.

Se puede identificar la eco región Litoral Platense y Atlántico turístico residencial donde se encuentra el PNCP en la figura No. 11.



Figura No. 11. Eco regiones del Uruguay

Fuente: Achkar (2012).

Achkar (2012) va adicionando características y llega a establecer las ecorregiones o áreas homogéneas. Algunas características biofísicas para la región 4 son: a) capacidad de uso del suelo es de tierra reserva de flora y fauna;

b) unidades geomorfológicas sistema de planicie y fosa de la L. Merín; c) unidades de paisaje: llanuras y planicies fluviales.

## 2.18 DINÁMICA DUNAR

La dinámica dunar está basada en la ocurrencia de vientos muy fuertes que permiten movilizar grandes volúmenes de arena en un plazo corto de tiempo (Bonomi et al., 1994).

De acuerdo a características morfológicas, granulométricas, de color y grado de movilidad, se distinguen tres zonas bien marcadas de acuerdo a de Avala et al., citados por Panario y Piñeiro (1993), "Zona de deflación", "Sistema Cabo Polonio" y "Sistema Cerro Buena Vista" respectivamente.

Se permiten diferenciar tres sectores de acuerdo a las morfologías dunares, y sumado a las diferencias en la granulometría, de color y grado de movilidad:

- 1) en la zona costera del sector SW, se encuentra la llamada "Zona de Deflación" siendo las formas dominantes dunas parabólicas y cubetas de deflación eólicas, formadas por los vientos del Sur, y relictos de lomas fijados y erosionados.
- 2) al Norte se ubica el "Sistema Cerro Buena Vista" que presenta grandes dunas transversales y cadenas de dunas paralelas a los vientos orientados por vientos NE y SW, vientos que soplan en ángulos agudos entre sí
- 3) el tercer sector es el "Sistema Cabo Polonio", donde se mezclan caracteres de ambos sistemas.

La dinámica de las dunas es el principal elemento estructurador del área terrestre del PNCP, según MVOTMA. SNAP (2019), en el proceso participan dos unidades ambientales y cinco ambientes:

- I. sistema de transición, que compromete a dos ecosistemas
  - playas
  - cordón dunar (dunas frontales)
- II. sistema dunar o dunas transversales, la cual compromete a los siguientes ecosistemas:
  - dunas móviles
  - depresiones inundables costeras
  - depresiones inundables interdunares

La playa es un ambiente clave para la disipación de energía de las tormentas o temporales. Sustenta numerosas especies de aves costeras y es hábitat de especies relevantes de invertebrados. Posee además un valor intrínseco por el uso turístico, de acuerdo con MVOTMA. SNAP (2019). El principal signo de deterioro es el incremento de la erosión, predominantemente en la playa Sur y en la playa de La Calavera en las proximidades al Cabo (de Álava et al., citados por MVOTMA. SNAP, 2019).

El cordón dunar es un ambiente que proporciona estructura en disipar la fuerza del oleaje, indiscutible en el mantenimiento de la playa, amortiguando la erosión costera. Es hábitat de especies vegetales prioritarias para el SNAP, entre ellas la *Acicarpa obtusisepala*. La debilidad del ecosistema es la fijación y erosión, e invasión de especies vegetales asociadas a la horticultura ornamental que provocan cambios en la estructura de la comunidad biótica (MVOTMA. SNAP, 2019).

El sistema de dunas móviles es una formación geomorfológica con una función única que es el abastecimiento de arena respecto de las playas aledañas al área, principalmente en dirección Noreste, dados los vientos predominantes. Existe una degradación de la dinámica del sistema dunar por secuestro de arena, fijación de dunas y pérdida de superficie dunar, así como pérdida de calidad escénica y ambiental en virtud del avance de la masa forestal de pinos y acacias (de Álava, citado en MVOTMA. SNAP, 2019).

Las depresiones inundables interdunares son hábitat de especies prioritarias, en particular de moluscos endémicos y problemas de conservación a nivel mundial, y además son ambientes clave para anfibios y reptiles. La degradación del sistema es por el tránsito de vehículos, así como la pérdida de superficie debida al uso del suelo para actividades forestales (MVOTMA. SNAP, 2019).

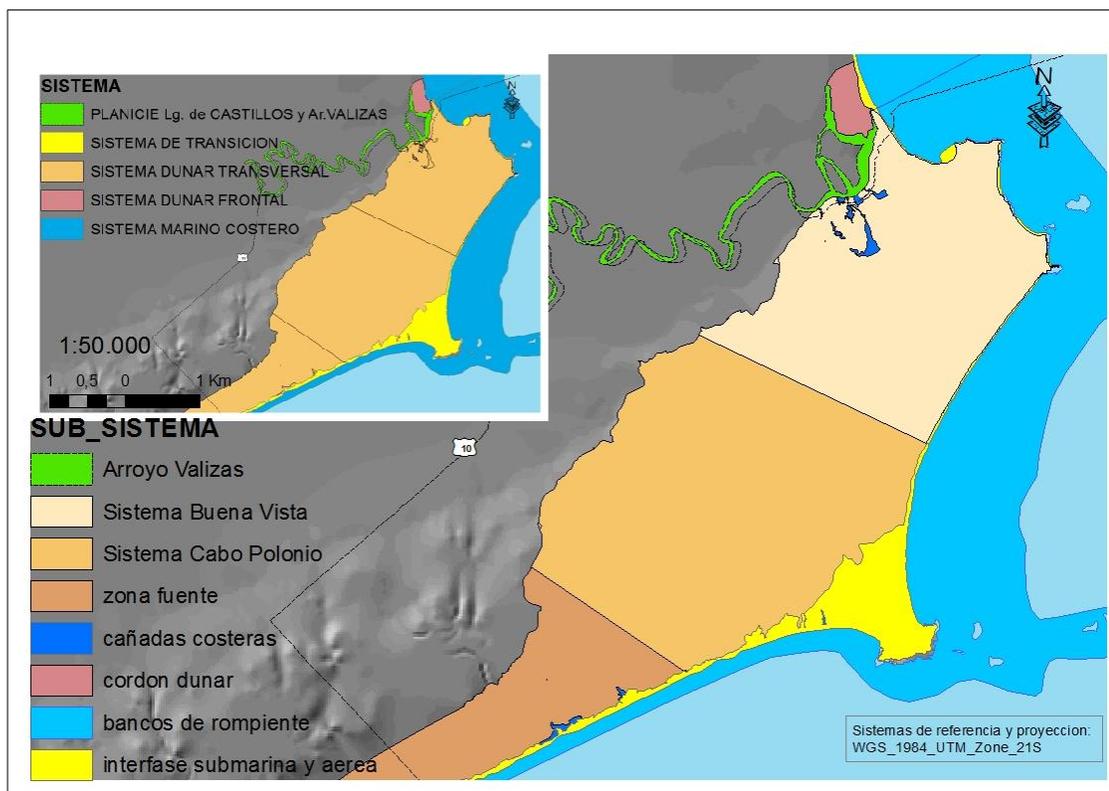
En el interior de los sistemas dunares, el drenaje hacia el mar está constituido por cañadas de escurrimiento semipermanente y pequeñas lagunas interdunares, El nivel freático es elevado, haciendo posible el desarrollo de pequeñas áreas húmedas con vegetación asociada (Bonomi et al., 1994).

Las depresiones inundables costeras presentan comunidades vegetales únicas adaptadas en la costa uruguaya. Existe un detrimento en la calidad escénica y ambiental, como consecuencia de diversas causas, se ha detectado eutrofización del agua por embalses, contaminación de la napa-freática, de la playa y daño físico directo por actividades humanas, existiendo una contaminación cruzada entre pozos sépticos y pozos de agua de acuerdo con MVOTMA. SNAP (2019), se establece la necesidad de mejorar la situación de los efluentes ante esta contaminación orgánica.

Otra debilidad en el sistema de dunas es generada por las mascotas, que buscan sustento en algunos grupos de la fauna y propiciando un disturbio de hábitat, representa una presión importante sobre algunas especies prioritarias para la conservación, como el *Melanophryniscus montevidensis* “sapito de Darwin” (MVOTMA. SNAP, 2019).

A partir de las capas entregadas por los profesionales de DINAMA exclusivamente para este trabajo se genera un mapa No. 12 para distinguir las unidades de dinámica dunar y tabla explicativa de los diferentes sistemas y cuales subsistemas lo componen.

Mapa No. 12. Dinámica dunar



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Tabla No. 11. Componentes del sistema y subsistema en dinámica dunar

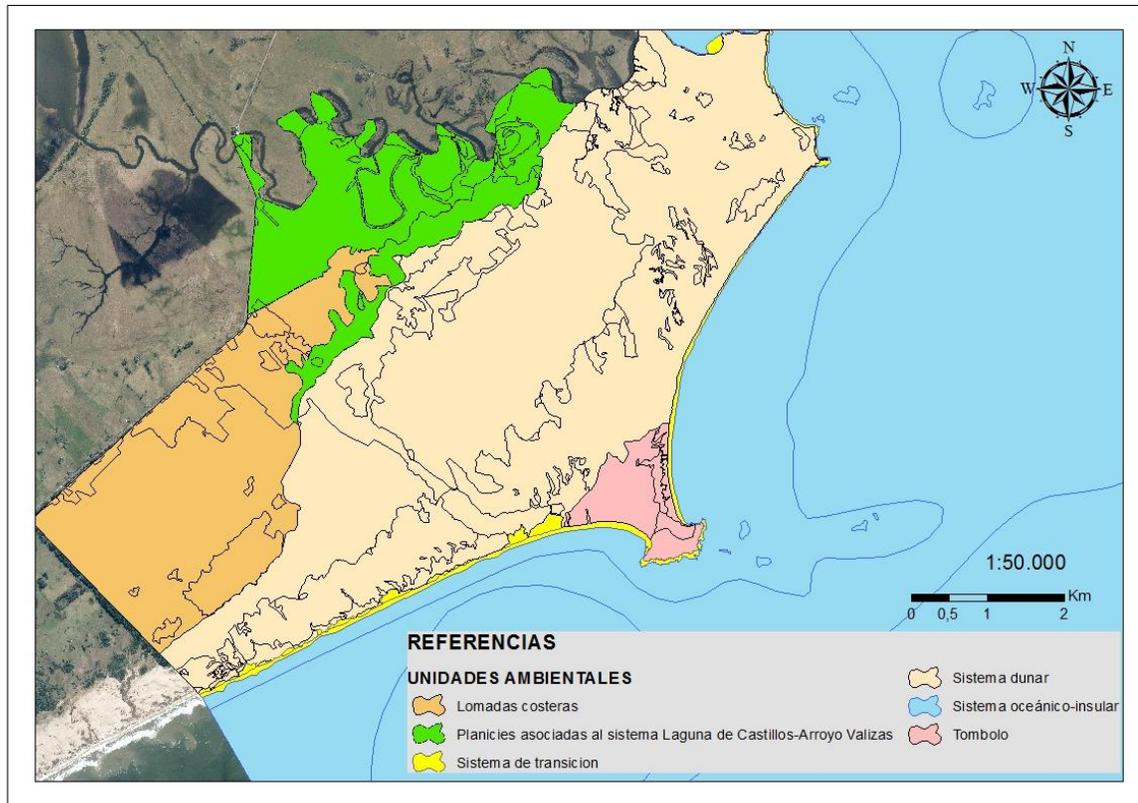
SISTEMA	SUBSISTEMA
Planicie asociada al sistema de la Lg. Castillos y Ar. Valizas	Arroyo Valizas
Sistema de transición	Interfase submarina y aérea
Sistema dunar	Sistema Buena Vista
	Sistema Cabo Polonio
	Sistema Fuerte
	Cañadas costeras
Sistema dunar frontal	Cordón dunar
Tómbolo	Cañadas costeras
Marino costero	Banco de rompientes
	Interfase submarina y aérea

## 2.19 UNIDADES AMBIENTALES

De acuerdo con MVOTMA. SNAP (2019) se encuentran delimitadas en el plan de manejo 6 unidades ambientales, éstas son unidades territoriales que se distinguen por poseer características geomorfológicas y ecológicas definidas. Se muestran en el mapa No. 13: 1) Planicies Asociadas al Sistema Laguna De Castillos - Arroyo Valizas 2) Lomadas Costeras, 3) Sistema de Transición, 4) Dunas Transversales, 5) Tómbolo, 6) Sistema Oceánico-Insular. Los ambientes o ecosistemas son las aéreas que se encuentran dentro de las unidades ambientales y se muestran en el mapa No. 14

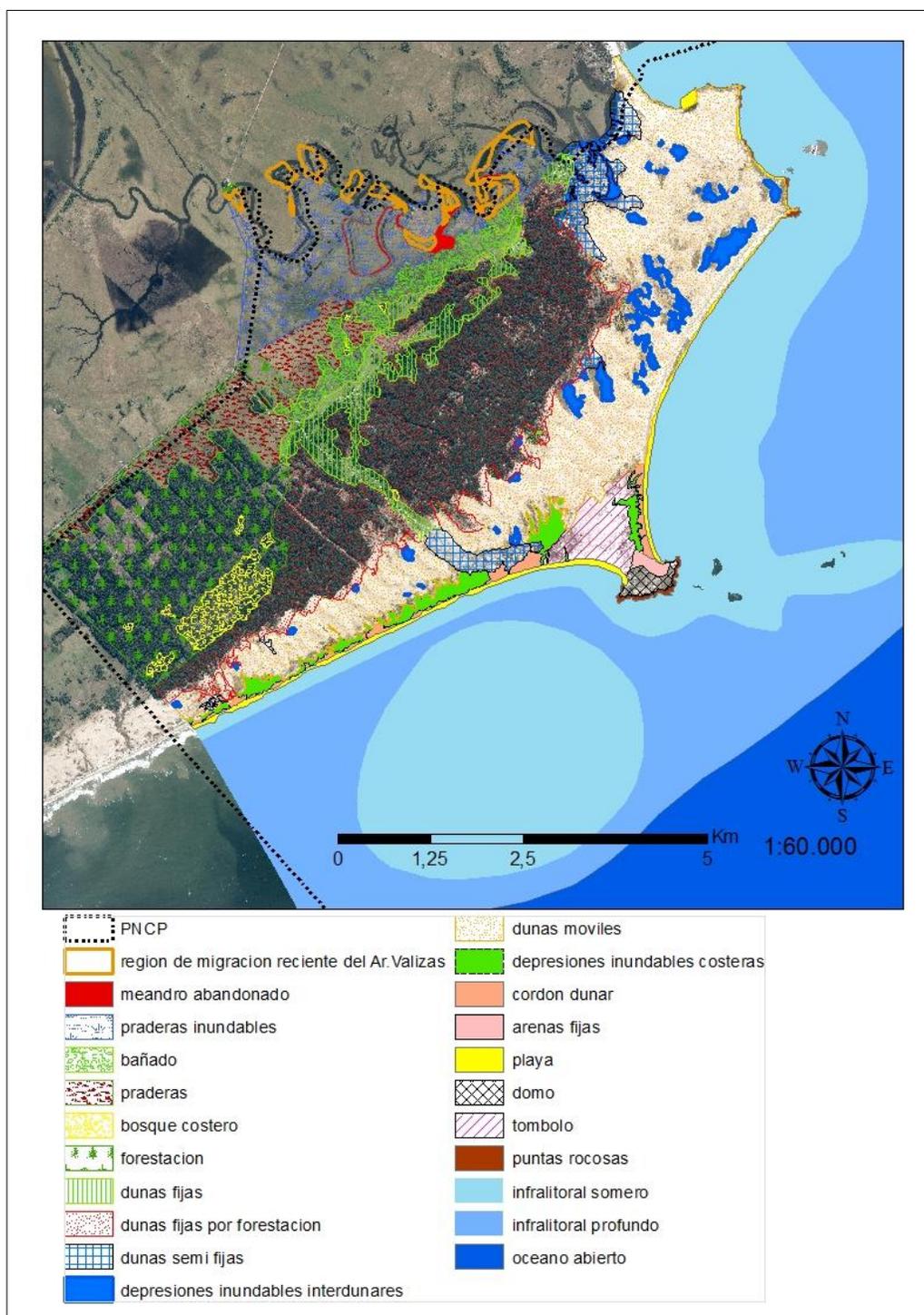
En el anexo No. 2 se presentan fotos de algunos ecosistemas.

Mapa No. 13. Unidades ambientales



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Mapa No. 14. Ambientes



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Tabla No. 12. Unidades ambientales y ambientes

Unidades ambientales	Ambientes o ecosistemas	Área (ha)
Lomas costeras	pradera	247
	bosque psamófilo	88
	plantaciones forestales	613
		948
Planicies asociadas al sistema Lg. de Castillos-Ar. Valizas	región de migración reciente del arroyo Valizas	71
	bañado	154
	praderas inundables	384
	meandro abandonado	25
	bosque costero (capa)	1
	forestación (capa)	13
	648	
Sistema de transición	playa	66
	puntas rocosas	12
	cordón dunar o dunas frontales	25
	103	
Sistema dunar	depresiones inundables costeras	69
	depresiones inundables interdunares	74
	bosque costero	2
	dunas móviles	1.166
	dunas semi fijas	141
	dunas fijas	191
	dunas fijas por forestación	1.160
	2.803	
Sistema oceánico-insular	isla	15
	infralitoral somero	2.722
	infralitoral profundo	9.333
	océano abierto	21.041
	33.111	
Tómbolo	domo	20
	arenas fijas	9
	depresiones inundables costeras	12
	tómbolo	89
	cordón dunar	13
	143	
	286	

1) La unidad Lomadas costeras se ubican hacia el NW del parque. Dentro de esta unidad ambiental MVOTMA. SNAP (2019) reconocen tres ecosistemas: i) la pradera o campo natural, ii) el bosque costero o bosque psamófilo y iii) las plantaciones forestales comerciales o forestación.

2) La unidad Planicies asociadas al sistema Laguna de Castillos - Arroyo Valizas como su nombre lo señala está ubicada en las planicies del parque y es considerado por MVOTMA. SNAP (2019) como un sistema de transición entre las planicies de la laguna de Castillos, el arroyo Valizas, y el sistema dunar. La unidad comprende: i) ecosistemas de bañados, pajonales, turberas y praderas inundables, ii) zonas de migración reciente del arroyo Valizas y meandros abandonados, incluyendo bañados salobres y iii) bosque nativo asociados a bañados (MVOTMA. SNAP, 2019).

3) La unidad ambiental Sistema de Transición se localiza en la zona de transición entre las partes terrestre y oceánica. Se reconocen tres ecosistemas: i) las playas arenosas, las 2 principales son la playa Sur y La Calavera, ii) las puntas rocosas, iii) las dunas frontales. Otro ecosistema descrito son las barrancas costeras, que no fueron halladas en la capa de ambiente mediante la selección por atributos, pero sí se pudieron identificar en la salida a campo.

El ecosistema de dunas frontales se trata de los cordones dunares litorales o frontales, constituidos por dunas continuas más o menos paralelas a la costa. Esta unidad tiene una vegetación pionera asociada, que incluye el “pasto dibujante”, “redondita de agua”, “senecio de flores amarillas”, *Acicarpa obtusisepala* y *Phyla reptans*, siendo las dos últimas especies prioritarias para la conservación (MVOTMA. SNAP, 2019).

4) La unidad ambiental dunas transversales o sistema dunar de acuerdo a la capa; se reconocen tres ecosistemas: i) el sistema dunar del Cabo Polonio, caracterizado por el sistema de dunas móviles que se localiza de manera transversal en relación a la costa oceánica. Pueden diferenciarse 3 resultados en la selección por atributos según las alteraciones de la dinámica dunar a) dunas finas por forestación, b) dunas semifijas y c) dunas móviles.

El ecosistema ii) depresiones inundables interdunares, se trata de afloramientos de la napa freática que forman charcos permanentes y semipermanentes, de agua transparente y fondos fango-arcillosos. Son hábitat de algunos anfibios, moluscos, de larvas de insectos y probablemente de algunas especies de esponjas (MVOTMA. SNAP, 2019), por lo tanto, se puede inferir que este ecosistema presenta una vulnerabilidad alta a varias acciones externas al mismo y sobre el mismo.

También se identifican como ambiente de valor iii) las depresiones inundables costeras, que aparecen cuando se presentan conexiones con el océano.

5) La unidad ambiental Tómbolo es la formación arenosa que une una península o isla con una porción de tierra mayor; para MVOTMA. SNAP (2019), en esta área, convergen distintas unidades paisajísticas, entre ellas: i) el tómbolo, ii) el cordón dunar y iii) las depresiones inundables costeras; estos dos últimos son ecosistemas compartidos con otras unidades ambientales, pero en esta unidad están sometidos a una mayor presión antrópica, iv) las puntas rocosas y afloramientos rocosos; en el v) domo, se encuentran el pueblo Cabo Polonio. Tanto en el domo como en el tómbolo se encuentran sedimentos, estos han sido fijados a lo largo del tiempo por la colonización de distintas especies de gramíneas, como el “pasto bermuda” *Cynodon dactylon* y vi) las arenas fijadas completan los ecosistemas de la unidad ambiental (MVOTMA. SNAP, 2019).

6) La unidad ambiental Sistema oceánico-insular se trata de una unidad ambiental muy relevante, por ser la de mayor extensión del área y heterogeneidad ambiental, por su particularidad ecosistémica y sus atributos paisajísticos. Se reconocen cuatro importantes ambientes: i) zona infralitoral somero, ii) zona infralitoral profundo, iii) el mar abierto y iv) islas costeras.

## 2.20 ZONIFICACIÓN

Estos datos fueron entregados exclusivamente por DINAMA para desarrollar este trabajo y según el plan de manejo propuesto (MVOTMA. SNAP, 2019), la zonificación está centrada primeramente de acuerdo a la intervención, seguido de la descripción de las categorías en cada entidad de intervención.

*“Tomando como base los objetivos del área natural protegida, la distribución espacial de los objetos de conservación, sus zonas de fragilidad y estado actual de conservación, los usos actuales del área natural protegida, y una visión global de la misma y su estructura, se identifican las siguientes zonas y subzonas a los efectos de ordenar las actividades en el área y establecer aquellas condiciones de uso, estimulando los usos sustentables y desalentando aquellos que no coincidan con la visión del área natural protegida”* (MVOTMA. SNAP, 2019).

1) *“Intervención alta: aquella en la que se permite perder cobertura natural, en función a las actividades de soporte para la gestión del área u otras actividades necesarias”* Objetivo general: *Corresponde a la zona ya intervenida significativamente dentro del área natural protegida, correspondiendo una gestión*

enfocada a minimizar impactos negativos en otras zonas del área, y comprendiendo sectores destinados al soporte de la gestión del área.” (MVOTMA. SNAP, 2019).

2) *Intervención media: aquella dirigida a que los procesos ecológicos se mantengan con la presencia de actividades humanas de mediano alcance, mediana severidad y baja irreversibilidad.*

*“Subzona campos medios al Noroeste: Corresponde a un sector del área mayoritariamente forestado con especies del género Pinus y cuya gestión se orientará al manejo de dicha forestación para evitar impactos en el resto del área. Objetivo de la subzona: Reducir las presiones sobre el área natural protegida a través de un manejo de los sectores forestados, evitando sus impactos principalmente en la subzona de restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres.” (MVOTMA. SNAP, 2019).*

*“Subzona de potencial desarrollo turístico de baja intensidad: Corresponde a la faja de bosques de pino de aproximadamente 800 m de ancho acompañando el sistema dunar. Objetivo de la subzona: Reducir las presiones sobre el área natural protegida a través de la promoción de un espacio para la construcción de edificaciones para uso turístico de baja intensidad.” (MVOTMA. SNAP, 2019).*

3) *Intervención baja: aquella dirigida a que los procesos ecológicos se mantengan con la presencia de actividades humanas de bajo alcance, baja severidad y baja irreversibilidad.*

4) *Intervención mínima: aquella dirigida a conservar con el mayor grado de naturalidad posible los objetos de conservación. El alcance (proporción del objeto afectada) y severidad (nivel de daño a los objetos) de las actividades humanas, es casi nulo.” (MVOTMA. SNAP, 2019).*

“Objetivo general: zona dirigida a conservar con el mayor grado de naturalidad posible los objetos de conservación del área natural protegida”

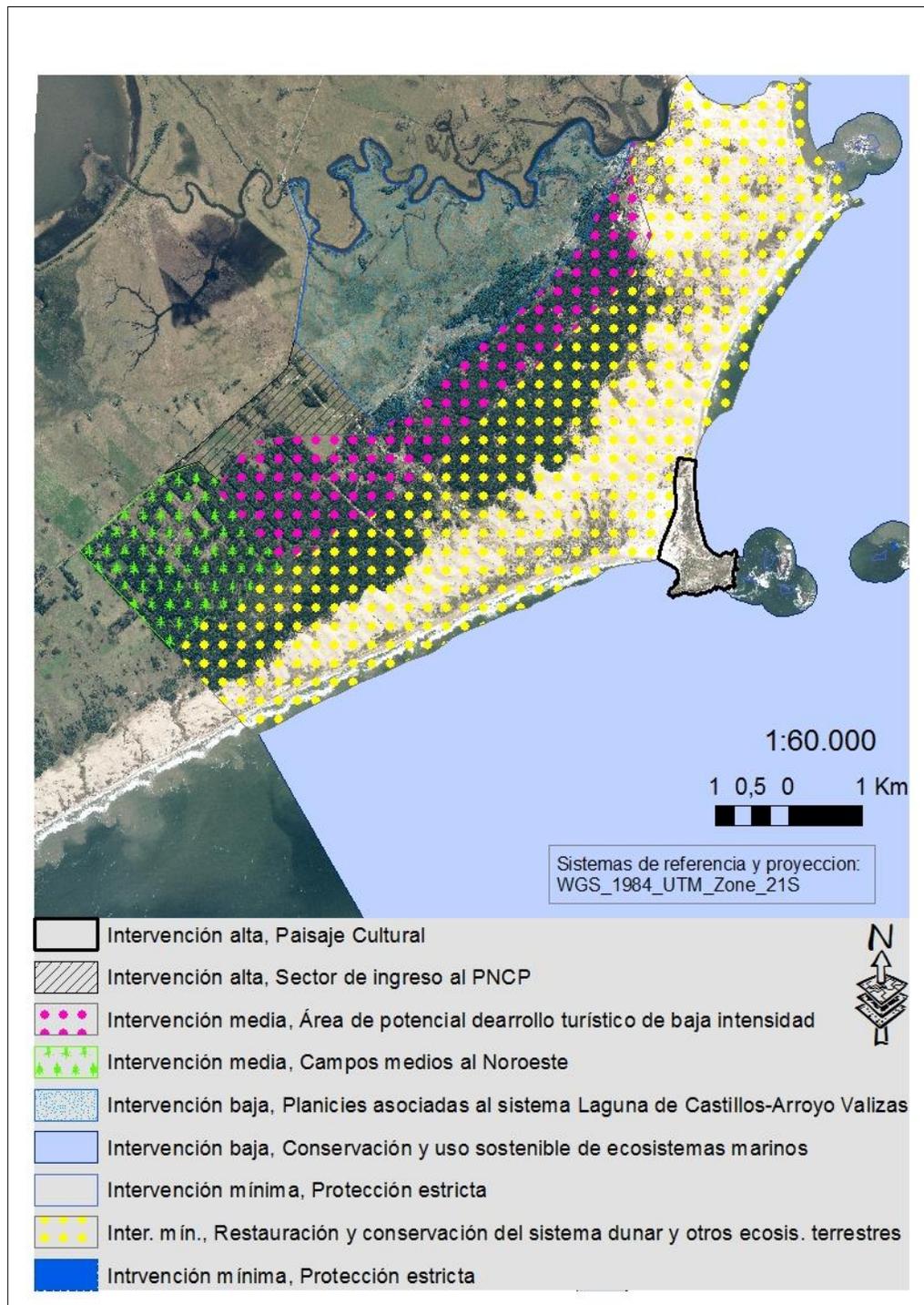
*“Para el año 5 la forestación con especies exóticas se habrá reducido en aproximadamente 800 (ochocientas) hectáreas, eliminando la superficie de bosque implantado que se ubica dentro de la subzona de restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres, en coordinación con los propietarios de los padrones en donde se ubica dicha forestación.” (MVOTMA. SNAP, 2019).*

Se presentan los datos encontrados en el shape en la tabla No. 13 y mapa No. 15 con los mismos atributos de la tabla.

Tabla No. 13. Composición y área de la zonificación

Zona de Intervención	Descripción de las subzonas	Área (ha)
<b>Intervención alta</b>		
	Paisaje cultural	93,4
	Sector de ingreso al PNCP	145,2
<b>Intervención media</b>		
	Área de potencial desarrollo turístico de baja intensidad	681,6
	Campos medios al Noroeste	355,9
<b>Intervención baja</b>		
	Conservación y uso sostenible de ecosistemas marinos	20.685,5
	Planicies asociadas al sistema Laguna de Castillos-Arroyo Valizas	888,4
<b>Intervención mínima</b>		
	Protección estricta	294,9
	Restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres	2.580,7

Mapa No. 15. Zonificación

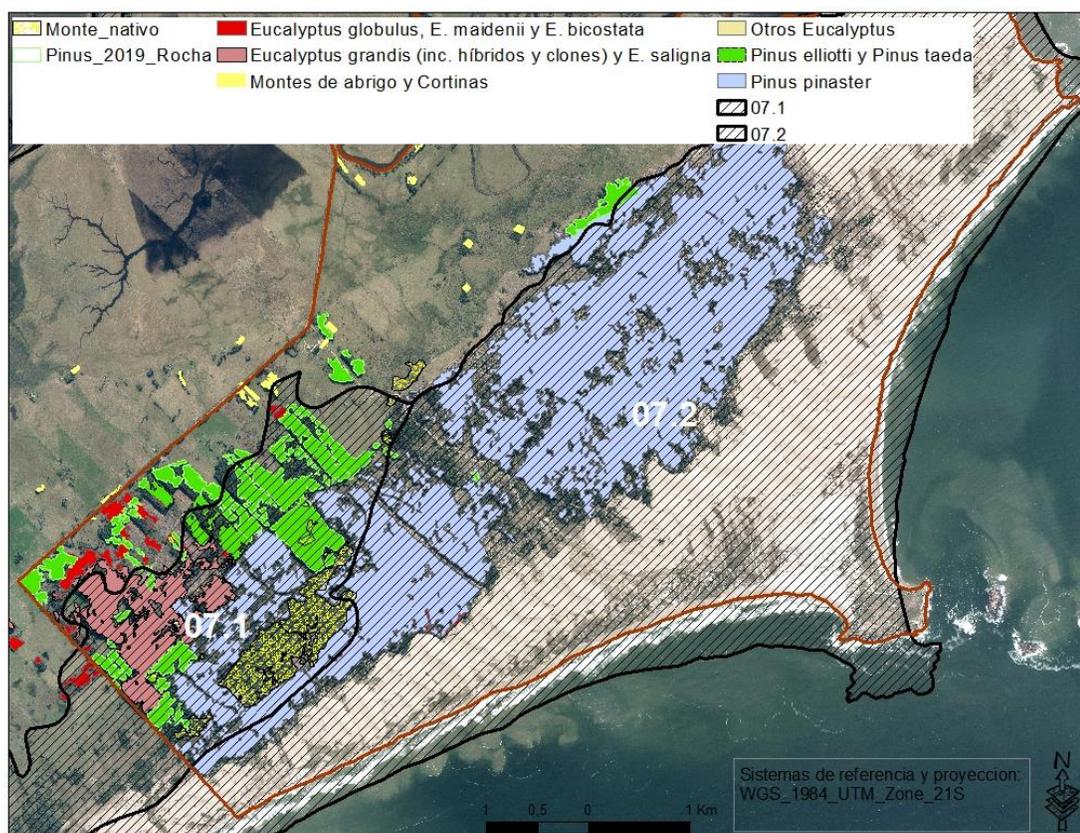


Fuente: elaborado en base al IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

## 2.21 CARTOGRAFÍA FORESTAL

De acuerdo a MGAP. DGF, las formaciones boscosas monitoreadas 2016, 2018, 2019 y suelos encontrados se pueden distinguir en el mapa No. 16.

Mapa No. 16. Cartografía oficial forestal

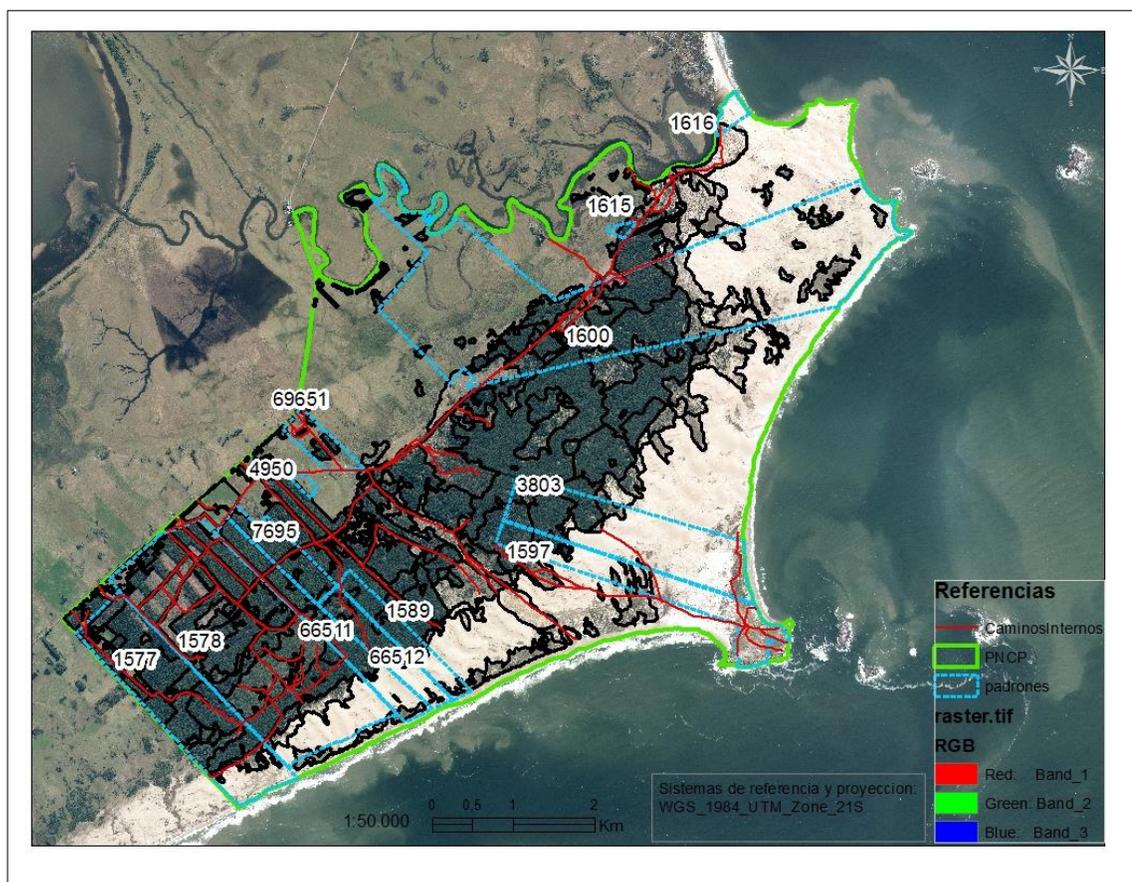


Fuente: elaborado en base a MGAP. DGF (2016, 2018, 2019, 2021), IDEuy (2019).

## 2.22 PARCELARIO RURAL

De acuerdo a la dirección nacional de catastro se identifican dentro del parcelario, las unidades gerenciadas o con permiso de estudio por el Ministerio de Ambiente. Los caminos internos fueron digitalizados. Se presentan en el mapa No. 17

Mapa No. 17. Parcelario



Fuente: elaborado en base al IDEuy (2019), MEF. DNC (2022).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

A continuación, se detallan los materiales utilizados:

Fotos aéreas No. 93-014, 93-013, 93-012, 93-005, 93-004, de 1966 escala 1:20.000, solicitadas y adquiridas en el Instituto Geográfico Militar.

Fotos aéreas del vuelo foto aerofotogramétrico (VFG) de 1966, disponible en Infraestructura de Datos Espaciales (IDEuy). Esta capa es el producto de la georreferenciación de las imágenes del VFG nacional realizado entre los años 1966-67 a escala 1:40.000. Para dicha tarea se georreferencian las imágenes manualmente utilizando un mínimo 13 puntos de control, se utilizó como elemento de referencia las ortofotos del nacional ejecutado entre los años 2017-18 por parte de la IDEuy.

Imagen satelital Landsat 8 (LO82220842018023CUB00, de fecha 2018-01-23).

Imagen satelital Sentinel 2 de fecha 29/11/2019 para el área de interés seleccionada, desde European Space Agency (ESA).

Ortoimágenes del VFG del año 2017-18, grilla No.C26C6, C26D4, C26D5, C27A3, C27A6, C27B1, C27B2 y C27B4 todas de la Remesa 9, obtenidas a partir del geoportal de la IDEuy. Este conjunto de datos es logrado a través del proyecto de levantamiento aerofotogramétrico con la cámara UltraCam Eagle Prime de todo el territorio totalizando un área de mapeo 176.000 km<sup>2</sup>, gestionado por la IDEuy en el 2016. A partir de ese proyecto se obtuvieron imágenes digitales de cobertura nacional: i) con escala de 1:10.000 para una altura de vuelo entre 7.000 a 8.000 m y tamaño de pixel de 32 cm, y ii) con escala 1:1.000 con altura de vuelo entre 2.000 y 3.000 m y 10 cm de pixel en áreas urbanas, el área relevada total es de aproximadamente 176.000 km<sup>2</sup>. Las hojas parciales fueron cortadas de aproximadamente 5 x 5 km conforme a la grilla de hojas derivadas del Plan Cartográfico Nacional (PCN) 25.000 lo cual corresponde a 3'45" x 2'30" para la escala 1:10.000.

Archivo de modelo digital de terreno (MDT) de cobertura nacional de la remesa 9: C26C6, C26D4, C27A3, C27B1. El Modelo Digital de Terreno Hidrológicamente Consistente (MDTHC) es producto de la adquisición de

imágenes digitales desde el levantamiento aerofotogramétrico Nacional con la cámara UltraCam Eagle Prime con tamaño del pixel en terreno de 32 cm. El MDTHC se exporta en formatos LAS y GeoTIFF, los elementos de la hidrografía se exportan en formato shapefile. La grilla de corte deriva del PCN25.000 cuyas dimensiones son 7'30" x 7'30" las cuales se subdividen en hojas de 3'45" x 2'30" para la escala 1:10.000, alcanzado la edición de 6.597 hojas de 5 x 5 km aproximadamente.

Recortes de imágenes desde Google Earth.

Mosaicos adquiridos desde la plataforma LandViewer de EOS Data Analytics.

Datos de variables climáticas obtenidas por medio de una carta de solicitud a INUMET para uso exclusivo en la tesis.

Capas de: i) ambientes, ii) zonificación, iii) dinámica dunar, proporcionados por profesionales de DINAMA para uso exclusivo en la tesis, 2019.

Capa de parcelario rural, descargada desde el catálogo de datos abiertos, Dirección Nacional de Catastro (nombre: total país rural ajustado, identificador: 2073596d-f122-4030-9eb4-eaca1cdf1e9c. Representación: vectorial shapefile, fecha de descarga mayo 2022.

Capa departamentos descargada del geoportal IDEuy. Este conjunto de datos se ha publicado en el servicio de visualización como vectorial, shapefile. Con el nombre de IDEuy: limites\_departamentales\_igm\_20220211. Capas de curva de nivel entregada por profesionales de IDEuy para la tesis, 2022.

Capa de rutas nacionales, obtenidas del visualizador del geoportal del Ministerio De Transporte Y Obras Públicas. Los responsables del mismo son la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) del MTOP, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la República (OPP) y las Intendencias Departamentales sobre caminería rural. De acuerdo a los metadatos de este conjunto de datos, descargados en enero de 2020, el modelo de datos de este insumo es de tipo vectorial, la escala es 1:10.000.

Capas descargadas del geoportal del Ministerio de Ambiente, DINACEA, OAN (Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental, Observatorio Ambiental Nacional):

- i) áreas protegidas SNAP (título: áreas protegidas SNAP, ID Geo: c716, descripción: áreas comprendidas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con información sobre la categoría y estado en que se encuentran, superficie, creación, entre otras áreas protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- ii) áreas Ramsar (título: áreas Ramsar, ID Geo: c211, descripción: áreas definidas internacionalmente como importantes para la conservación, a raíz de lo dispuesto en el convenio de Ramsar sobre humedales, propósito de generación: registrar de forma exhaustiva las áreas Ramsar clasificadas como importantes para la conservación, representación: vectorial shapefile fecha de creación: 07/06/2017).
- iii) reserva de biósfera (título: límites de reservas de biósfera, ID Geo: c212, descripción: límites de las áreas reserva de biósfera declaradas dentro del territorio de Uruguay, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- iv) erosión costera (título: erosión costera, ID Geo: c297, descripción: información sobre dónde ocurren y qué características tienen los procesos erosivos que se manifiestan en la costa uruguaya, propósito de generación: tener disponible información sobre el nivel de erosión de las costas uruguayas, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- v) cuencas hidrográficas nivel 3 (título: cuencas hidrográficas nivel 3, ID Geo: c099 descripción: área correspondiente a las cuencas nivel tres dentro del territorio uruguayo, el archivo contiene información que indica sus nombres y superficie, propósito de generación: delimitar el espacio correspondiente a cada cuenca hidrográfica de tercer nivel en el Uruguay, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- vi) unidades paisajísticas (título: unidades paisajísticas ID Geo: c087, descripción: unidades paisajísticas con información sobre el terreno y los elementos bióticos que caracterizan al área, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- vii) paisajes costeros (título: paisajes costeros, ID Geo: c299, descripción: unidades paisajísticas dentro de la costa de Uruguay, fecha de creación: 07/06/2017).
- viii) departamentos (título: departamentos, ID Geo: c004, descripción: límites departamentales de Uruguay, propósito de generación: poner a disponibilidad los límites de departamentos en que está dividido el territorio de la República Oriental del Uruguay).

- representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
- ix) espejos de agua, (título: espejos de agua, ID Geo: c258, descripción: áreas cubiertas por agua en reposo, incluyendo información sobre propósito de generación, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).
  - x) localidades (título: localidades, ID Geo: c255, descripción: localidades del Uruguay, representadas utilizando polígonos, propósito de generación: referenciar la ubicación de las localidades del Uruguay y sus límites, representación, vectorial tipo polígono, shapefile, 07/06/2017).
  - xi) Uruguay y sus límites, representación: vectorial shapefile, fecha de creación: 07/06/2017).

Datos de censo de población y vivienda del INE (2011).

Datos agropecuarios del Sistema de Información Censo Agropecuario (Sica 2000).

Mapas de categorización del suelo, aptitud general de suelo y prioridad forestal del visualizador de MVOT. DINOT

Capas de Dirección General de Recursos Naturales:

- i) Cobertura y uso de suelo 2020- 2021. Tipo de datos: representación raster. Modelo de elevación digital. Tipo de datos: representación raster.
- ii) CONEAT. Tipo de datos: representación vectorial polígono, shapefile. s.f.
- iii) Cartografía de suelos a varias escalas. Tipo de datos: WMS comprende las cartas de suelos publicadas por la RENARE y la cartografía básica del Servicio Geográfico Militar, Capa del Relieve de RENARE.

Capa de unidades geológicas desde MIEM. DINAMIGE.

Capas de bosque plantados del año 2018, 2021, capas de bosque 2016, capas de pinos 2019 y suelos de prioridad forestal, desde MGAP. DGF. Monitoreo de bosques.

Datos de la República Argentina provistos por el Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN):

- i) Capa de límite del país. Título: País Título alternativo: Territorio de la República Argentina Fecha de creación: 16/04/2019. Representación: vectorial, formato shapefile,
- ii) Ciudades Título: Puntos de Edificación de la República Argentina Fecha de creación: 23-11-2021 Representación: vectorial, formato shapefile,
- iii) Red vial Nacional Representación: vectorial, formato shapefile. s.f. Datos de Brasil. Correspondientes a la Base Cartográfica del Estado de Santa Catarina. 2020. Representación: vectorial, formato shapefile. s.f.

Software:

- i) ArcGIS Desktop (disponible en ArcGis for OSM10.8x Desktop) Última actualización may. 2022. Disponible en <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d3a986e2d2d94b958e879955b3f6b66f> ,
- ii) Erdas,
- iii) Avenza Maps aplicación para móviles,
- iv) Google Earth.

PC y laptop, navegador GPS, cámara de fotos, Cinta métrica, hipsómetro de Blume-Leiss.

### 3.2 METODOLOGÍA

Los métodos utilizados dependen de los datos recabados, en función de darle una lógica a la exposición primeramente se los enumera y seguido a esto se hace un enfoque del desarrollo.

1. Se descargan, procesan las bandas y se generan las imágenes satelitales de Landsat 8 y Sentinel 2, en Erdas. Se descargan las fotos del vuelo fotogramétrico nacional 2017 y se realiza un mosaico en la zona de estudio. Se descargan los archivos MDT de la zona.
2. Se procederá a recopilar las capas y procesarlas dentro del proyecto SIG y al análisis de las capas, geoprocesamientos que ayudan a conocer los diferentes ecosistemas que se ubicarán en las distintas unidades ambientales y zonas.
3. Salidas a campo.
4. Caracterización de los recursos forestales mediante:
  - i) la interpretación de las masas boscosas en base a imágenes satelitales y mosaico generado a partir de imágenes del VFN,
  - ii) reconociendo en campo,

iii) digitalización de los rodales, corrección topológica y emisión de capa coberturas

5. Se realizan análisis en escritorio de acuerdo al material recabado a campo, análisis de cobertura junto a las capas relevantes del plan de manejo con el objetivo de reconocer los ambientes y sus debilidades.

### 3.3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

#### 3.3.1 Obtención de fotos aéreas e imágenes satelitales

Desde la web de la ESA, se genera un registro de usuario, se localiza el área de interés para la fecha de fecha 29/11/2019 y se hace la solicitud de las bandas para Sentinel 2. Se muestra en figura No. 12.

En el anexo 1, se presentan características de los satélites y procedimientos.

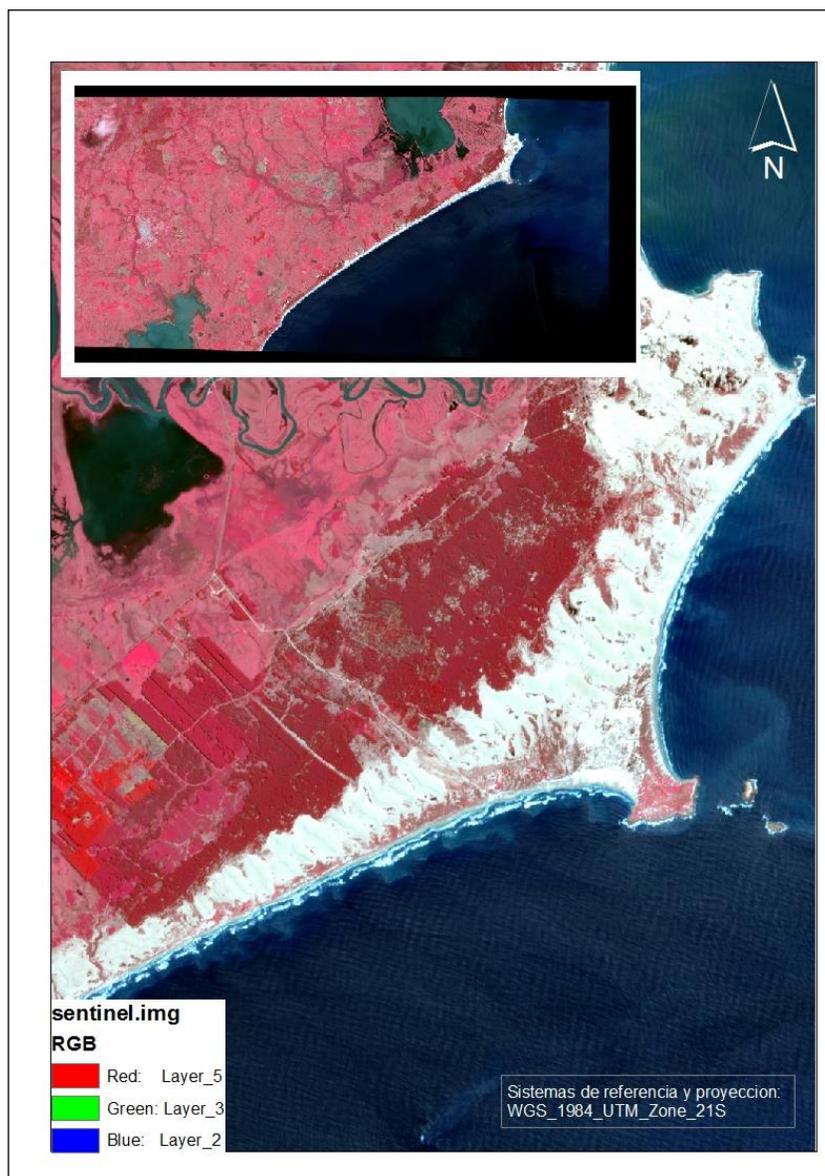


Figura No. 12. Imagen Sentinel

Fuente: elaborado en base a bandas solicitadas a ESA (s.f.).

Se buscan imágenes también en el portal LandViewer de EOS. Luego de hacer el registro y seleccionar un área de interés, se selecciona la escena y se procede a descargar la imagen ya procesada, tal como se muestra en figura No. 13.

Para la mejor visualización de la cobertura en el área de estudio, se utiliza la combinación de bandas 843; conocida como composición NIR en Sentinel 2, donde la asignación de color para la banda 8 NIR con una frecuencia de 0.842  $\mu\text{m}$  la obliga a desplegarse en tono rojo, la banda 4 Red con una frecuencia de 0.665  $\mu\text{m}$  en el espectro se despliega en verde y la banda 3 Green con una frecuencia 0.560  $\mu\text{m}$  se despliega en azul. Esta asignación arbitraria permite diferenciar la vegetación en color rojo, las superficies impermeables o mineralizadas en color cian, los suelos de color marrón, la arena en tonos blancos. En relación a la vegetación arbórea se distingue fácilmente entre gimnospermas de angiospermas, siendo las gimnospermas de un tono más oscuras y las angiospermas de un tono más claro.



Figura No. 13. Sentinel nov. 2019

Fuente: EOSDA (s.f.).

Por otra parte, desde la web de United State Geological Service (USGS) se solicita las bandas de la escena LO82220842018023CUB00, de fecha 2018-01-23, se descargan y se procesa la imagen obteniéndose la figura No. 14. La combinación de bandas 542 permite diferenciar la vegetación de la línea de costa. Además, diferencia muy nítidamente la vegetación de coníferas de las latifoliadas, a su vez en las coníferas se puede diferenciar los rodales más vigorosos.

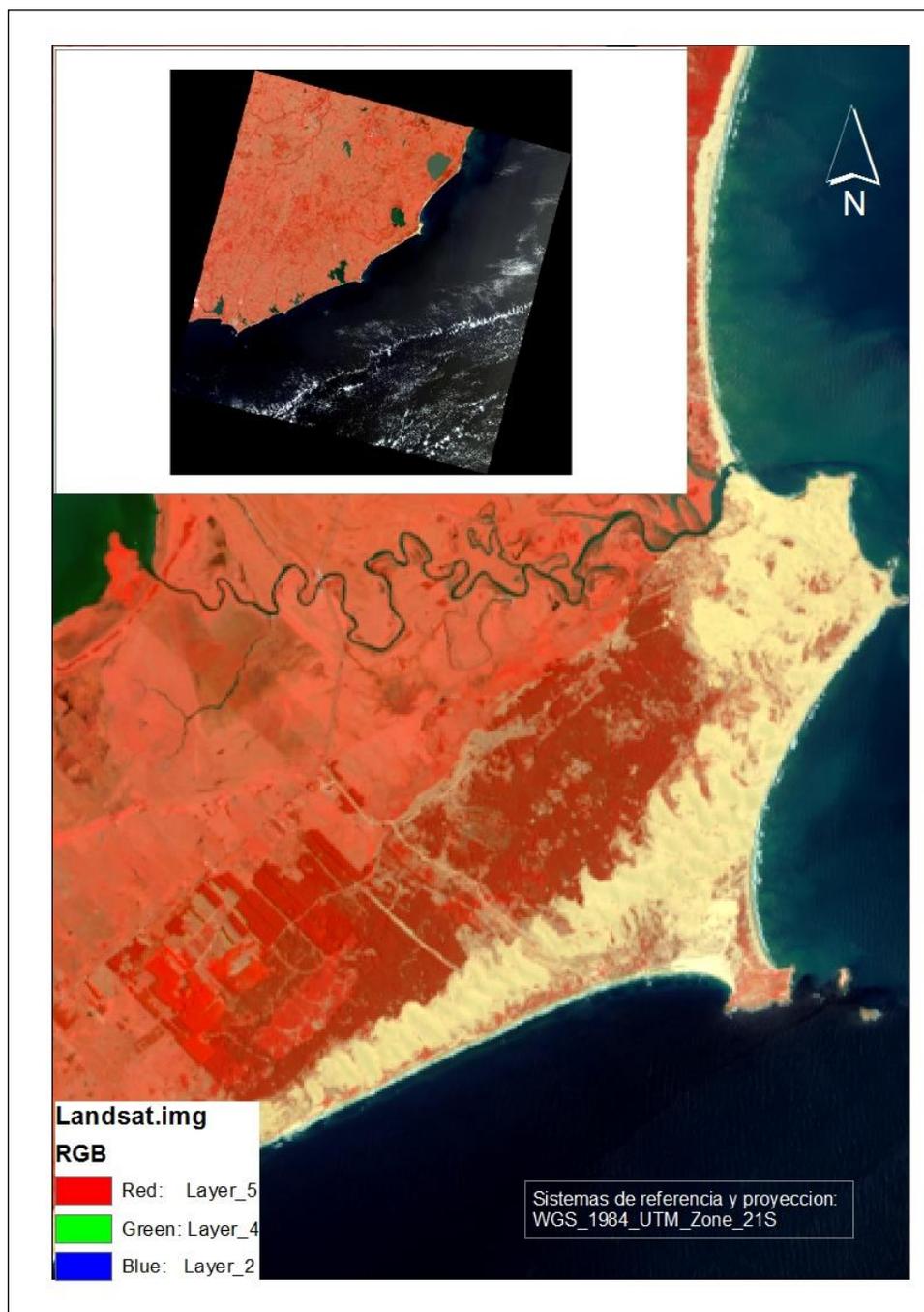


Figura No. 14. Imagen Landsat 8

Fuente: elaborado en base a bandas solicitadas a USGS (s.f.).

Se procede a seleccionar y descargar las ortofotos de la zona de estudio desde la IDEuy. A continuación, se realiza un mosaico de imágenes, con el cual se realizarán los análisis, procedimiento que se muestra en figura No. 15.



Figura No. 15. Fotos y mosaico

Fuente: elaborado en base a fotos descargadas de IDEuy (2019).

### 3.3.2 Establecer proyecto en SIG

Se establece el proyecto SIG dentro del software, se asigna sistema de referencia y proyección. Se procede al análisis espacial de las capas o shape, que responden las preguntas que se establecen para el análisis y se emiten las salidas cartográficas con información.

Para reconocer las áreas protegidas, sitios Ramsar y las reservas de biósfera, primeramente, se revisa la ley de creación del SNAP y qué características tiene la categoría de parque nacional, se procede a reconocer las áreas, se hacen tablas y mapas de visualización. Finalmente, y mediante análisis espacial de las capas involucradas se pueden reconocer los ecosistemas involucrados en el sitio Ramsar. Se presentan en el apartado análisis, los mapas No.18 y No. 19.

Mediante los siguientes geoprocursos se puede conocer el área que ocupa Ramsar y cuáles son los ecosistemas implicados dentro del PNCP:

- i) se recupera mediante un Query builder el Cabo Polonio desde la capa 'áreas protegidas', se lo guarda como capa 'PNCPSNAP',
- ii) se hace un geoprocuro Intersect con la capa 'Sitio Ramsar' obteniendo los 2 humedales terrestres de la capa,
- iii) mediante un geoprocuro Intersect con la capa 'Ambiente' se obtiene la capa que recupera los ecosistemas involucrados en el Sitio Ramsar.

La evaluación de la geología del área de estudio se realiza a partir de los antecedentes bibliográficos. El análisis de la información geográfica compromete a las unidades geológicas de DINAMIGE, la cartografía digital de suelos a varias escalas, CONEAT y finalmente la capa de erosión costera de MVOTMA. Desde el portal de DINAMIGE se accede al visualizador y al geoservicio.

Se incorporan las capas entregadas por DINAMA, MTOP y otros archivos obtenidos directamente desde los geoservicio, se procede al reconocimiento y generación de mapas expuestos en la revisión bibliográfica lográndose mapas de visualización de las unidades geológicas, unidades de suelo junto a CONEAT y también el mapa de erosión costera.

Se realizaron relevamientos de campo para reconocer las características estructurales de las unidades geológicas y edafológicas. Para ello, se realiza en la etapa previa a la salida de campo una lectura estereoscópica del conjunto de fotos aéreas del año 1966.

El análisis edafológico comienza en la etapa de pre-campo con: i) la revisión de antecedentes bibliográficos: estudio de tierras de CONEAT, carta de

reconocimiento de suelos y la recopilación de insumos para ingresar al SIG, ii) dentro del mismo se reconocen las unidades de suelo, los grupos CONEAT y se hacen los mapas de visualización presentados en el apartado revisión bibliográfica, iii) la interpretación estereoscópica de las fotos aéreas de 1967 permite reconocer las estructuras dunares, iv) seguidamente se dibuja sobre las fotos separando las dunas de las depresiones interdunares, de la fotointerpretación y se desprende los posibles sitios para realizar los cateos edafológicos, tal como se marca sobre la foto aérea, en la figura No. 16, v) se realiza una digitalización de las unidades de fotointerpretación y se genera un mapa georreferenciado el cual es empleado en el campo con la aplicación Avenza.



Figura No. 16. Foto aérea usada en la lectura estereoscópica

Fuente: MDN. SGM (1966).

### 3.3.3 Salidas a campo

En la etapa de campo se efectúa el reconocimiento del área de estudio y de los ecosistemas de alto valor biológico.

Se llevan a cabo tres salidas con un total de cinco días, en cada una de ellas se hace el reconocimiento de los ambientes y áreas de la zonificación. En la primera salida, el equipo estuvo formado por el director de la tesis, y Mariana Ríos de DINACEA quien hablaba sobre los diferentes ecosistemas, la zonificación y los objetivos del plan de manejo.

Entonces, en las salidas se logran hacer anotaciones dasométricas y características de los rodales, se hace los cateos y la descripción completa de las propiedades físicas de los perfiles de suelo, y se toma un registro fotográfico y se genera un punto con el navegador.

### 3.3.4 Caracterización de los recursos forestales

La caracterización de los recursos forestales es realizada en base a: i) interpretación de las masas boscosas imágenes satelitales y el mosaico generado a partir de imágenes del VFN, ii) revisión de la cartografía del portal de la Dirección Forestal y iii) una clasificación supervisada previa a la salida de campo, separando en seis 6 categorías “aguas oceánicas”, “arena”, “pino marítimo”, “pino elioti”, “eucaliptos forestales” y “eucaliptos colorados” tal como se muestra en figura No. 17 y iv) se digitalizan zonas y se hace un mapa georreferenciado para Avenza de rodales con sitios para verificar las coberturas.

El trabajo de campo consistió en relevar sitios homogéneos de masas boscosas, se procede a tomar datos de DAP con forcípula, altura total mediante el hipsómetro, especie, condición silvícola y sanitaria, tomar una foto, y generar un punto en el navegador.

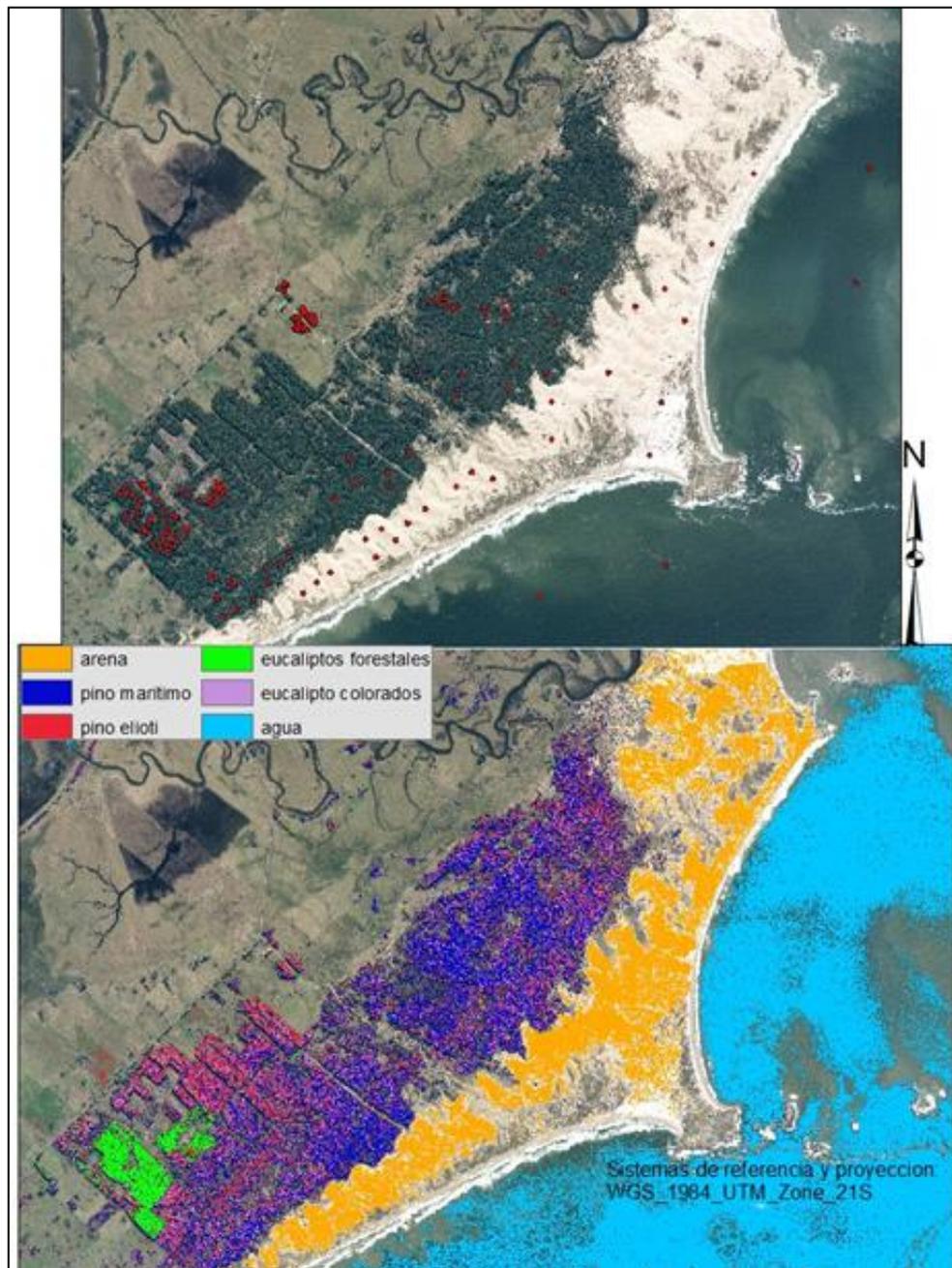


Figura No. 17. Clasificación supervisada previa, puntos de control y categorías  
Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

En gabinete tras las salidas de campo las tareas consisten en:

- i) generar la capa 'rodales', mediante la digitalización de un shapefile de polígonos,
- ii) generar la capa de 'muestreo'; con los puntos de muestro en el navegador se genera un archivo kmz en Map source y desde ArcGis se incorpora el archivo kmz con la herramienta KML To Layer,
- iii) generar la capa 'rodal pradera' correspondiente al área terrestre del parque nacional, se hace un geoproceso erase, entre esta y rodales, creándose una nueva cobertura remanente llamada campo natural, luego se hace el geoproceso merge con 'rodales' para incorporar el registro campo natural en la capa digitalizada de 'rodales',
- iv) se corrige con topología la capa 'rodales' este procedimiento permite eliminar errores de superposición y espacios en blanco; para ellos primeramente se crea una geodatabase en Arc Catalog, se importan el feature class, se crea y válida la topología, finalmente en Arc Map se añade la capa a la vista al igual que las herramientas de edición avanzada y de edición topológica, se procede a la edición y se verifica el proceso topológico,
- v) hallar coordenadas de cada rodal, para ello se encuentra el y se le añaden las coordenadas al punto; desde Arc Tools Box>data magagement tools>Feature to point; luego se agregan nuevos campos para las coordenadas X y Y, y se calcula los atributos de la geometría representante de cada rodal, en metros y hectáreas para el sistema de proyección establecido.
- vi) de la capa 'rodales' se desprende la capa de 'coberturas' organizada por categorías de especie o ambiente, se exportan con simbología y es utilizada sobre el MDT para geoprocesos.

### 3.3.5 Análisis en escritorio

La metodología utilizada para el análisis meteorológico fue fundamentalmente analítica mediante análisis de la información con estadística básica en tablas de datos para cada variable, para una serie temporal de datos climáticos que incluyó la temperatura, precipitaciones y dirección de viento junto a la bibliografía tratada en el curso de agrometeorología.

Para identificar las parcelas bajo jurisprudencia del Ministerio de Ambiente, se verifica en el plan de manejo y se realiza la búsqueda de una capa actualizada del parcelario rural. Los procedimientos son: i) se realiza un análisis

espacial de cortar sobre la capa 'País rural ajustado' de catastro con la capa 'rodal pradera' obteniendo toda la información del PNCP, ii) mediante una consulta en ArcGIS se procede a recuperar las parcelas de interés, se calculan las áreas y se presentan la ubicación de las parcelas en el mapa No. 17, y en la tabla No. 13, en el mapa No. 25 donde se presentan los caminos internos y las parcelas.

En la visita a campo fueron observadas algunas construcciones que se encontraban en ambientes de valor biológico, por lo que se procede a reconocer sobre las fotos del VFG. El análisis de las construcciones, próximas a ecosistemas sensibles parte de la generación de una capa de polígonos 'Edificaciones' sobre el raster de VFG, y un análisis espacial con la capa 'Ambientes', en el análisis de intersección se encontrarán las unidades ambientales y ecosistemas comprometidos por las construcciones. Se presenta en el mapa No. 27 las edificaciones sobre los ambientes y en la tabla No. 14 ambientes afectados por las construcciones.

Por otro lado, se genera una capa de puntos de 'Edificaciones' se hace un análisis de densidad de ubicación de las edificaciones, luego se digitaliza una línea de costa, y un análisis de proximidad de 250 m a partir de línea de costa, a continuación, una intersección entre el buffer y la capa de edificaciones para conocer cuántas son las edificaciones que se ubican dentro del buffer. El mapa No. 28 que incluye mencionados y coberturas de la capa de rodales digitalizada.

En la capa de 'Dinámica dunar' se hace un análisis exploratorio de los datos junto a la bibliografía para comprender el proceso de generación de las dunas mencionados en la revisión bibliográfica del apartado dinámica dunar. Se generan tabla No. 11 y mapa No. 12 de visualización, ambos fueron presentados en la revisión bibliográfica.

Reconocimiento de la capa 'Ambientes' mediante un análisis exploratorio y herramientas de simbología de los elementos, la tabla de atributos que presenta 304 entidades reconocible como ambientes o ecosistemas, se hace el análisis de la capa mediante la agrupación por categorías del campo 'unidades ambientales' y del campo 'ambiente' para reconocer como se distribuyen en el área protegida y encontrar cuáles son los ecosistemas involucrados en cada unidad ambiental, ese dato se muestra en la tabla No. 12 y mapas No.13 y No. 14 en la revisión bibliográfica.

En la capa de 'Zonificación' se hace análisis exploratorio de los datos junto a la bibliografía para comprender los sectores, se agrupan los datos se hace tabla No. 13 y mapa No. 15 de visualización de datos por categoría zona de intervención y por subcategoría o descripción. Luego del reconocimiento visual de las entidades, mediante una consulta se identificar la categoría Intervención mínima, subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros

ecosistemas terrestres'; luego se exporta dicha categoría para utilizarlo como shapefile en los geoprocursos.

El análisis de la pendiente es elaborado a partir del MDT del año 2019, con la herramienta de análisis espacial en ArcGIS, Surface, Slope. El análisis entrega la pendiente de cada celda del modelo de terreno y se muestran en el apartado 4.5. de análisis de la pendiente.

A continuación, se realiza el análisis espacial de las capas invocadas, de esta manera los datos se transforman en nueva información y se proporcionan respuestas a algunas interrogantes espaciales.

Las interrogantes surgen debido a que sobre la categoría Intervención mínima, subcategoría de 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres' se procederá con la restauración del sistema dunar procediendo a la extracción de 800 ha de *P. pinaster*, operación especificada en el plan de manejo presentado por MVOTMA. SNAP en el 2019 "*Para el año 5 la forestación con especies exóticas se habrá reducido en aproximadamente 800 (ochocientas) hectáreas, eliminando la superficie de bosque implantado que se ubica dentro de la subzona de restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres.*" (MVOTMA. SNAP, 2019).

Para conocer cuáles son los ambientes y padrones que se interceptan con la categoría Intervención mínima, subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres' se hace un análisis espacial y se presenta 3 mapas sobre la imagen del VFG en los mapas No. 29, No. 30 y No. 31. Dado que los padrones son privados se incluye solamente el límite y no el número de padrón.

### 3.3.6 Relaciones de las coberturas con otros recursos

1) Para analizar el uso actual de la tierra en los grupos CONEAT, se genera un proceso de intersección visual de las coberturas *Pinus pinaster* y duna móvil sobre el grupo CONEAT 07.2, en virtud de verificar si los antecedentes se mantienen. Una vez generada la capa de cobertura se seleccionan las coberturas mencionadas y se exportan como una capa nueva, lo cual permite superponer a la capa CONEAT. El análisis se muestra en el apartado 4.4.

2) Para analizar la proximidad y la densidad de las edificaciones fuera del tómbolo vistas a campo, se hacen un geoprocuro de densidad sobre las

edificaciones y uno de proximidad a la línea de costa. Se utiliza el raster de VFG y la capa de ambientes, y el MDT y las coberturas que partes de la digitalización de los Rodales. Este análisis se muestra en el apartado 4.7

3) Para conocer cuáles coberturas se encuentran en cada sector de zonificación y sobre la subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres' se hace y clip entre ambas capas y se procede al análisis de la información entregada en el geoproceso. Este análisis se muestra en el apartado 4.10.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los análisis y sus resultados para cada de las variables trabajadas.

### 4.1 ANÁLISIS EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS INTERNACIONALMENTE

Este análisis parte de la consulta cuánto del PNCP se encuentra cubierto por las áreas protegidas internacionales.

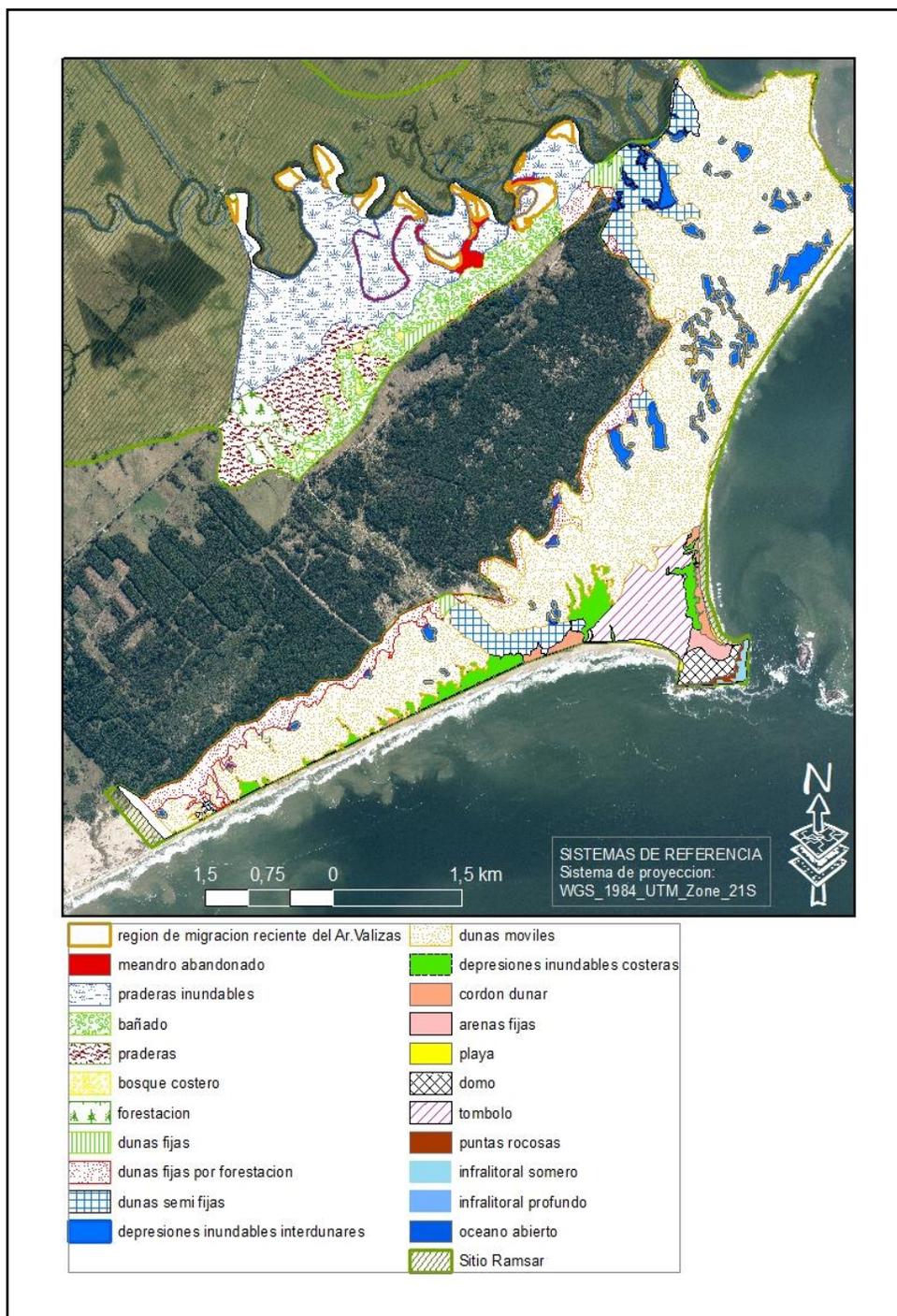
El sitio Ramsar “Bañados del Este y Franja Costera” con una extensión de área de 124.094 ha, de las cuales 2.438 ha están dentro del PNCP, tiene varios ambientes involucrados. Según cada unidad ambiental se encuentran los siguientes ecosistemas:

- a) En sistema de transición los ambientes involucrados son: playa, punta rocosa, y cordón dunar.
- b) En lomadas costeras los ambientes involucrados son: bosque costero, forestación y pradera.
- c) En Planicies asociadas al sistema Laguna de Castillos-Arroyo Valizas los ambientes involucrados son: forestación, bosque costero, bañado, meandro abandonado, región de migración reciente del arroyo Valizas
- d) En el sistema dunar los ambientes involucrados son: depresión inundable costera, depresión inundable interdunar, duna fija, duna semi fija, duna móvil y duna fija por forestación.
- e) Sistema oceánico insular, el ambiente involucrado es infralitoral somero.

Es necesario precisar que los bosques de “pino marítimo” y las plantaciones forestales comerciales no están contempladas en el sitio Ramsar, solamente los montes de abrigo los cuales se encuentran incluidos dentro del ambiente forestación.

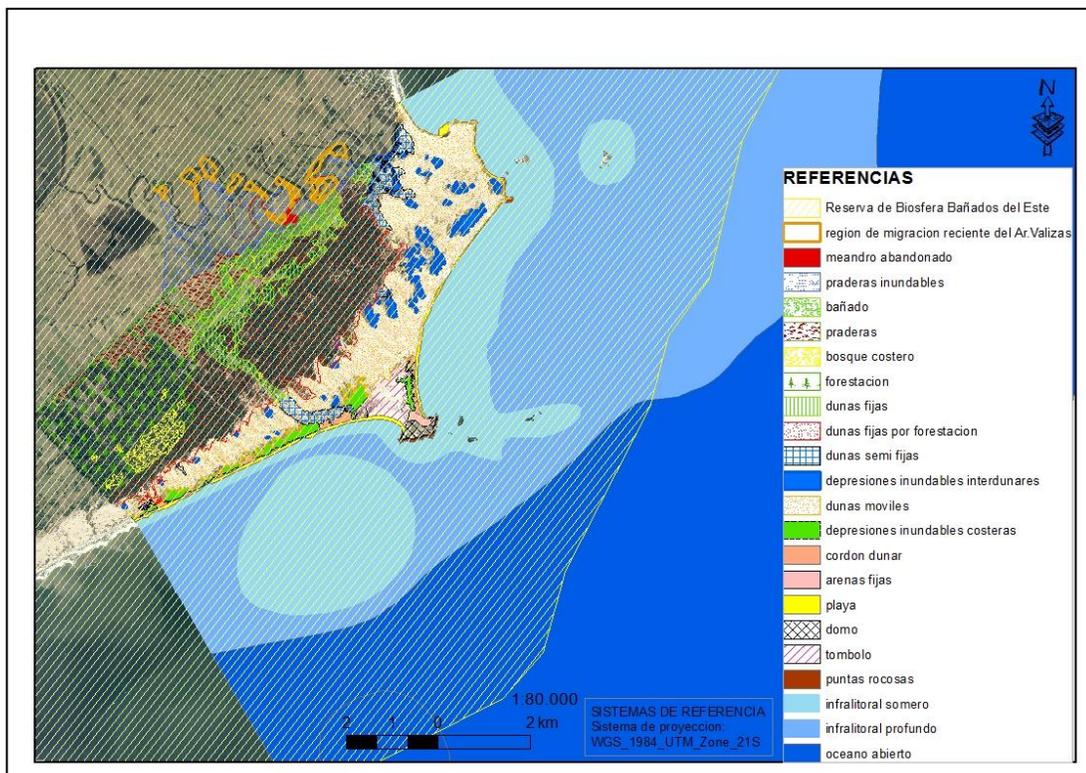
El análisis de los ecosistemas incluidos en la reserva de biósfera Bañados del Este, en el mapa No. 19 muestra que toda el área terrestre del PNCP se encuentra en la reserva y se observa que la reserva cubre las islas y deja fuera parte del océano abierto y parte infralitoral profundo según el geoproceso.

Mapa No. 18. Ambientes en sitio Ramsar



Fuente: elaborado en base al IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Mapa No. 19. Ambientes en Reserva de Biósfera



Fuente: elaborado en base al IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

## 4.2 ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Revela que la variable precipitación fue analizada con 10.957 registros, correspondiendo a un registro diario, siendo el valor máximo de 232,4 mm y el mínimo de 0 mm.

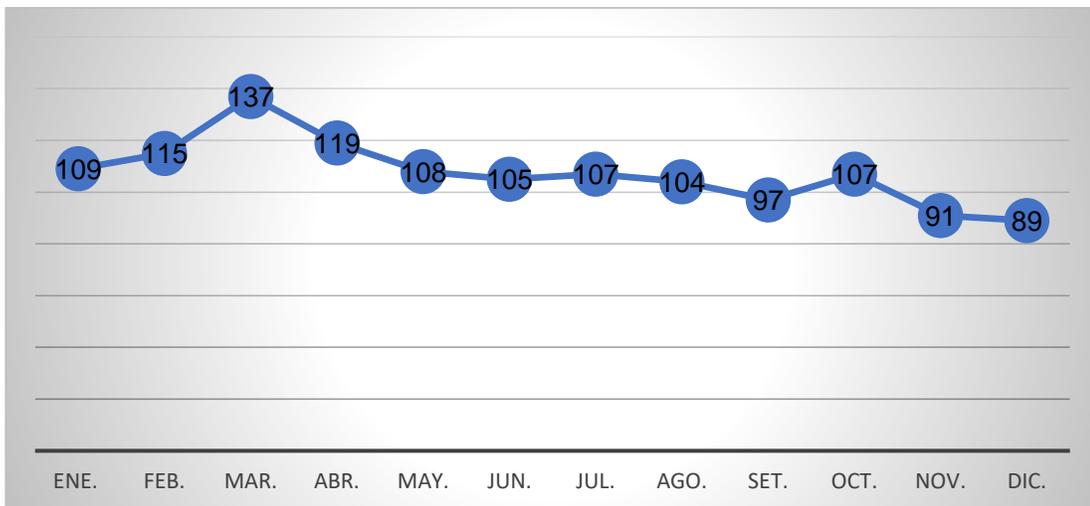
El mes con el registro de mayor pluviometría fue abril de 2016 con 496,6 mm; el mes que con registro promedio más alto es marzo con 137 mm y el mes con el registro promedio menor es diciembre con 89 mm, siendo la media de medias mensuales de 128,5 mm. Estos valores muestran el régimen regular o isohigro a lo largo del año. Precipitación anual acumulada calculada para la serie de 30 años, presenta un promedio de 1285 mm, con un máximo de 1710 mm. En la gráfica No. 1 se muestra el valor promedio mensual para la misma serie de años. Y en la gráfica No. 2 precipitación anual acumulada

La variable temperatura fue analizada con 151.562 registros. El registro con el valor mínimo se presenta en el mes de julio de 2007 con  $-3,8^{\circ}\text{C}$ ; mientras que el registro medio mínimo con el valor más bajo se presenta en el mes de julio con  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . El registro único del valor máximo se presenta en el mes de diciembre de 2013 con  $38,4^{\circ}\text{C}$ . mientras que el registro promedio más alto se presenta en el mes de enero con  $34,9^{\circ}\text{C}$ . En la gráfica No. 3 se presentan las temperaturas medias de medias por mes para la serie de años analizada

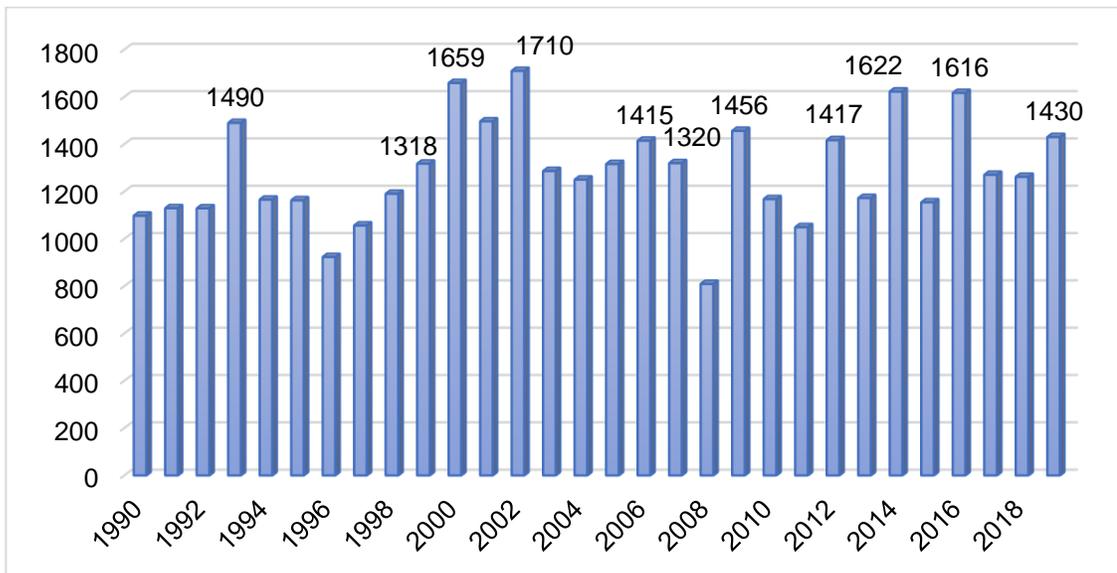
La variable orientación del viento, de acuerdo a la rosa de los vientos generada con la cantidad de episodios por punto cardinal muestra que desde el sector E y ENE juntos presentan el 23,77 % de los casos; y que desde el sector SSO y SO juntos representan 16,50 % de los casos; este porcentaje indica que son los vientos predominantes, pero no los únicos.

En la gráfica No. 5 se presenta la rosa de los vientos, según los registros de episodios de dirección del viento. A cada punto cardinal se le asigna 20 grados, sin comenzar desde el azimut; es decir el punto Norte va desde  $350^{\circ}$  a  $10^{\circ}$ , el Este desde  $80^{\circ}$  a  $110^{\circ}$ , el Sur de  $170^{\circ}$  a  $190^{\circ}$  y Oeste desde  $260^{\circ}$  a  $280^{\circ}$ , los puntos intermedios solamente presentan  $10^{\circ}$ .

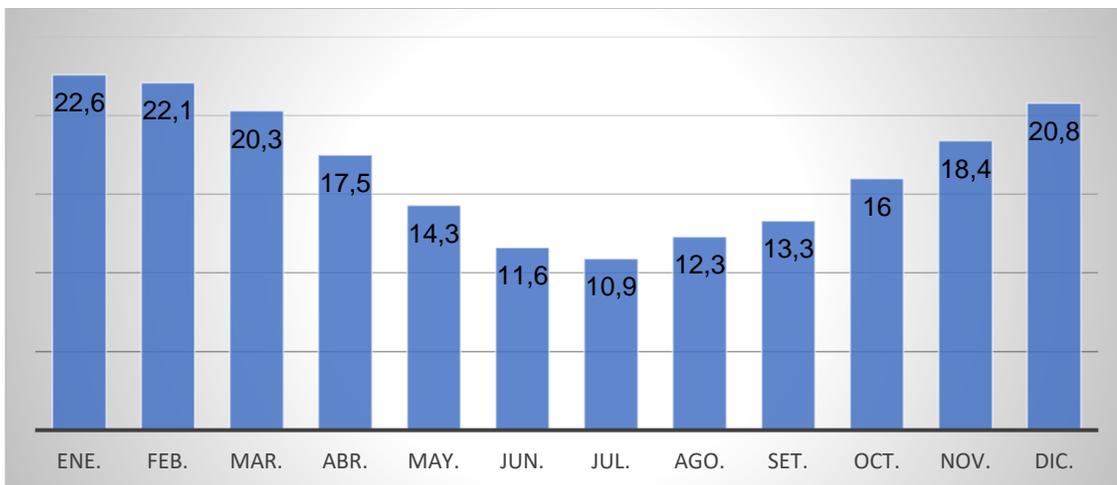
Gráfica No. 1. Valores promedio de precipitaciones por meses en mm



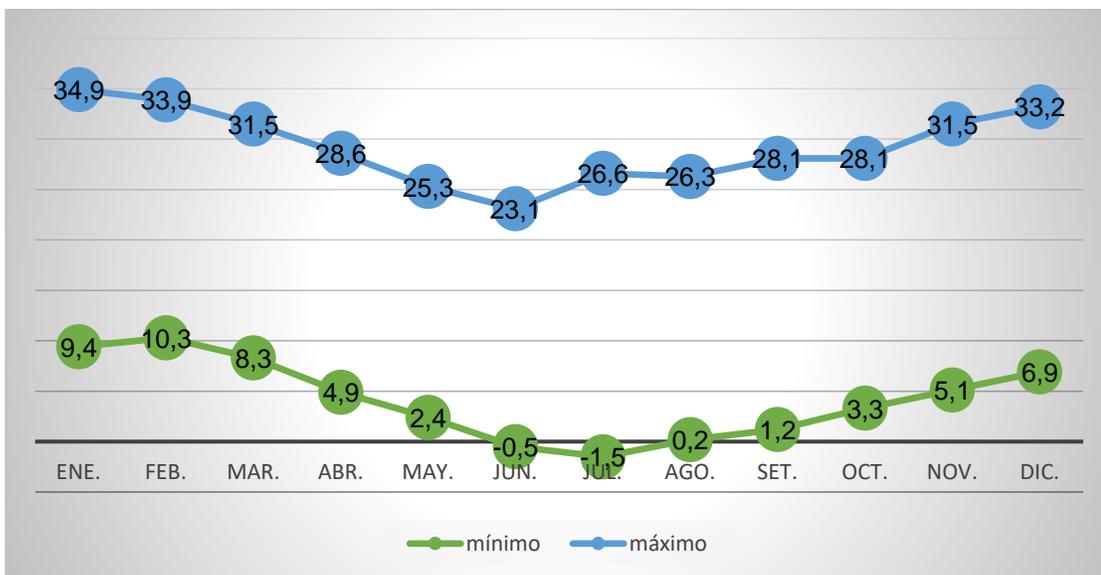
Gráfica No. 2. Precipitación anual acumulada en mm



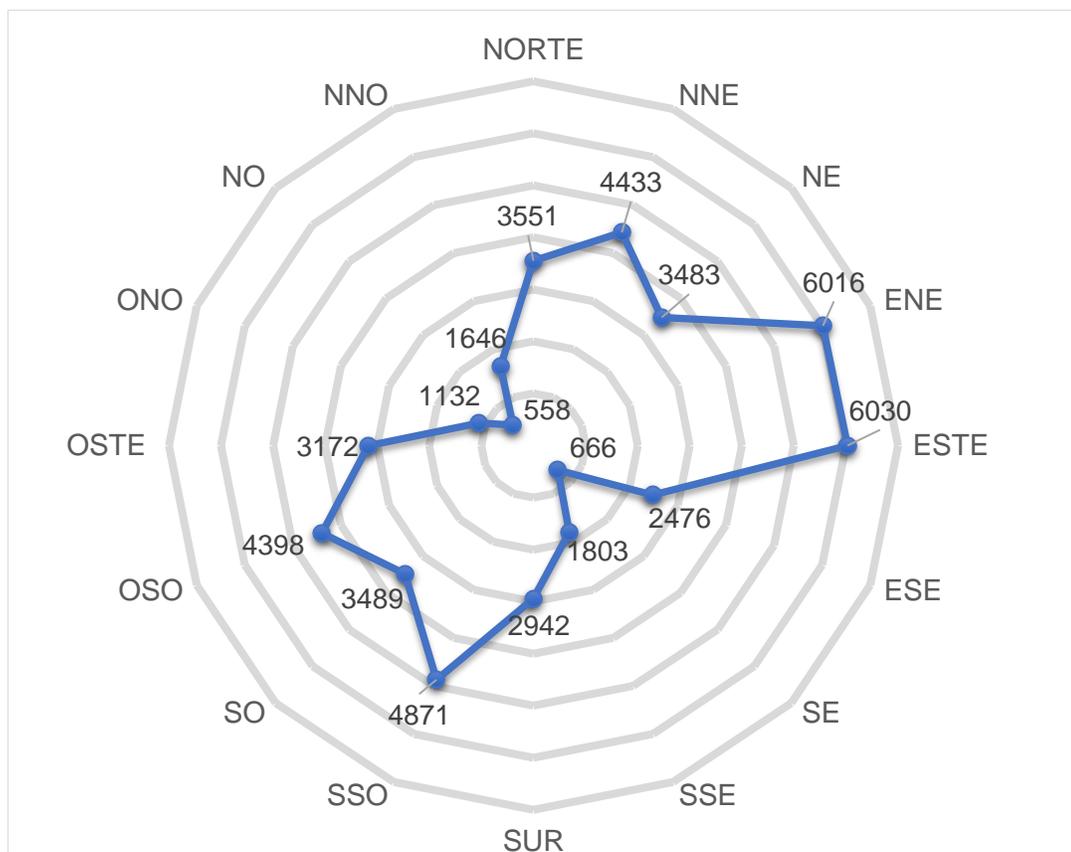
Gráfica No. 3. Valor medio de medias de temperatura en °C por meses



Gráfica No. 4. Promedios de registros mínimo y máximo por mes



Gráfica No. 5. Rosa de los vientos  
Estación Rocha



Panario y Piñeiro (1997) muestran en su estudio que los vientos dominantes en Cabo Polonio son SO y NE y que proporcionan una potencial transferencia de arena continental hacia el mar del orden de  $37.000 \text{ t año}^{-1}$  ( $48.1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) a las playas orientadas al Este y Noreste. De acuerdo a lo que los autores expresan los vientos predominantes tienen la capacidad de transferir las arenas, y de acuerdo a la gráfica no los únicos los vientos existentes.

Los resultados encontrados según la dirección de viento en el área de estudio concuerdan con los datos bibliográficos, aun no siendo los únicos vientos existentes en la zona.

*“Los vientos forman las dunas, la duna costera alimenta a la intermedia y está a su vez alimenta a la continental. Los productores que se encuentran al W de la ruta 10, y algunos detrás de la reserva por el lado E, se has visto*

*beneficiados por el establecimiento de la reserva forestal porque frenaba el crecimiento de la duna continental próximo a la ruta”.*<sup>1</sup>

### 4.3 ANÁLISIS GEOLÓGICO

Tal como se muestra en la tabla No. 14 la unidad geológica con mayor superficie se encuentra la unidad Arenas litorales y fluviales con 70,1 % de todo el PNCP, y con la formación Chuy alcanzan el 91,9% del área terrestre del PNCP, quedando un remanente para Villa Soriano con 5,1%, formación Dolores con 0,7% y granitoides de 2,3%.

Tabla No. 14. Área de las unidades geológicas

Unidad geológica	Área (ha)	%	total % PNCP
Arenas litorales y fluviales	3.376,55	70,04	70,1
Formación Villa Soriano	245,82	5,09	5,1
Formación Dolores	34,55	0,716	0,7
Formación Chuy	1.050,68	21,79	21,8
Granitoides Brasileños	15,79	0,327	2,3
	34,35	0,71	
	62,55	1,29	
	4.854,94	100	

<sup>1</sup> Villamil, T. 2022. Com. personal

#### 4.4 ANÁLISIS EDAFOLÓGICO

Tras el geoproceso se observa que la unidad de suelo Angostura según Altamirano et al. (1976), se encuentra sobre la unidad geológica Arenas litorales y fluviales porta el grupo CONEAT 07.2 y 07.1 con un índice de productividad de 0 y de 4 respectivamente para el departamento de Rocha, representan el 74 % del área del PNCP.

En el interpretativo CONEAT, sobre el PNCP, en el grupo 07.2 de prioridad forestal se despliega el rótulo de 'PF SI COND', indicando que posee condiciones. El grupo 07.1 de prioridad forestal el rótulo indica prioridad sin condiciones (PF NO COND).

La unidad de suelo Laguna Merín, asentada sobre la formación Chuy, porta los grupos CONEAT de la zona 3.

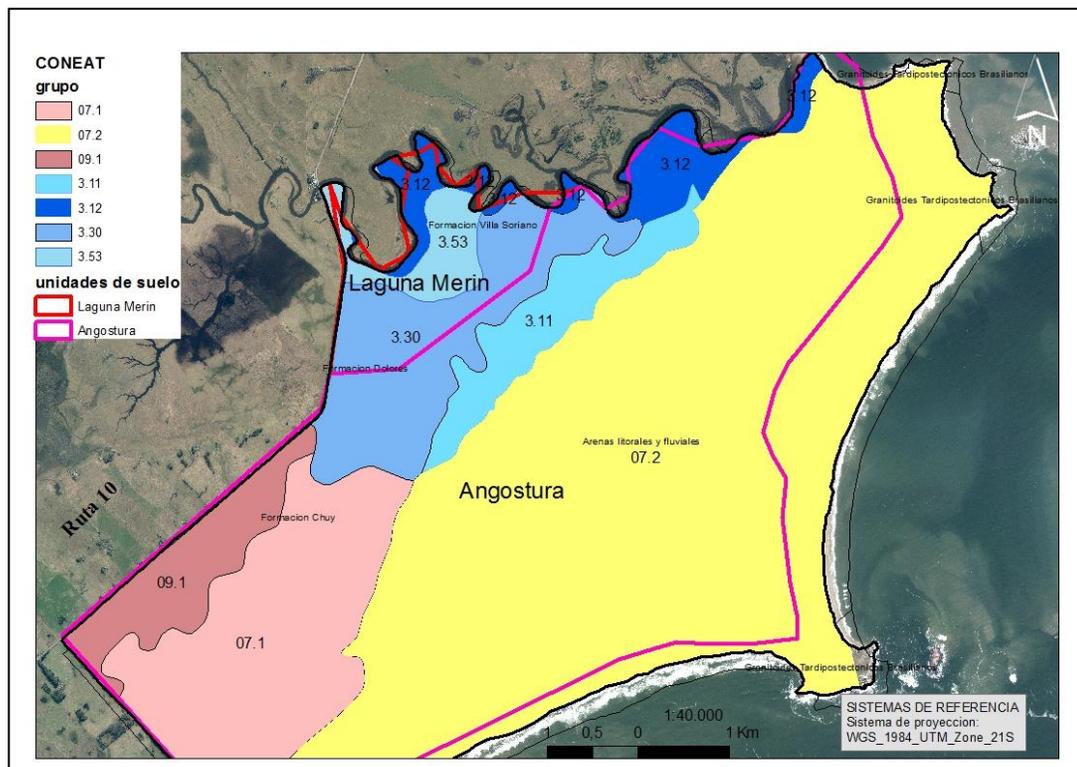
Se presenta en la tabla No. 15 la información conjunta de las unidades, suelos y grupos CONEAT y áreas de cada entidad dentro del parque. Si bien la suma de las áreas difiere del valor oficial de 4.653 ha, la discrepancia entre los valores obtenidos y oficiales puede deberse a errores en la digitalización de todas las capas involucradas dada las diferencias de escala presente en cada una.

Desde el shape de unidades de suelo con 4.730 ha en total, el análisis de áreas muestra que unidad Angostura ocupa el 88.73 % con 4.197 ha del área del PNCP mientras que la unidad Laguna Merín representa solamente el 11.26 % del área, con 533 ha.

Existe un desplazamiento entre las capas y se presume que da lugar a discordancia entre el valor hallado entre el geoproceso y las notas bibliográficas.

Cabe mencionar que la capa de suelos a escala 1:40.00 del MGAP. DGRN está siendo procesada y actualmente no se encuentra disponible el mosaico para el PNCP.

Mapa No. 20. Relación entre geología, unidades de suelo y CONEAT



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRNR (1994), MIEM. DINAMIGE (2019), IDEuy (2019).

Sin considerar las diferencias de límites entre de las capas involucradas el geoproceso entrega la información que se muestra en la tabla No. 15:

- i) los suelos sobre CONEAT del grupo 3 se encuentran sobre la unidad de suelo Laguna Merín sobre formación Dolores y Villa Soriano, alcanzado 17% del parque,
- ii) los suelos sobre CONEAT 07.1, 09.1 están sobre unidad Angostura y sobre las formaciones Chuy, alcanzando el 17 % del parque,
- iii) los suelos sobre CONEAT 07.2 están sobre Unidad de suelos Angostura y Arenas litorales y fluviales, alcanza el 65% del parque.

Tabla No. 15. Análisis de la información de los grupos de suelo del PNCP

Unidad geológica	Unidad suelo 1:10 <sup>6</sup>	Suelos	CONEAT	Área (ha) CONEAT	% de CONEAT en el PNCP
Arenas litorales y fluviales	Angostura	Dunas arenosas	07.2	3.153,14	64,47
Arenas litorales y fluviales Fm. Chuy	Angostura	Arenosoles	07.1	640,56	13,10
Fm. Chuy	Angostura	Planosoles Argisoles	09.1	227,49	4,65
Fm. Villa Soriano	Laguna Merín	Planosoles	3.53	129,15	2,64
Fm. Chuy Fm. Villa Soriano	Laguna Merín	Greysoles	3.12	93,30	1,91
Fm. Chuy	Laguna Merín	Suelos de Pantano	3.11	214,77	4,39
Fm. Chuy Dolores Villa soriano	Laguna Merín	Planosoles	3.30	432,64	8,85
				4.891,05	

#### 4.4.1 Relevamientos en campo

En el mapa No. 21 se muestra los puntos donde se hicieron los perfiles de suelo, como se mencionó en el apartado de materiales y métodos. Se trata de una imagen Landsat 8 generada para el trabajo.

A continuación, se presentan las tablas descriptivas y las fotos para cada relevamiento.

Mapa No. 21. Posición de los relevamientos



Fuente: elaborado en base a bandas solicitadas a USGS (s.f.), MVOTMA. SNAP (2019), MTOP (2020).

Tabla No. 16. Pozo 1

Ubicación	34°23'38.40"S 53°50'24.00"W
Formación	Chuy
Unidad de suelo	Angostura
Suelo	Argisol ócrico
CONEAT	07.1 (PF NO COND)
Unidad ambiental	Lomada costera
Ambiente	Forestación
Elevación (G.E.)	35 msnm
Pendiente	2%
Concavidad	ligera
Profundidad	+2m
Textura	Arenosos hasta 1.2 m
Drenaje	Rápido (bueno)
Rocosidad	nula
Vegetación	gramíneas, forestación
Fertilidad natural	baja
Riesgo de erosión por precipitaciones	Baja, al encontrarse en una depresión.
Expuesto a vientos por proximidad del mar (barlovento)	Si

A1 0-29 cm. Textura arenosa, color 5Y7/6. Sin estructura, suelo con raíces muy finas y comunes.

A2 29-86 cm. Textura arenosa, color 5Y 7.5/6. Con pocas raíces transición difusa. Consistencia friable.

A3 86- 119 cm. Textura arenoso franco, color 7.5YR 5/6. Consistencia ligeramente plástica. Transición gradual.

BA 119-130 cm. Textura franca arcillo arenoso, color de la matriz 2.5Y 5.5/4, moteados rojos gruesos, comunes y de borde neto y moteados negros. Consistencia plástico y ligeramente pegajoso.

Bt1 130-190. Textura arcillo arenoso, color de la matriz 2.5Y 6/1.5, abundantes moteados pardo anaranjados 2.5Y 6/6, concreciones Fe-Mn friables y algunas duras. Consistencia plástico y ligeramente pegajoso.

Bt2 190+

Foto No. 3. Pozo 1



Tabla No. 17. Pozo 2

Ubicación	34°23'6.00"S 53°48'25.20"W
Formación	Arenas litorales y fluviales
Unidad de suelo	Angostura
Suelo	Planosol ócrico
CONEAT	07.2 (PF SI COND)
Dinámica dunar	Sub-sistema Cabo Polonio
Unidad Ambiental	Sistema dunar
Ambiente	Duna fija por forestación
Elevación (G.E.)	36 msnm
Pendiente	0.5%
Concavidad	ligera
Profundidad	+ 2m
Textura	Arenoso hasta 1.2m
Drenaje	Rápido (bueno)
Rocosidad	nula
Vegetación	gramíneas, forestación
Fertilidad natural	baja
Riesgo de erosión por precipitaciones	Baja, al encontrarse en una depresión.
Exposición a vientos por proximidad al mar (barlovento)	Sí

A1 0-5 cm. Textura arenosa. Color 5Y 6/3.

A2 5-31 cm. Textura arenosa. Color 5Y 8/4.

A3 31-41cm. Textura arenosa. Color 5Y 8/6.

A4 41-65. Textura arenoso-arenoso franco. Color 2.5Y 5/2.

E 65-86 cm. Textura arenoso, húmedo. Color 5Y 6/2.

Bt1 86-142cm. Textura arenoso fino, color de la matriz 2.5Y/3, con moteado fino, comunes, neto y rojizos en la parte superior, y moteados son netos, abundantes de color pardo anaranjado en la parte inferior de la capa.

Bt2 142-155 cm. Textura arcillo arenosa con moteados finos, netos y escasos de color pardo y moteados negros de concreciones de Fe-Mn comunes de 2mm.

Bt3 155-189+ cm. Textura arcillo arenoso, color de la matriz 5Y 7/4.5, con moteados cobrizos de color 5YR 6/8, abundantes, gruesos, netos y algunos difusos y concreciones de Fe-Mn.

Foto No. 4. Pozo 2



Tabla No. 12. Perfil geológico

Ubicación	34°25'18.6" S 53°50'41.6" W
Formaciones	Chuy y Arenas Litorales y Fluviales
CONEAT	07.2
Elevación (G.E.)	4
Dinámica Dunar	Sistema de transición
Unidad Ambiental	Lomada costera
Ambiente	Cordón dunar

0-90cm Textura arenoso, bandas de color pardo-rojizas. Correspondiendo al material parental de la unidad geológica Arenas Litorales y Fluviales.

91-117 cm Textura arenosa, húmedo circula napa, teñida de negro.

118-129 cm Textura arcillo arenoso húmedo- mojado, color gris

129 + Textura arcillo con arena fina, color gris claro, con moteado ócricos netos y abundantes.

En los cateos de campo se encontraron suelos de texturas livianas arenosa sin cohesión, de fertilidad muy baja, tiene baja capacidad de retener elementos nutritivos con muy bajo contenido de materia orgánica, estructura muy débil, friables. Lo cual es coincidente con la bibliográfica para la unidad geológica Arenas litorales y fluviales. Su productividad, como indica el índice de productividad CONEAT, desde el punto de vista pastoril es ínfima.

También se constataron suelos bien drenados, propensos a la erosión hídrica por precipitaciones debido a la estructura débil de los agregados. El manejo debería contemplar estas propiedades y evitar el suelo descubierto dado la alta erodabilidad una vez que se ha quebrado la estabilidad del ambiente natural de duna móvil.

Foto No. 5. Perfil geológico



#### 4.4.2 Estudio semidetallado y uso actual de la tierra

Tras la visita a campo, se realiza una interpretación de las unidades cartográficas edáficas y de acuerdo a la clasificación de suelo USDA, según su capacidad de uso, la misma es una categorización práctica según la aptitud natural del suelo para diferentes usos, con limitaciones y aptitudes.

##### Unidad 1 dunas forestadas

Se realizaron 2 cateos. Uno de ellos sobre el grupo 07.2 se constata que es planosol ubicado en la zona interdunar. El relieve predominante es interdunar de lomada media con pendiente inferior a 1%. La vegetación predominante es de tápiz vegetal con forestación. El uso actual de bosque protector de pino correspondiendo a una forestación no comercial, forma parte del ecosistema de duna fija por forestación de la reserva forestal del PNCP. Propiedades complejas de la unidad: para riesgo de erosión hídrica es baja mientras que se mantenga la cobertura forestal y la estructura de suelo, riesgo de sequía medio, el drenaje natural es bien drenado y la fertilidad natural es baja.

El siguiente cateo se encuentra dentro del grupo 07.1, se realizó un perfil a partir del cual se constata que es un arenosol. El relieve es plano. La vegetación predominante es campo natural con plantación forestación comercial. El uso actual es de pradera con carga ganadera limitada y forestación comercial. Se encuentra dentro del grupo VI tierras no arables aptas para el aprovechamiento forestal y praderas estival con uso pastoril limitado. El grupo 07.1 mantiene la descripción anterior de uso turístico con plantaciones forestales mayormente de pino marítimo y algún uso pastoril muy limitado.

##### Unidad 2 dunas móviles

Esta área ocupa parte del grupo CONEAT 07.2 se encuentra dentro del grupo VIII tierras no arables, no aptas para fines agropecuarios ni explotación forestal, se encuentran en laderas con topografía pronunciada, altamente susceptibles a la erosión pluvial. No poseen valor agro silvícola, prevaleciendo el uso de parque nacional y captación de agua. Son tierras que componen del gran grupo de bosques de protección de vida silvestre.

El análisis visual de los usos de tierra con los grupos CONEAT entrega una información valiosa en cuanto al uso actual del territorio en relación al uso de suelo del antecedente bibliográfico.

El análisis encuentra que el grupo 07.2 hoy día está parcialmente modificado dejando de ser arenas no fijadas por vegetación o con vegetación psamófila poco densa como se indica en el antecedente de CONEAT, a estar compartido entre una forestación no comercial de *Pinus pinaster* y las dunas móviles las cuales manteniendo las mismas características del grupo CONEAT 07.2

En el mapa No. 22 se presenta las coberturas sobre el grupo CONEAT 07.2; el área señalada de *Pinus pinaster* cubre 974 ha, el área de duna móvil es 999 ha. Cabe señalar que el avance natural de la forestación en desmedro de la duna móvil es analizado en el punto 4.10.

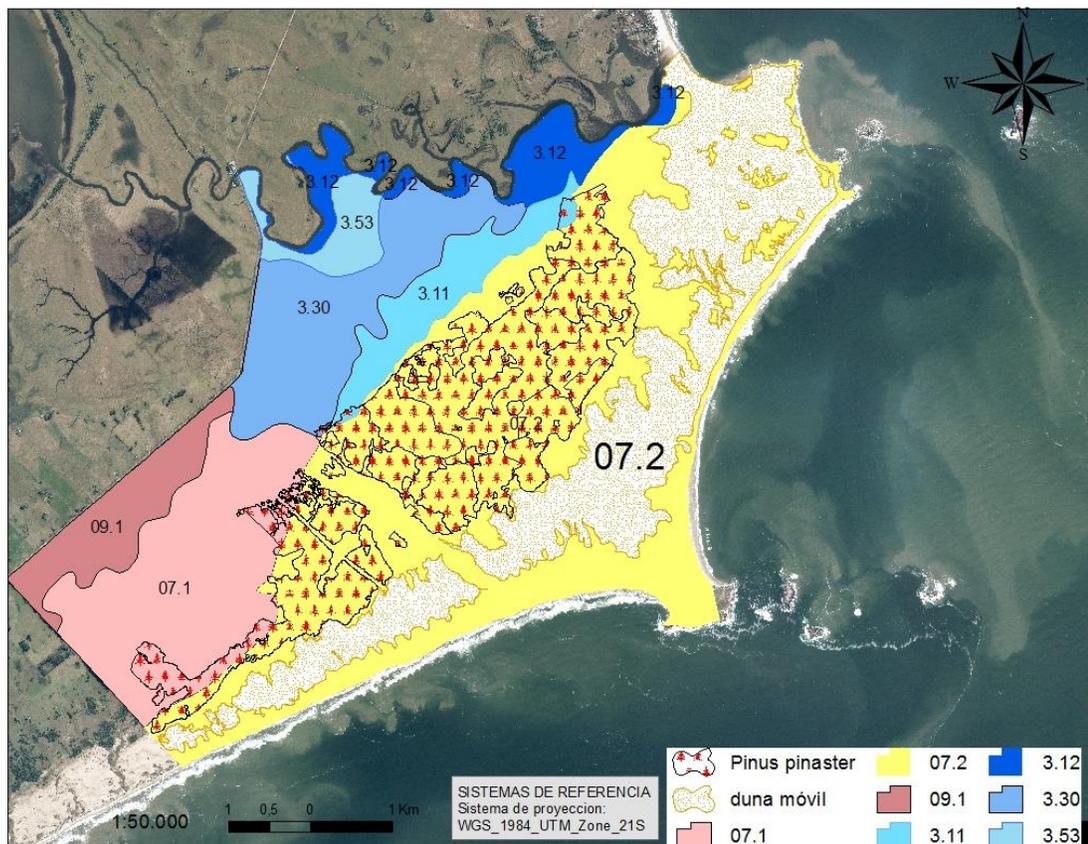
### Unidad 3 pradera del Suroeste

Las praderas próximas a la ruta 10 en el sector Oeste del cuadrante Sur se encuentra dentro de la categoría II arable con limitaciones moderadas. Es un área sobre grupo CONEAT 07.1 y 9.1 El uso actual es de pradera con carga ganadera y plantaciones forestales comerciales.

### Unidad 4 praderas del Norte

El área de ocupada por la zona CONEAT 3 se encuentra dentro de la categoría VI no arables. Es un área heterogénea ocupada por bañado y praderas inundables. El drenaje natural es moderadamente bien drenado, la fertilidad natural es alta, el riesgo de erosión por precipitación es bajo y el riesgo de sequía es bajo. El uso actual es tierra de bañado y pastoril estival con carga ganadera limitada. La vegetación es principalmente paludosa tiene hidrófilas de pajonales, juncas y herbazales, se encuentran algunos rodales de monte indígena, bosques protectores de abrigo de eucaliptos y pinos y acacias en la zona alta del bañado.

Mapa No. 22. Dunas forestadas y duna móvil sobre CONEAT 07.2



Fuente: elaborado en base a MGAP. DGRN (s.f.), IDEuy (2019).

#### 4.5 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE

Un aparte del análisis territorial es la pendiente, factor relevante en la erosión.

La erosión al ser una propiedad compleja vincula a las prácticas de manejo, su análisis adquiere importancia cuando de acuerdo a MVOTMA. SNAP (2019), se ejecutará la cosecha de 800 ha de pinos en el ecosistema reconocido como 'duna fija por forestación' que corresponde con parte de la subcategoría de zonificación 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres'

Si se considera que:

- i) el 'sistema dunar transversal' ocupa el 100% del área sobre dicha unidad geológica,
- ii) el ecosistema 'duna fija por forestación' asentado sobre la categoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres' de la capa 'Zonificación' se superpone también a dicha unidad geológica y sabiendo además que la unidad ocupa el 70% del PNCP,
- iii) la textura liviana, la estructura friable y el mínimo porcentaje de materia orgánica,
- iv) además, la erosión costera existente sobre la unidad geológica Arenas litorales y fluviales según la capa de erosión costera

se hace necesario mencionar una situación de máxima vulnerabilidad ante maniobras sobre el terreno asumiendo la cosecha mencionada.

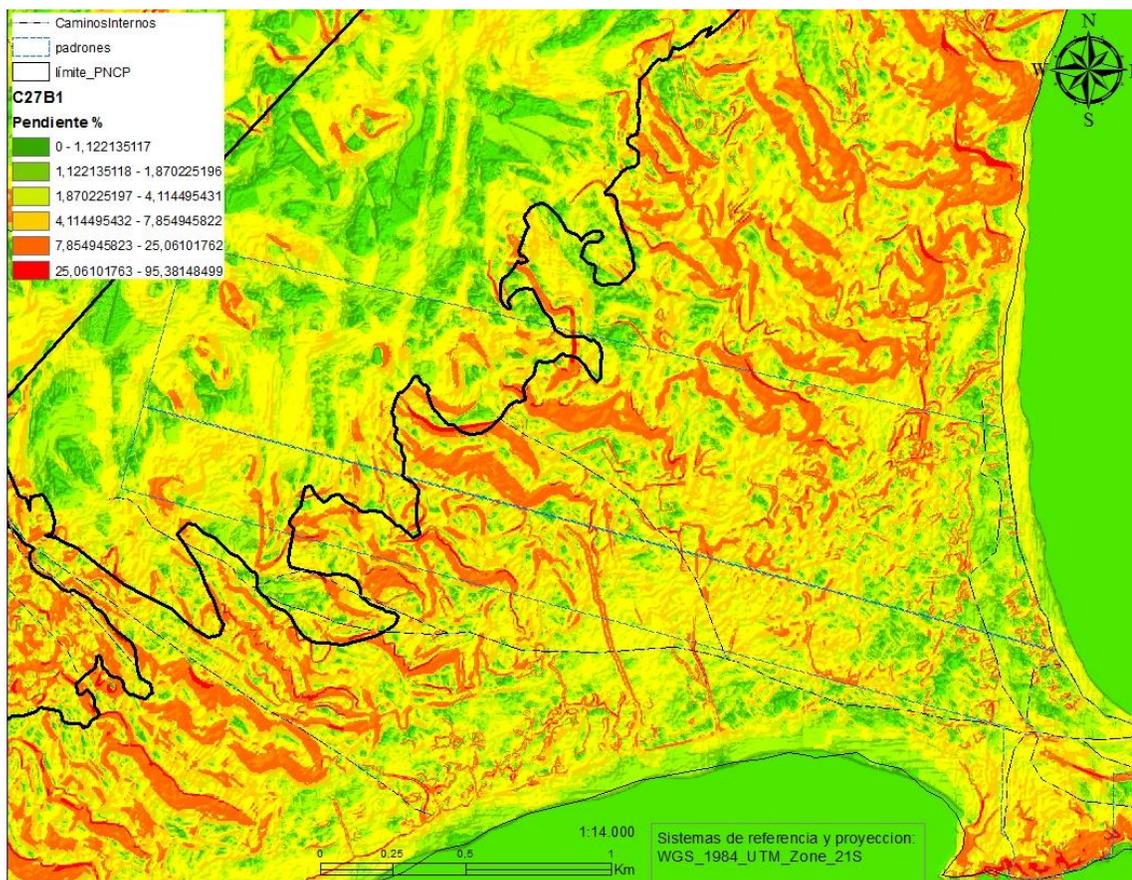
En este momento es cuando merece la pena recordar los principios ambientales: principio de precaución, y el principio de prevención.

*“El principio de precaución implica un riesgo eventual, imaginario que significa un daño grave e irreparable en el futuro, donde la autoridad impondrá medidas inhibitorias que impedirán el inicio de la obra. El principio de prevención implica un riesgo real, conocido, físicamente identificable hoy. Es un daño moralmente inaceptable. Significa certeza y determina la aplicación de medidas prohibitivas que detiene el curso de la actividad humana” (Casaux, 2015).*

La pendiente es analizada sobre las imágenes del modelo digital de terreno (MDT) que cubren el área de restauración del área protegida. Se presenta 3 mapas de pendiente para cada una de las imágenes, donde el perímetro negro corresponde al ecosistema 'duna fija por forestación' de la categoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres'.

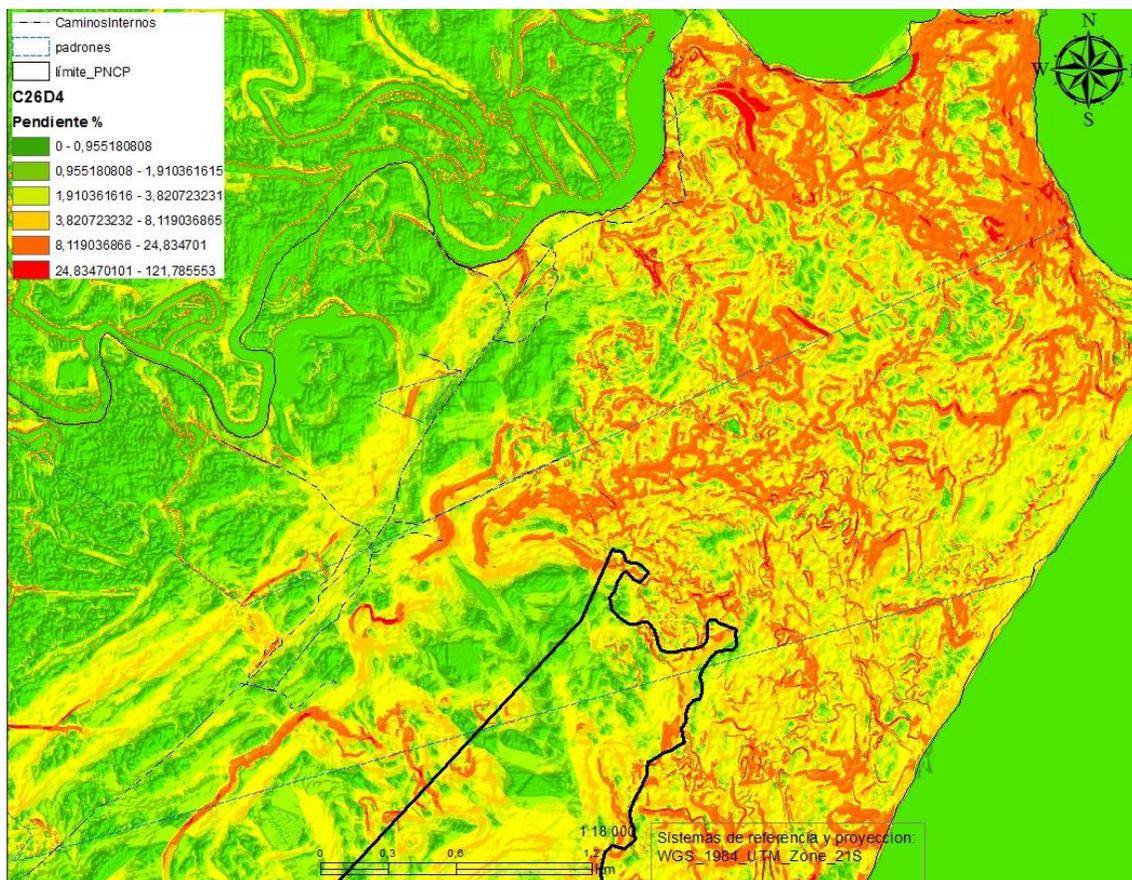
El valor de la pendiente dentro del polígono de zonificación llega al 5%, en el 90 % del polígono. Los valores más altos de pendiente se encuentran en el ecosistema duna móvil. Si se compara mediante fotointerpretación la altura de las dunas entre ambos vuelos, se encuentran diferencias, siendo menos en el último, infiriendo que las masas boscosas pudieron haber reducido la altura de las formaciones dunares.

Mapa No. 23. Pendiente C27B1



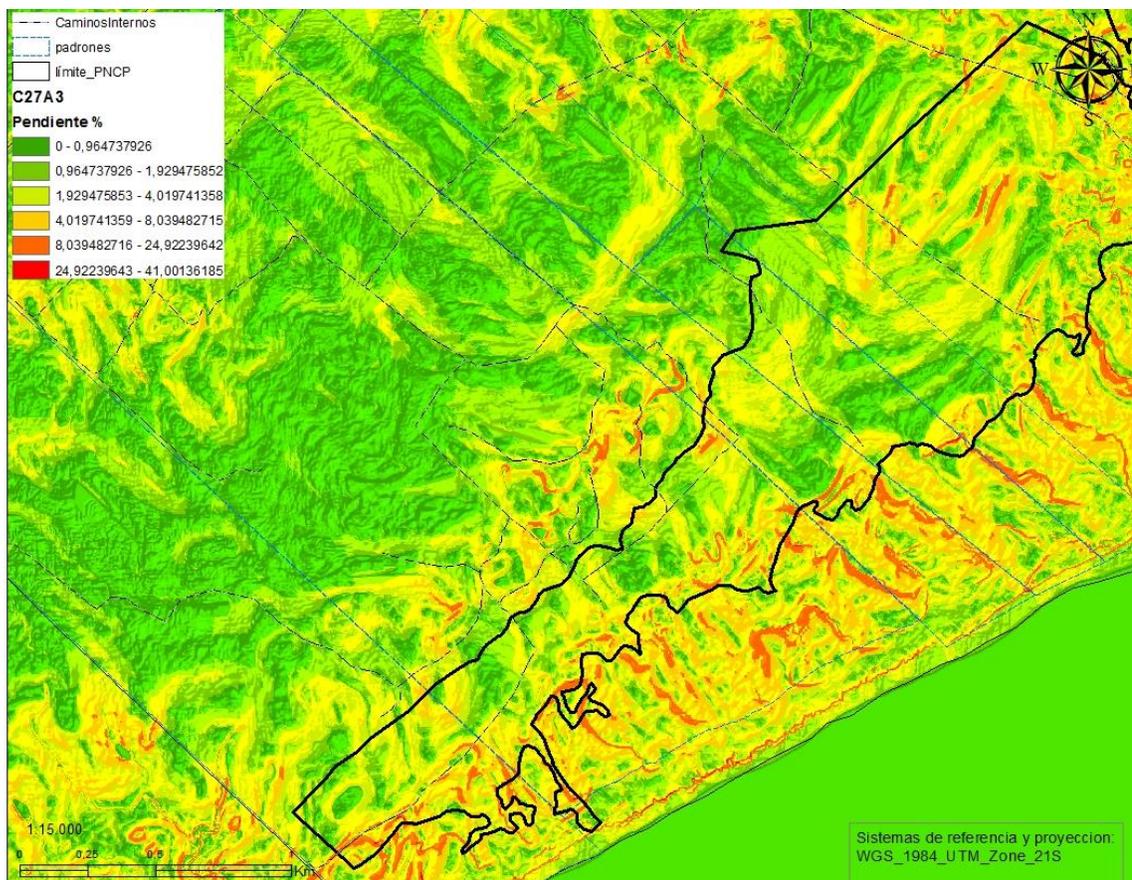
Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

Mapa No. 24. Pendiente C26D4



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

Mapa No. 25. Pendiente C27A3



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

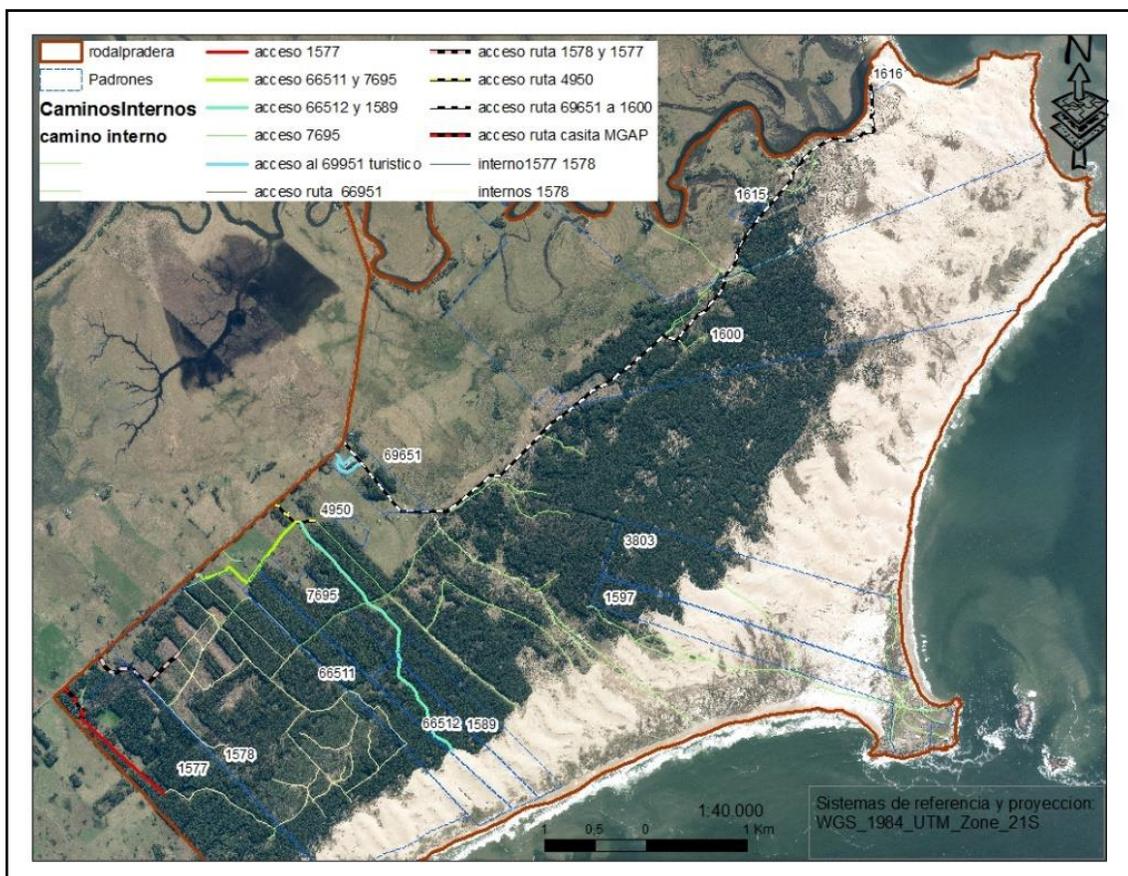
#### 4.6 ANÁLISIS DEL PARCELARIO RURAL

Las parcelas sobre los cuales DINACEA tiene competencia o permiso de estudio se presentan en la tabla No. 13. Se presenta un mapa No. 26 con las parcelas y los caminos internos de acceso a ellas.

Tabla No. 13. Parcelario rural

No. padrón	Área (ha)
1600	773,88
1578	465,29
1577	230,93
3803	193,38
1597	120,93
66511	89,95
66512	58,03
1589	50,37
7695	47,60
69651	30,97
1616	11,22
4950	4,52
1615	3,59

Mapa No. 26. Ubicación parcelas y accesos



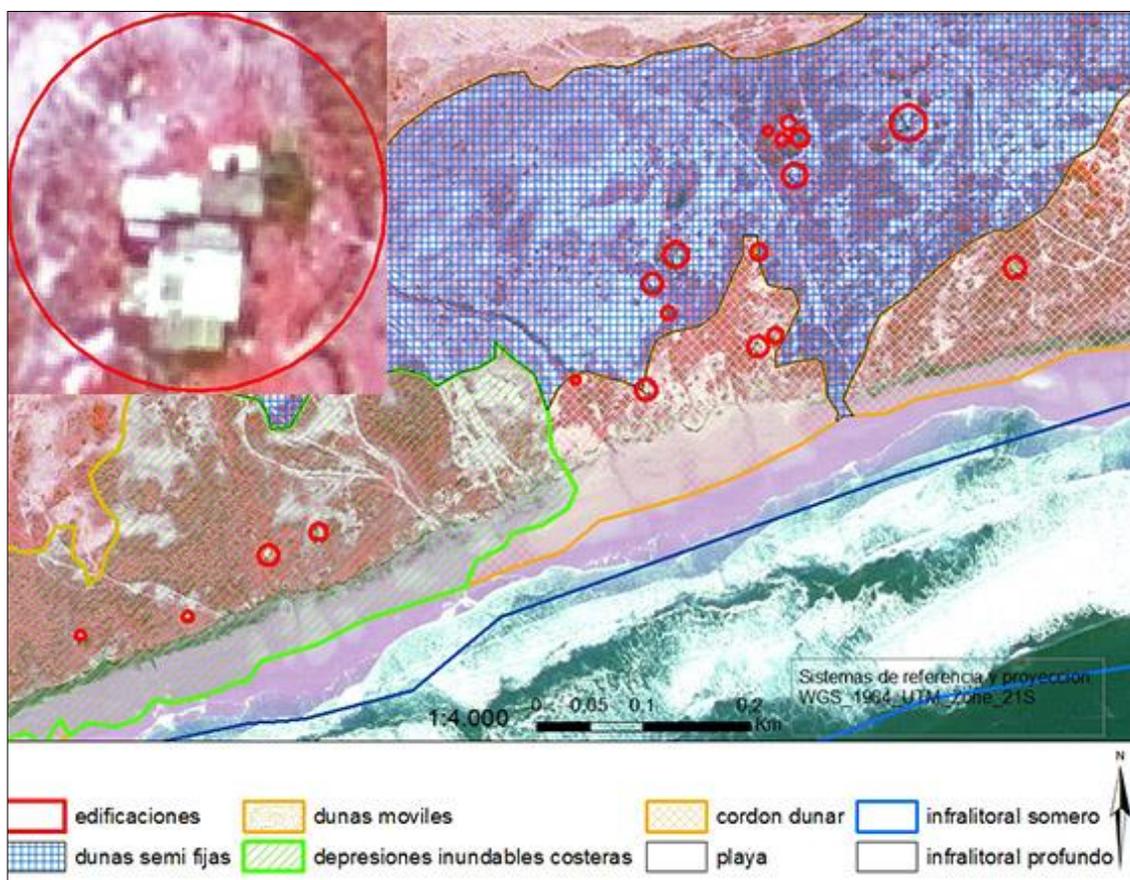
Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019), MTOP (2020), MEF. DNC (2022).

#### 4.7 UBICACIÓN EDIFICACIONES

Se encontraron algunas edificaciones hacia el Sur fuera del tómbolo y del domo. Dado que el alcance de la tesis es el análisis de los recursos naturales se muestra la ubicación de ellas sin coordenadas y sin padrón en los mapas y una tabla con el detalle de las unidades ambientales afectadas.

De acuerdo a la ley No. 13.737, del 9 de enero 1969, se crea una protección de 250 m desde el océano Atlántico, ahora el objetivo de protección son los recursos naturales, salvaguardar la salud humana, animal y la conservación de valores paisajísticos (Casaux, 2015), a diferencia del código rural de 1875, donde la protección de 150 m yacía sobre los inmuebles, se evidencia un cambio en el paradigma del objeto de protección, también mencionada en el Art. 6º de la ley No. 16.466 ley de medio ambiente.

Mapa No. 27. Edificaciones sobre capa ambientes



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

En el mapa No. 27 se presentan las edificaciones digitalizadas sobre la capa 'Ambientes', con de 26 construcciones. El 35 % están sobre la unidad ambiental 'Sistema de transición' afectando el ambiente 'cordón dunar' con 9 construcciones; el 65 % se encuentran sobre la unidad ambiental 'Sistema dunar' afectando a los ecosistemas 'depresiones inundables costeras', 'dunas móviles' y 'dunas semi fijas' con 17 construcciones. Estas construcciones yacen sobre las 2 unidades ambientales responsables de la dinámica dunar, siendo esta situación de extrema vulnerabilidad ambiental.

Tabla No. 14. Ambientes afectados por edificaciones

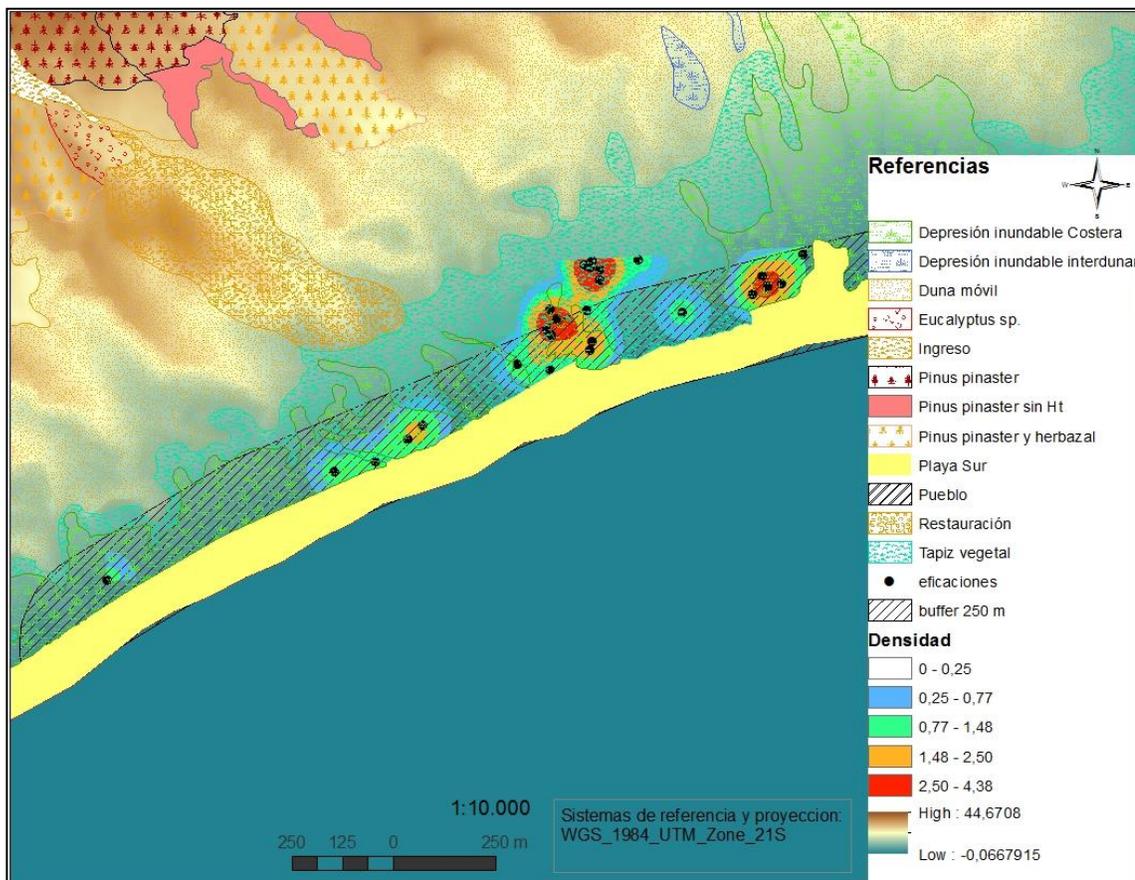
Unidades Ambientales	Ambientes	cantidad
Sistema de transición		
Sistema dunar	cordón dunar	9
	depresiones inundables costeras	5
	dunas móviles	1
	dunas semi fijas	11
Total		26

En el mapa No. 28 se muestra el análisis de la capa de puntos edificaciones sobre el MDT; se incluyen las coberturas digitalizadas en la capa 'Rodales'.

El análisis incluye la densidad de las edificaciones, refleja donde la zona de ocurrencia de las edificaciones es más o menos importante; y el análisis de proximidad de las edificaciones a 250 m de la línea de costa.

De la intersección se encuentra que el 70% de las construcciones se encuentran dentro el buffer, es decir que las seleccionadas en el geoproceto estarían incumpliendo la reglamentación de la franja costera de la ley No. 13.737. Mostrándose, además, que se encuentran sobre la unidad ambiental sistema dunar de acuerdo a la digitalización de los rodales del área protegida.

Mapa No. 28. Geoprocesos edificaciones



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

#### 4.8 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

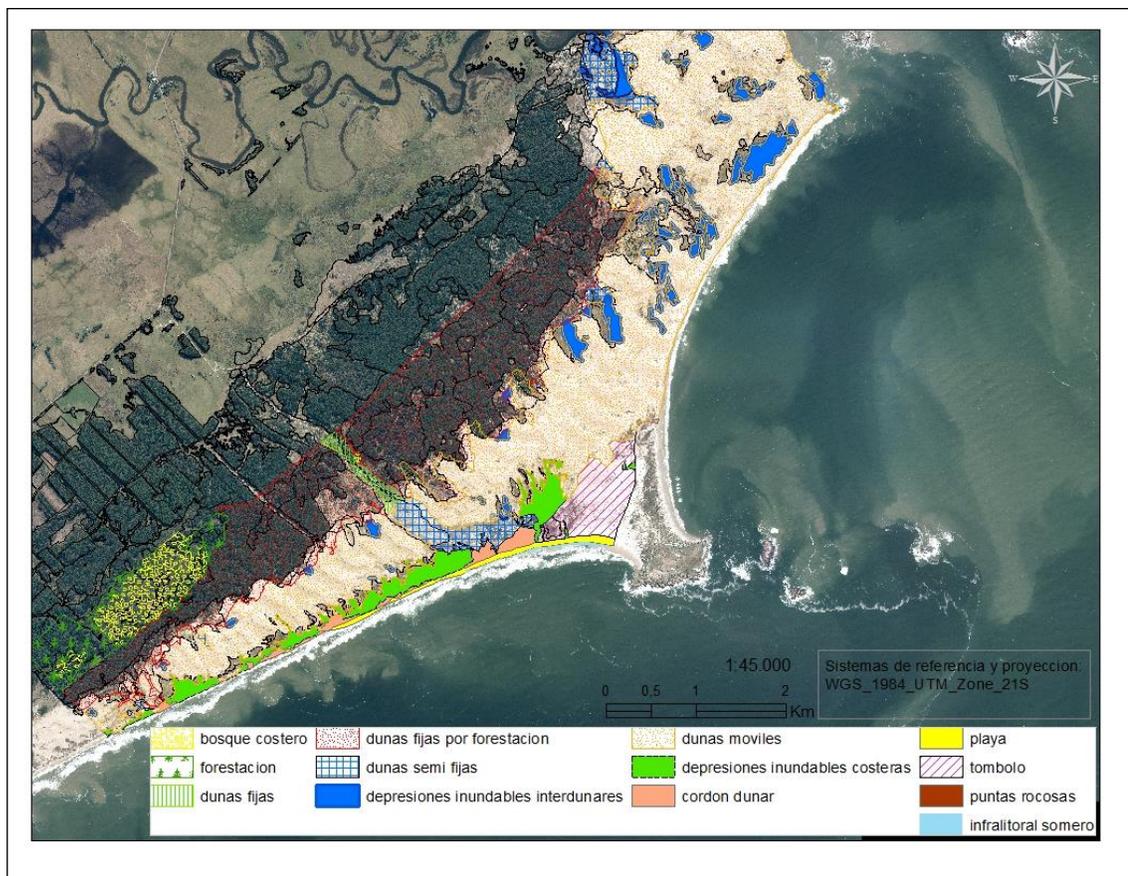
Se realiza una descripción de las unidades ambientales de la capa 'ambientes' que presentan vegetación arbórea:

1. Lomadas costeras: es un área de relieve de lomadas suaves, pendiente suave asentada sobre Fm. Chuy. Los suelos son la unidad Angostura, se encuentran los grupos CONEAT 07.1 y 09.1. La vegetación consiste en praderas, bosque nativo psamófilo y plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus* sp. y *Pinus* sp. Mediante fotointerpretación se pueden ver montes protectores que han sido clasificados como un ecosistema de forestación en las unidades ambientales. Los montes protectores si bien pueden ser de la misma especie arbórea no tiene el mismo objetivo comercial de una plantación forestal.
2. Planicies Asociadas al Sistema Laguna De Castillos - Arroyo Valizas: es un área de llanuras, el material geológico lo conforman formación Chuy, Villa Soriano y Dolores. La unidad de suelo es Laguna Merín. Se encuentran los grupos CONEAT 3.11, 3.30, 3.12 y 3.53. La vegetación es de bañado, monte nativo, *Eucalyptus* sp. en montes protectores y vegetación hidrófila que admite un perfil permanente de humedad conformando las praderas inundables. Esta categoría carece de plantaciones forestales comerciales.
3. Sistema dunar: es el área más extensa y de mayor pendiente, ocupa dos sectores bien marcados. El sector Norte formado por Arenas litorales y fluviales y el grupo CONEAT 07.2 de 0 como valor de índice de productividad y vegetación arbórea de *Pinus pinaster*. El sector Sur formado también sobre Arenas litorales y fluviales, la unidad de suelo es Angostura y grupos CONEAT de 07.2 y 07.1 con plantaciones forestales de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp.

Los ecosistemas que se encuentran en la subzona de 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres' de la capa 'zonificación' se muestran en el mapa No. 29 y responde a la interrogante de cuáles son los ambientes vulnerables ante lo que el plan considera como intervención mínima, sin embargo, es sobre esta área que se procedería al retiro de 800 ha de forestación.

En el anexo No. 3 se presentan fotografías con coordenadas de los ecosistemas visitados en la salida de campo.

Mapa No. 29. Ambientes sobre restauración y conservación



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

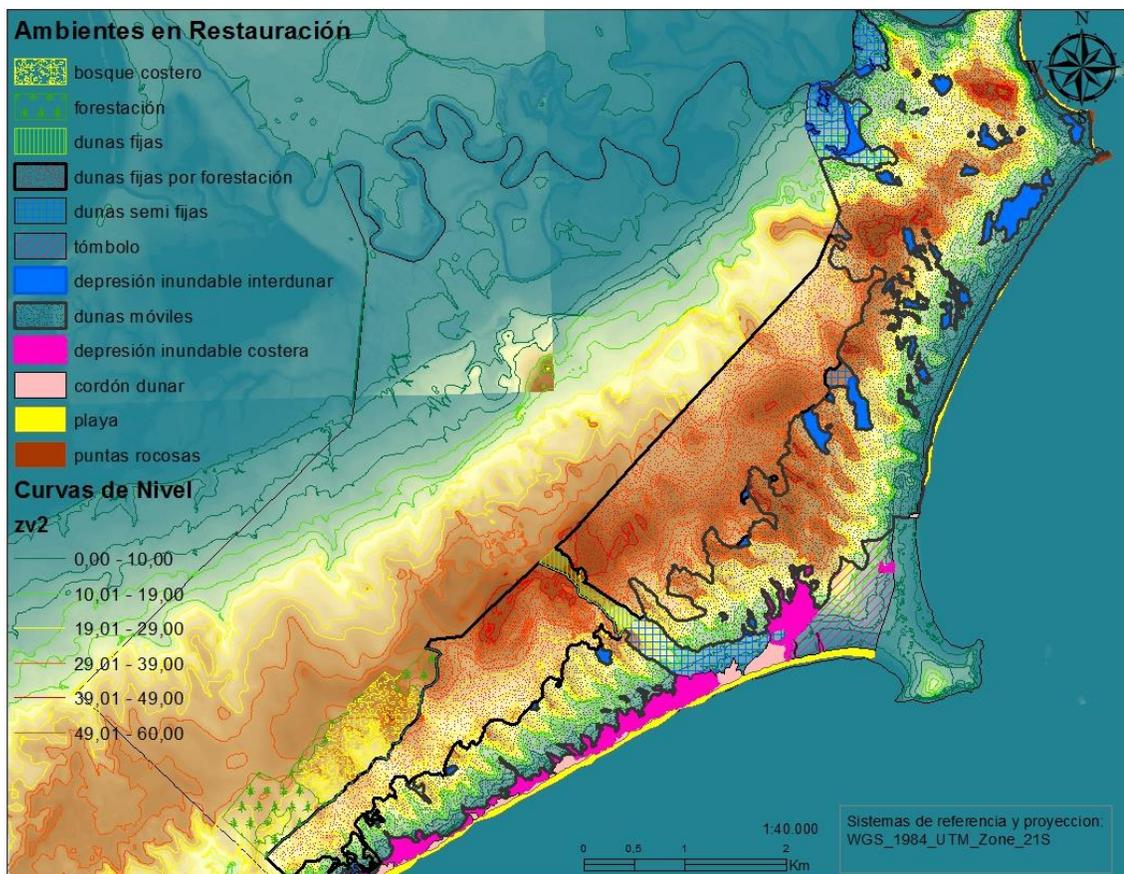
Tabla No. 15. Ambientes sobre restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres

Lomadas costeras	área (ha)
bosque costero	78,32
forestación	57,29
<b>Sistema de transición</b>	
cordón dunar	20,08
playa	18,10
puntas rocosas	0,37
<b>Sistema dunar</b>	
bosque costero	0,81
depresiones inundables costeras	68,17
depresiones inundables interdunares	75,50
dunas fijas	16,26
dunas fijas por forestación	661,01
dunas móviles	1.112,24
dunas semi fijas	100,67
<b>Tómbolo</b>	
cordón dunar	0,24
depresiones inundables costeras	1,29
tómbolo	65,85

El siguiente mapa No. 29 ambientes en restauración sobre MDT, también muestras el valor de las curvas de nivel existentes en toda la subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres', llegando al valor de 40 dentro del ecosistema 'duna fija por forestación'.

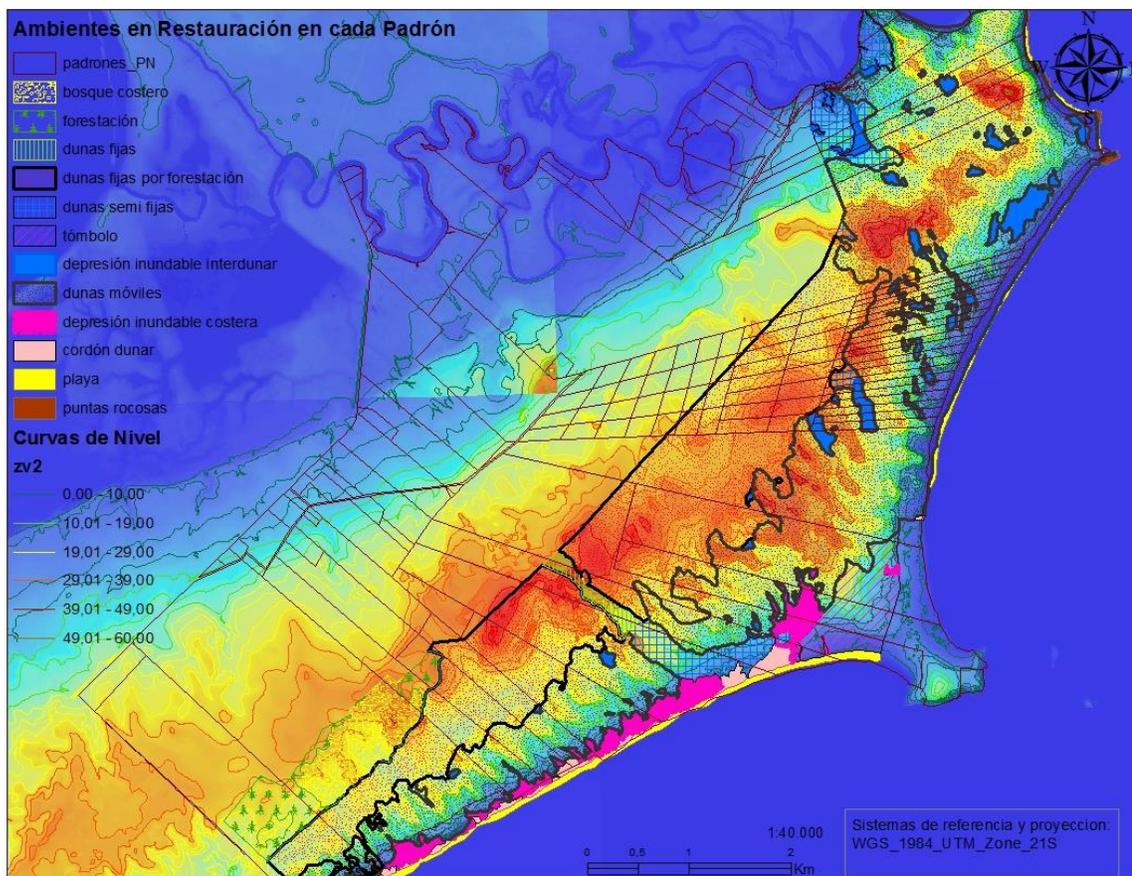
El mapa No. 30 muestra sobre cuales padrones se encuentran los ambientes de la subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres', sin llegar a proceder el análisis, preservando la privacidad

Mapa No. 30. Ambientes en restauración MDT



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Mapa No. 31. Ambientes en restauración en cada padrón

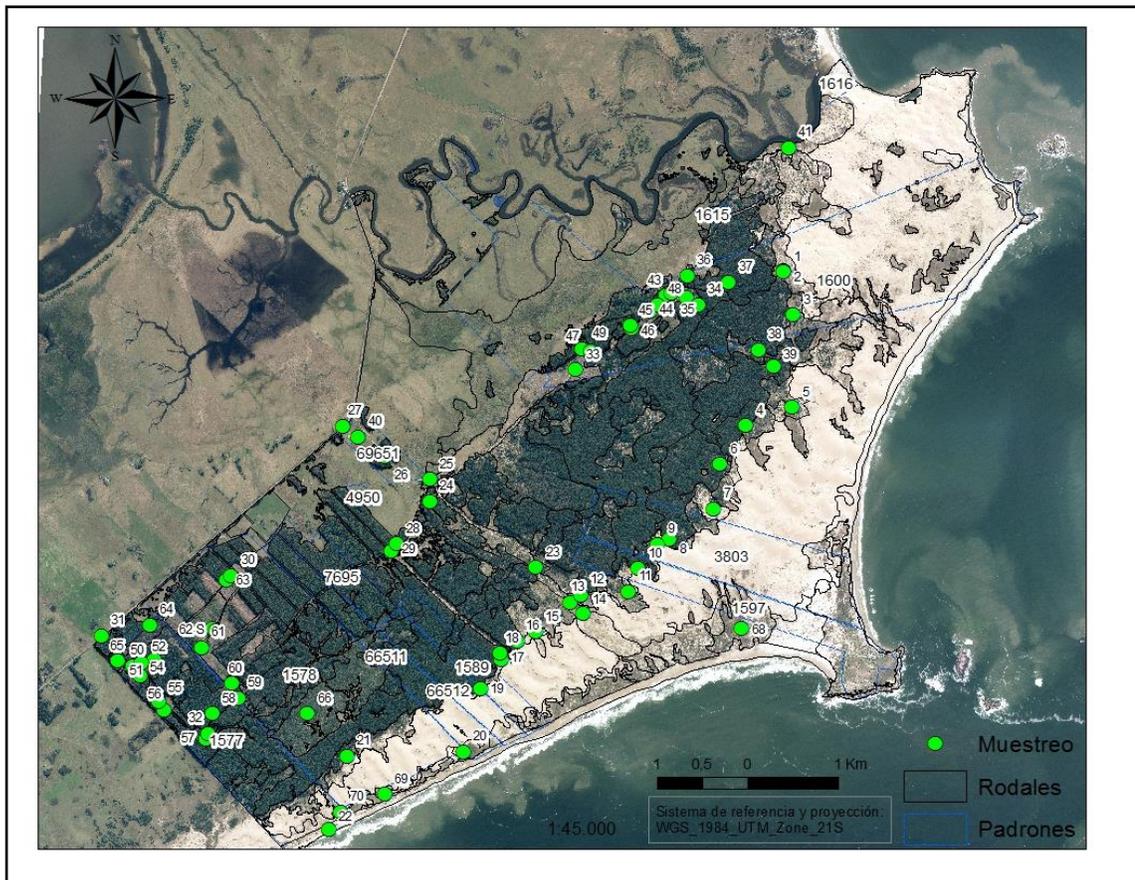


Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

También, se considerarían vulnerables todos los ecosistemas que se encuentren en una cota menor, independientemente a la categoría de zonificación que se encontraran teniendo en consideración la susceptibilidad de la unidad geológica Arenas litorales y fluviales carente de matriz de cementación.

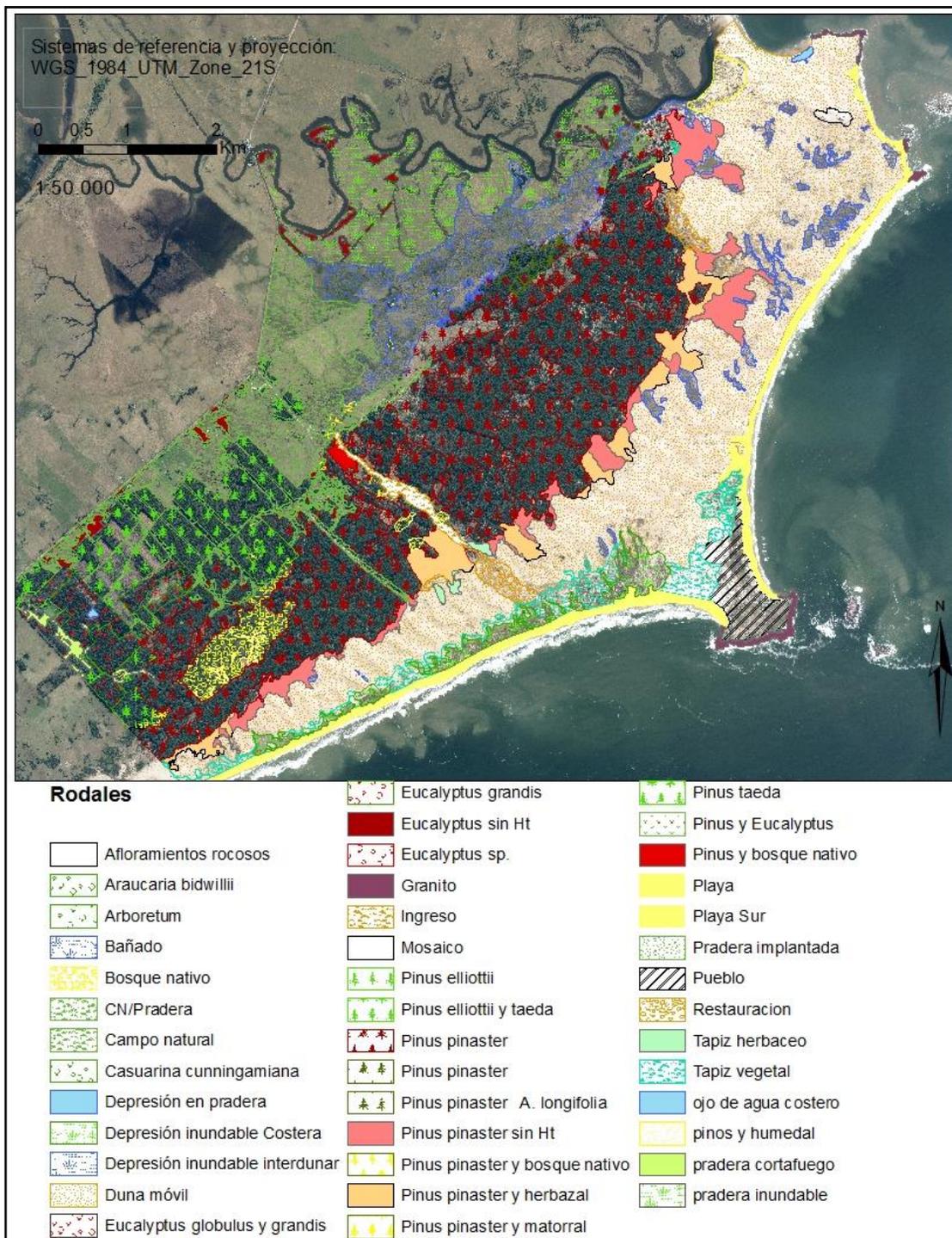
## 4.9 RODALES

Mapa No. 32. Rodales digitalizados con puntos de muestreo y padrones



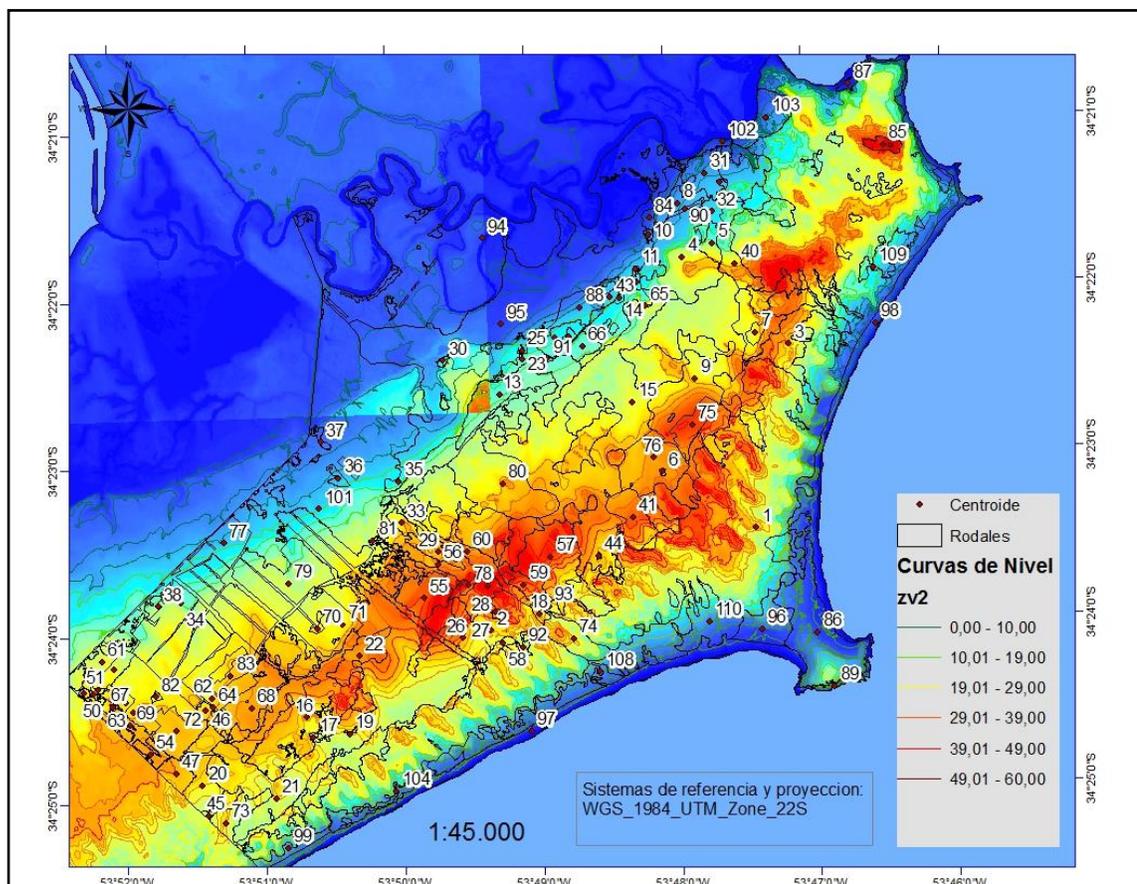
Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MEF. DNC (2022).

Mapa No. 33. Rodales



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

Mapa No. 34. Rodales con centroide



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019).

En anexo No. 4 se presentan dos tablas A y B con datos de ID o número identificador del polígono, número de muestro, área, DAP, especie, vegetación o ambiente, y coordenadas complementando la información presentada en este apartado.

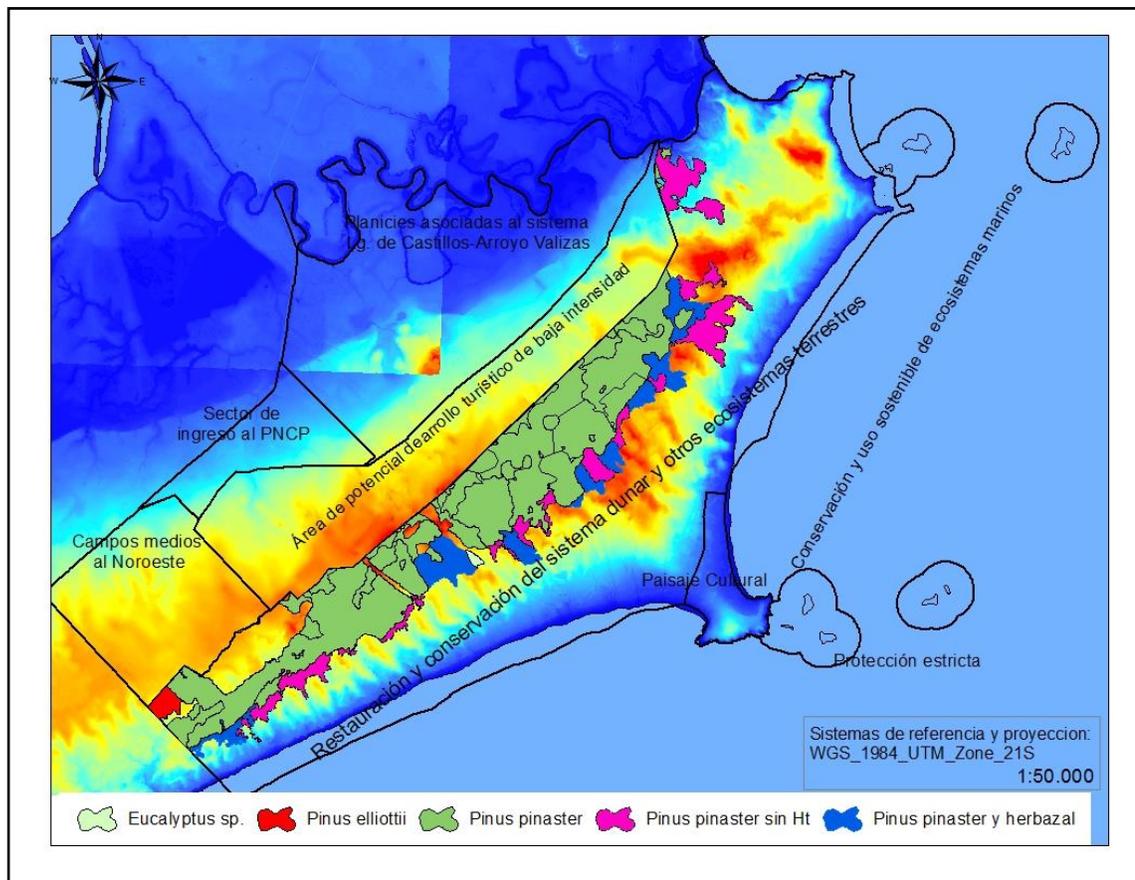
#### 4.10 COBERTURAS

En este apartado se muestra la relación entre las coberturas y cada subcategoría de la zonificación.

Para cada subcategoría el plan de manejo MVOTMA. SNAP (2019), cuenta con objetivos, vistos en el 2.20 Zonificación.

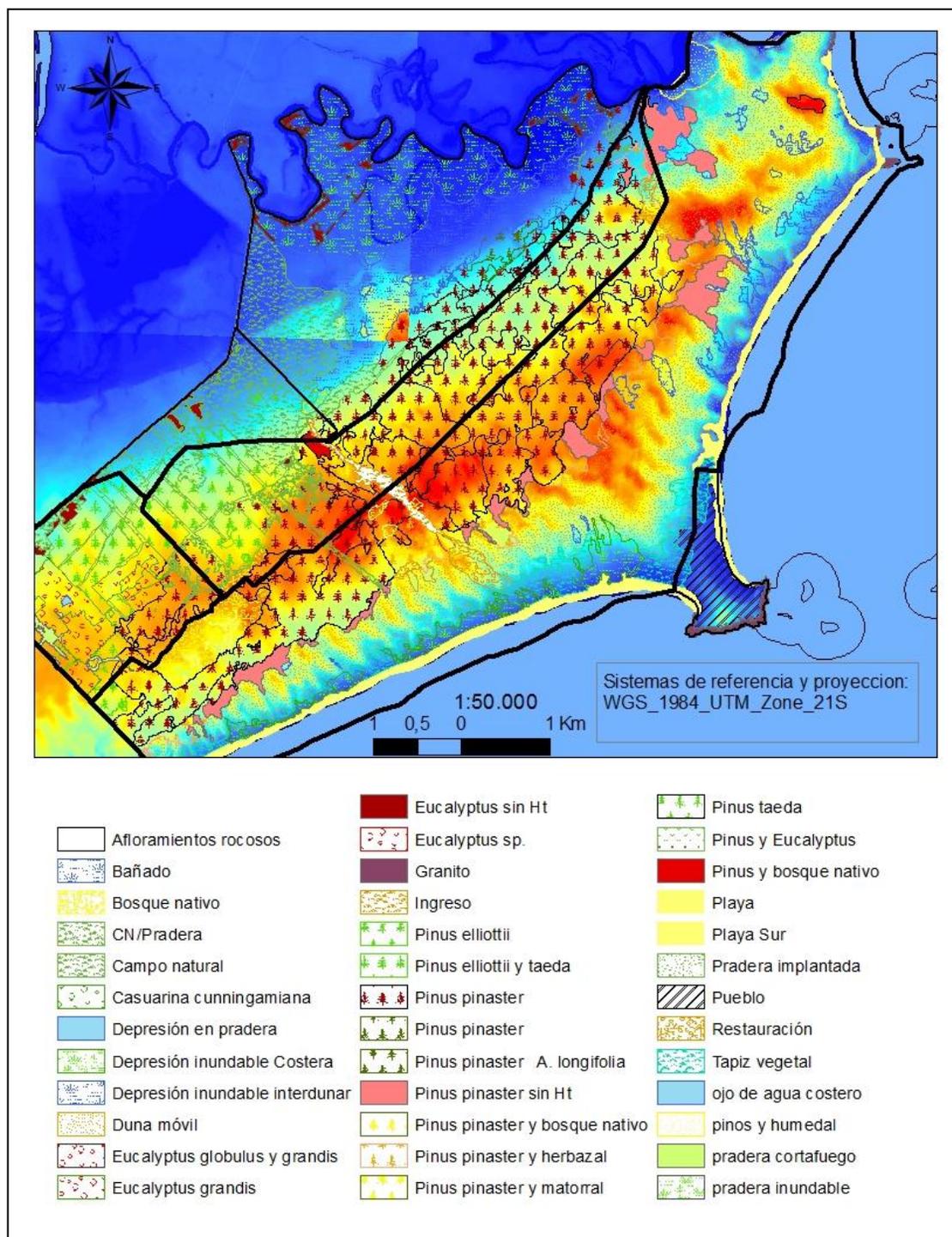
En la categoría 'Intervención mínima', subcategoría 'restauración y conservación del sistema dunar y otros sistemas terrestres' se encuentran: 571 ha de *Pinus pinaster* en rodales con y sin manejo; 2,2 ha de *Eucalyptus* sp. en plantación forestal comercial; 9,5 ha de *Pinus elliottii* en plantación forestal comercial; 123 ha de *Pinus pinaster* en la categoría de regeneración natural sobre la duna móvil y 98 ha de *Pinus pinaster* en regeneración natural con herbazal también sobre duna móvil. Se presenta en el mapa No. 35 la distribución de las coberturas nombradas. En el mapa No. 36 pueden verse las categorías sobre todas las subcategorías de la zonificación.

Mapa No. 35. Coberturas en subzona de restauración y conservación



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

Mapa No. 36. Coberturas en capa zonificación



Fuente: elaborado en base a IDEuy (2019), MVOTMA. SNAP (2019).

De las 112 ha de monte nativo reconocidas por Bonomi et al. (1994), se distinguen 72 ha de la masa boscosa mayor de monte nativo, se advierte mediante fotointerpretación la poca altura de la flora que lo compone, infiriendo sobre una merma en la calidad y la baja tasa de reproducción de los ejemplares con beneficio de especies no autóctonas según la bibliografía consultada. Se identifican también los rodales en el bañado que según el plan de manejo corresponden a ceibales de la especie *Erythina crista-galli*. L, mencionados en el plan de manejo MVOTMA.SNAP (2019).

El avance del *Pinus pinaster* se reconoce en el análisis exploratorio de la capa de 'ambientes' se revela el fenómeno del avance natural de la forestación de pino marítimo con el nombre del ecosistema "duna fija por forestación" en detrimento del ecosistema de "duna móvil", como se muestra en el mapa No. 14 de ambientes.

En la capa de digitalizada 'Rodales', se hace evidente el avance natural de *Pinus pinaster* digitalizado en las categorías *Pinus pinaster* sin Ht de 128,64 ha y *Pinus pinaster* y herbazal de 98.12 ha en detrimento de la duna móvil de 999 ha.

## 5. CONCLUSIONES

El área natural protegida Parque Nacional Cabo Polonio se concretó con el decreto 337/009. La Reserva Forestal Cabo Polonio se originó porque hubo una estructura técnico-ambiental y legal que sustentaba las acciones. El vuelo aerofotogramétrico de 1966 le proporcionó a la CIDE una línea de base para estudiar y gestionar todas las tierras del país. Por otro lado, la ley de creación de la reserva forestal, la ley forestal de 1968, y varias otras reglamentaciones validaron las acciones y permiten su estatus hoy día.

El área protegida tiene una amplia heterogeneidad de ecosistemas de alto valor biológico, cultural, históricos y paisajístico. Los ecosistemas que se encuentran allí son las praderas naturales, los humedales, el bañado, las plantaciones forestales comerciales, el bosque de pinos, las dunas arenosas, los afloramientos rocosos y el ambiente oceánico con las islas.

Por certificaciones internacionales y por el marco legal nacionales se autoimpone el cumplimiento de una serie de medidas protectoras sobre los recursos naturales, controlando principalmente los recursos suelo y agua del área protegida.

MVOTMA. SNAP (2019), presenta resultados donde afirma que los bosques fijaron las dunas, tal cual fue propuesto en el Decreto 266/966, en la ley forestal y en la ley de conservación de suelo, donde se especifica que es deber del Estado prevenir y controlar la erosión y degradación de los suelos, controlar las inundaciones y la sedimentación en cursos de agua y en los lagos y lagunas naturales y artificiales y detener y fijar las dunas. El mismo decreto establece como monumento natural a las dunas del Cabo Polonio.

El valor de la pendiente dentro del polígono de zonificación llega al 5%, en el 90 % del polígono. Los valores más altos de pendiente se encuentran en el ecosistema duna móvil. Si se compara mediante fotointerpretación la altura de las dunas entre ambos vuelos, se encuentran diferencias, siendo menos en el último, infiriendo que las masas boscosas pudieron haber reducido la altura de las formaciones dunares, coincidente al estudio de (Caldevilla y Quintillán, 2002).

De acuerdo al plan de manejo de MVOTMA. SNAP (2019), los ecosistemas naturales son objeto de protección: dunas transversales móviles, depresiones inundables costeras, depresiones inundables interdunares, bañados de turbera e islas oceánicas y el monte nativo.

Se ha encontrado que la categoría 07.2 de CONEAT, donde se encuentra la unidad ambiental dunas transversales o sistema dunar que alberga los ecosistemas susceptibles de protección, ha sufrido una profunda transformación. De acuerdo al geoproceso y el análisis a campo existen dos sectores bien marcados, por un lado, el ecosistema actual de duna móvil que permanece sin cobertura vegetal tal cual la descripción CONEAT y por otro, un área de 571 ha de *Pinus pinaster* con y sin manejo silvicultural reciente que concuerda con la descripción CONEAT de la categoría 07.1.

Resulta de singular interés que la categoría de la capa Zonificación, Intervención mínima presenta dos áreas, por un lado, con “protección estricta” las islas y 300 m de buffer sobre ellas entendiéndose el concepto de intervención mínima, pero además esta categoría de Intervención mínima con un área de 2.580 ha de la subcategoría ‘restauración y conservación de sistema dunar y otros ecosistemas terrestres’, donde según MVOTMA. SNAP (2019), se plantea un plan de cosecha de 800 ha en 5 años. *“Conforme lo dispuesto por el num. 34 del art. 2º del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales (Decreto N° 349/2005, de 21 de setiembre de 2005) requerirán Autorización Ambiental Previa, las actividades, construcciones u obras que se proyecten dentro del área natural protegida, que no estuvieren comprendidas en el presente Plan de Manejo.”* Por lo tanto, algunas actividades sortearían un EIA, aun conociendo que las dunas transversales son parte de la unidad geológica Arenas litorales y fluviales, y considerando que el regreso al equilibrio previo al bosque implicaría un detrimento ambiental, debería de ser evaluado dentro de un estudio de impacto ambiental como indicaría la ley EIA No. 16.466, cuya interpretación radica en que toda obra en el estado de más de 100 ha debe estar contemplada dentro de un EIA, recordando, que en esta subcategoría se encuentran las cañadas que son la fuente de agua dulce para el pueblo.

Los resultados meteorológicos encontrados según la dirección de viento en el área de estudio concuerdan con los datos bibliográficos. *“Los vientos forman las dunas, la duna costera alimenta a la intermedia y está a su vez alimenta a la continental. Los productores que se encuentran al W de la ruta 10, y algunos detrás de la reserva por el lado E, se has visto beneficiados por el establecimiento de la reserva forestal porque frenaba el crecimiento de la duna continental próximo a la ruta”*.<sup>1</sup>



Figura No. 18. Imagen actual, octubre 2022

Fuente: EOSDA (s.f.), Google Earth.

Por medio de la imagen satelital de oct. de 2022, se aprecia una tala más allá de la zona de restauración y conservación, obra permitida de acuerdo a los objetivos del plan de manejo MVOTMA. SNAP (2019).

Las masas boscosas del PNCP han otorgado beneficio más allá del límite administrativo. La forestación del bosque protector de pino marítimo, la plantación forestal comercial o bosque de rendimiento y el propio monte indígena han captado carbono a lo largo de todos estos años. Ellos han contribuido con el medio ambiente, los ecosistemas y con la biodiversidad, de acuerdo a la fotointerpretación comparativa entre ambos vuelos aerofotogramétrico.

La conservación de algunos de estos ecosistemas depende del control de otros como ocurre con el avance natural de los bosques de pinos en desmedro de la riqueza biológica del área protegida, así como la biodiversidad y la salud de los recursos naturales en los próximos años dependerá de los cambios puntuales que se hagan hoy.

Consideraciones finales para futuros trabajos: i) quedaría estudiar si cabe la posibilidad de que en algunos padrones se pudiera plantear un proyecto de bonos de carbono, ii) un relevamiento exhaustivo del monte indígena de mayor área, iii) la instalación de un desarrollo apícola con el amparado en la ley No.17.115 con beneficio sobre el monte indígena, iv) estudio de la situación edafológica del parque nacional dada la profunda alteración del paisaje tras la fijación de parte del sistema dunar desde la últimas plantaciones del año 1987.

## 6. RESUMEN

El área de estudio es la franja terrestre del parque nacional Cabo Polonio de 4.653 ha, sitio Ramsar y reserva de biósfera ubicado en el Sureste de la República Oriental del Uruguay. El estudio se desarrolló desde 2019 a 2022. Incluye recopilación legal de los recursos naturales, registros edafológicos y mediciones dasométricas que complementa la digitalización de rodales generada sobre foto del vuelo aero fotogramétrico nacional 2017 de la Infraestructura de Datos del Uruguay; también se emplearon imágenes satelitales y datos geográficos que acompañan el plan de manejo del Cabo Polonio de MVOTMA.SNAP. Los datos fueron analizados dentro de un proyecto de sistema de información geográfica con ArcGIS y resultó imprescindible el reconocimiento a campo de ecosistemas de alto valor biológico descriptos en el plan de manejo.

Palabras clave: Parque Nacional Cabo Polonio; Áreas protegidas; Geomática; SIG; Cartografía temática; Sitio Ramsar; Reserva de biósfera.

## 7. SUMMARY

The study area is the land strip of the 4,653 ha Cabo Polonio National Park, a Ramsar site and biosphere reserve located in the southeast of the Oriental Republic of Uruguay. The study was carried out from 2019 to 2022. It includes legal collection of natural resources, soil records and dasometric measurements that complement the digitalization of stands generated on the photo of the national aerophotogrammetric flight 2017 of the Infraestructura de Datos del Uruguay; Satellite images and geographic data accompanying the Cabo Polonio management plan of MVOTMA.SNAP were also used. The data was analyzed within a geographic information system project ArcGIS and it was essential to recognize the ecosystems of high biological value described in the management plan in the field.

Key words: Cabo Polonio National Park; Protected areas; Geomatics; GIS; Thematic cartography; Ramsar site; Biosphere reserve.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Achkar, M.; Cantón, V.; Díaz, I.; Domínguez, A.; Faccio, C.; Fernández, G.; Pesce, F.; Sosa, B. 2011. Áreas protegidas desafío en el ordenamiento ambiental del territorio. (en línea). Montevideo, UCUR. Departamento de Publicaciones. 72 p. Consultado jun. 2022. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/4138>
2. \_\_\_\_\_. 2012. Eco regiones de Uruguay. (en línea). Montevideo, UdelaR. Facultad de Ciencias. Instituto de Ecología Ciencias Ambientales. 25 p. Consultado abr. 2022. Disponible en <https://docplayer.es/70368682-Ecoregiones-de-uruguay-dr-marcel-achkar.html>
3. Aguirre, R. 2009. Conceptos de Geomática y estudios de caso en México. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. 366 p.
4. Alía, R.; Martín, S. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Maritime pine (*Pinus pinaster*). Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute. 6 p.
5. Alonso, E. 1997. Plantas acuáticas de los humedales del Este. Montevideo, Hemisferio Sur. 238 p.
6. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
7. Alvarenga, J.; García, O. 2015. Productos forestales no madereros, comercialización en la zona Sur-Este del país. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 71 p.

8. Alvez, M. del C. 2011. Aspectos geomorfológicos de la costa atlántica uruguaya. Trabajo de grado de la licenciatura de geología. Licenciatura en Geología. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 110 p.
9. American Conifer Society, US. 2002. *Pinus pinaster*. (en línea). Golden Valley, Minnesota. s.p. Consultado ene. 2002. Disponible en <https://conifersociety.org/conifers/pinus-pinaster/>
10. Aramburu, M.; Elvira N.; Gutiérrez, A. 2019. Inventario forestal del parque de Facultad de Agronomía Sayago. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 135 p.
11. Baez, F.; Bayce, D. 2002. Árboles y arbustos del parque de la Facultad de Agronomía. Montevideo, Facultad de Agronomía. 102 p.
12. Bonomi, L.; López, R.; Pérez, D.; Pizzatti, M. 1994. Contribución al plan de manejo del área de Cabo Polonio. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 224 p. Consultado ene. 2022. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28033/1/BonomiLuisAndr%C3%A9s.pdf>
13. Bosque Sendra, J. 1992. Sistemas de información geográfica. Madrid, Rialp. 450 p.
14. Bossi, J.; Ferrando, L.; Fernández, A.; Elizalde, G.; Morales, H.; Ledesma, J.; Carballo, E.; Medina, E.; Ford, I.; Montaña, J. 1975. Carta geológica del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. 32 p.
15. \_\_\_\_\_; Ferrando, L.; Montaña, J.; Campal, N.; Morales, H.; Gancio, F.; Schipilov, A.; Piñeiro, D.; Spechman, P. 1998. Carta geológica del Uruguay: esc.1/500.000. Montevideo, Facultad de Agronomía. 141 p.

16. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2001. Carta geológica del Uruguay. Montevideo. Facultad de Agronomía. Esc. 1:500.000. 1 disco compacto.
17. \_\_\_\_\_. 2009. Regiones geológicas para aplicaciones agronómicas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 86 p.
18. Brussa, C. A. 1994. Eucalyptus: especies de cultivo más frecuentes en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 328 p.
19. Caldevilla, G.; Quintillán, A. 2002. Plan para la eliminación de una forestación con impactos negativos en el monumento natural de dunas y costa atlántica (Rocha, Uruguay). (en línea). In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (17<sup>as.</sup>, 2002, Concordia, Entre Ríos, Argentina). Memorias. s.n.t. pp. 1-13. Consultado dic. 2020. Disponible en <http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2002/posters2002/168%20Quintillan%20trab%20completo.pdf>
20. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2017. La legislación forestal en la conservación del bosque nativo en Uruguay y su desarrollo a futuro. (en línea). In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (31<sup>as.</sup>, 2017, Concordia, Entre Ríos, Argentina). Memorias. s.n.t. pp. 1- 5. Consultado ene. 2020 Disponible en [https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2017/Caldevilla-y-Quintillan-\\_Bosque-Nativo-Uruguay.pdf](https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2017/Caldevilla-y-Quintillan-_Bosque-Nativo-Uruguay.pdf)
21. Casaux, G. 2012. Régimen legal en suelos. Un componente esencial de la dimensión ambiental. Revista de la Facultad de Derecho. no. 32:39-55.
22. \_\_\_\_\_. 2015. Manual de derecho ambiental. El territorio. 2<sup>a.</sup> ed. Montevideo, Facultad de Veterinaria. t. 4, 109 p.
23. \_\_\_\_\_.; Fiorito, M. 2019. Manual de derecho ambiental. Recursos naturales. 2<sup>a.</sup> ed. Montevideo, Facultad de Veterinaria. t. 2, 108 p.

24. CFS. PFC (Canadian Forest Service. Pacific Forestry Centre, CA). 1993. Glossary of Forestry Terms. (en línea). Victoria, British Columbia, Forestry Canada Pacific and Yukon Region. 23 p. Consultado abr. 2022. Disponible en <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/2919.pdf>
25. Chuvieco, E. 1996. Fundamentos de teledetección espacial. 3ª. ed. Madrid, Rialp. 568 p.
26. \_\_\_\_\_. 2008. Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio. (en línea). 3ª. ed. rev. Barcelona, Ariel. 72 p. Consultado nov. 2011. Disponible en [http://books.google.com.uy/books?id=aKsNXCVtcQC&printsec=frontcover&dq=TELEDETECCION+AMBIENTAL:+LA+OBSERVACION+DE+LA+TIERRA+DESDE+EL+ESPACIO&hl=es&ei=B8-1TsCXE8fd0QHEgpjSBw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.uy/books?id=aKsNXCVtcQC&printsec=frontcover&dq=TELEDETECCION+AMBIENTAL:+LA+OBSERVACION+DE+LA+TIERRA+DESDE+EL+ESPACIO&hl=es&ei=B8-1TsCXE8fd0QHEgpjSBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
27. de Álava, D.; Fernández, G.; Panario, D.; Céspedes, C.; Gutiérrez, O. 1992. Propuesta de manejo para área protegida, Cabo Polonio - monumento de costa oceánica - Cat.III, UICN, incluida en la Convención de Ramsar departamento de Rocha. Montevideo, Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Instituto de Geociencias. Unidad de Ciencias de la Epigénesis. 74 p.
28. De Las Rivas, J. 2000. La luz y el aparato fotosintético. In: Azcón-Bieto, J.; Talón, M. eds. Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid, McGraw-Hill Interamericana. pp. 131- 153.
29. Del Puerto, O. 1997. Vegetación del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 16 p.
30. Delfino, L.; Masciadri, S. 2005. Relevamiento florístico en el Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. (en línea). Iheringia. Série Botânica. 60(2):119-128. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/189>

31. Encyclopedia Britannica, UK. 2022. Pine: plant genus. (en línea). London. s.p. Consultado ene. 2022 Disponible en <https://www.britannica.com/plant/pine>
32. EOSDA (EOS Data Analytics,US). s.f. LandViewer. (en línea). Mountain View. s.p. Consultado dic. 2019. Disponible en <https://eos.com/landviewer/?tool-timelapse>
33. Eredics, P. 2008. GIS: more than a map for forestry managers. International Forest Industries. no. 6:20-21
34. \_\_\_\_\_. 2010. Mapping forestry. Redlands, California, ESRI. 80 p.
35. ESA (European Space Agency, FR). s.f. Copernicus Open Access. (en línea). Paris. s.p. Consultado dic. 2019. Disponible en <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
36. ESRI (Environmental Systems Research Institute, US). 2011. U.S. Forest service speeds access to forest data. Forestry GIS Journal. Winter 2010/2011:1-3.
37. Estes, J.; Star, J. 1993. NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis). Remote sensing and GIS integration: towards a prioritized research agenda. (en línea). Santa Barbara, University of California. 13 p. (Technical Report). Consultado ene. 2020. Disponible en <http://ncgia.ucsb.edu/technical-reports/PDF/93-4.pdf>
38. FAO (Food and Agriculture Organization, IT). s.f. Bosques sostenibles: el supermercado de la naturaleza. (en línea). Roma. s.p. Consultado abr..2022. Disponible en <https://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1037245/#:~:text=La%20FAO%20define%20ampliamente%20los,de%20dosel%20superior%20al%2010%25>
39. \_\_\_\_\_. 2015. Servicios ecosistémicos forestales. (en línea). In: Reunión del Comité de Bosques y de la Industria Forestal (73<sup>a</sup>.), Reunión de la Comisión Forestal Europea (38<sup>a</sup>., 2015, Engelberg). Actas. Roma. p. irr. Consultado abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/publications/card/es/c/3c488973-200d-4a21-b518-fffbe670677e/>

40. \_\_\_\_\_. 2022. AGROVOC Multilingual Thesaurus. (en línea). Rome. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en <https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/>
41. Gates, D. M. 1970. Physical and physiological: properties of plants. In: Remote sensing with special reference to agriculture and forestry. Washington, D. C., National Academy of Sciences. pp. 224-252
42. Gilman, E. F.; Watson, D. G.; Klein, R. W.; Koeser, A. K.; Hilbert, D. R.; McLean, D. C. 2018a. *Pinus elliottii*: Slash Pine. (en línea). Gainesville, University of Florida. IFAS. 4 p. Consultado feb. 2021. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ST/ST46300.pdf>
43. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2018b. *Pinus taeda*: Loblolly Pine. (en línea). Gainesville, University of Florida. IFAS. 3 p. Consultado ene. 2022. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ST/ST47800.pdf>
44. Gobierno de México. Comisión Nacional Forestal, MX. 2015. Servicios ambientales. (en línea). México, D. F. s.p. Consultado may. 2022. Disponible en <https://www.gob.mx/conafor/documentos/servicios-ambientales-27810#:~:text=Los%20Servicios%20Ambientales%20del%20Bosque,nivel%20local%2C%20regional%20o%20global>
45. Hincapié, E.; Ramírez, F. 2010. Riesgo de la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera. (en línea). Manizales, CENICAFE. 8 p. (Avances Técnicos no. 400). Consultado ene. 2022. Disponible en <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/404/1/avt0400.pdf>
46. Ibarra-Castanedo, C. 2005. Quantitative subsurface defect evaluation by pulsed phase thermography: depth retrieval with the phase. (en línea). PhD. thesis. Quebec, Canada. Laval University. 188 p. Consultado abr. 2020. Disponible en <http://www.theses.ulaval.ca/2005/23016/23016.pdf>
47. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BR). 2020. Conjunto de dados. (en línea). Rio de Janeiro. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <https://dados.gov.br/dataset?tags=Geoespacial&organization=insti-tuto-brasileiro-de-geografia-e-estatistica-ibge>

48. IDE. UY (Infraestructura de Datos Espaciales, UY). 2019. Vuelo aerofotogramétrico nacional: 2017-2018. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2019. Disponible en <https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/>
49. INE (Instituto Nacional de Estadística, UY). 2011. Censo 2011: población. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jul. 2021. Disponible en [https://visualizador.ide.uy/ideuy/core/load\\_public\\_project/Geoporta/INE/](https://visualizador.ide.uy/ideuy/core/load_public_project/Geoporta/INE/)
50. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. 2000. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.
51. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos: descripción de suelos. Montevideo. t. 3, ap. I, 147 p.
52. Martínez, S.; Ubilla, M. 2009. El cuaternario en Uruguay. In: Vetoslavsky, G.; Martínez, S.; Ubilla, M. eds. Cuencas sedimentarias de Uruguay. 2ª. ed. rev. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Ciencias. DIRAC. pp.195-227.
53. Martino, D.; Bennadji, Z.; Fossati, A.; Pagliano, D.; Van Hoff, E. 1997. La forestación con eucaliptos en Uruguay. Montevideo, INIA. 24 p. (Serie Técnica no. 88).
54. MDN. SGM (Ministerio de Defensa Nacional. Servicio Geográfico Militar, UY). 1966. Fotos aéreas. Montevideo. Esc.1:20.000. s.p.
55. MEF. DNC (Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección Nacional de Catastro, UY). 2022 Shape de parcelario rural y urbano. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2022. Disponible en <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/direccion-nacional-de-catastro-shapes-del-parcelario-rural-y-urbano>
56. MGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, UY). 2021. Web Map Service. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2022.

Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/tramites-y-servicios/servicios/web-map-service>

57. \_\_\_\_\_. DGF (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY). 2004. Código nacional de buenas prácticas forestales. Montevideo. 80 p.
58. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2016. Monitoreo de bosques. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/monitoreo-bosques>.
59. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2018. Monitoreo de bosques. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/monitoreo-bosques>.
60. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2019. Monitoreo de bosques. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/monitoreo-bosques>.
61. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2021. Monitoreo de bosques. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/monitoreo-bosques>.
62. \_\_\_\_\_. DGRN (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). s.f. Servicios digitales. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/servicios-digitales>
63. \_\_\_\_\_. DGRNR (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, UY). 1994. Índices de productividad grupos CONEAT. Reimp. Montevideo. 182 p.
64. \_\_\_\_\_. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2000. SICA. Sistema de Información Censo Agropecuario 2000. Montevideo. 1 disco compacto.

65. MIEM. DINAMIGE (Ministerio de Industria, Energía y Minería. Dirección Nacional de Minería y Geología, UY). 2019. Visualizador geológico minero. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en [http://visualizadorgeominero.dinamige.gub.uy/DINAMIGE\\_mvc2/](http://visualizadorgeominero.dinamige.gub.uy/DINAMIGE_mvc2/)
66. MINDEF. IGN (Ministerio de Defensa. Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina, AR). 2020. Capas SIG. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado ene. 2021. Disponible en <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>
67. Moraes, E. Caria de. 2002. Fundamentos de sensoriamiento remoto. (en línea). São José dos Campos, Brasil, INPE. 21 p. Consultado dic. 2019. Disponible en [http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1\\_ECMoraes.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf)
68. MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, UY). 2020. Geoportal. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <https://geoportal.mtop.gub.uy/>
69. MVOT. DINOT (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial, UY). s.f. Sistema de información territorial. Categorías de suelo. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2021. Disponible <https://sit.mvotma.gub.uy/js/sit/>
70. MVOTMA (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, UY). 2017. Listado de capas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado feb. 2022. Disponible en <https://www.ambiente.gub.uy/oan/listado-de-capas/>
71. \_\_\_\_\_. SNAP (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, UY). 2019. Plan de manejo: Parque Nacional Cabo Polonio. (en línea). Montevideo. 93 p. Consultado dic. 2019. Disponible en [https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Plan-de-Manejo-PN-Cabo-Polonio\\_compressed%281%29.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Plan-de-Manejo-PN-Cabo-Polonio_compressed%281%29.pdf)

72. Okamoto Ken'ichi. 2001. Global environment remote sensing. (en línea). Tokio, Ken'ichi Okamoto. pp.1-4. Consultado dic. 2019. Disponible en [http://books.google.com/books?id=tXQy5JdQyZoC&pg=PA1&dq=remote+sensing+definition&hl=es&ei=5nGfTuLoK6Xs0gGvkaG1BA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=remote%20sensing%20definition&f=false](http://books.google.com/books?id=tXQy5JdQyZoC&pg=PA1&dq=remote+sensing+definition&hl=es&ei=5nGfTuLoK6Xs0gGvkaG1BA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=remote%20sensing%20definition&f=false)
73. Panario, D.; Piñeiro, G. 1993. Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. (en línea). Montevideo, Uruguay, UdelaR. Facultad de Ciencias. Unidad Ciencias de Epigénesis. 62 p. Consultado oct. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/334117835\\_Dinamica\\_sedimentaria\\_y\\_geomorfolologica\\_de\\_dunas\\_y\\_playas\\_en\\_Cabo\\_Polonio\\_Rocha\\_Informe\\_Tecnico\\_Unidad\\_de\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Epigénesis\\_Facultad\\_de\\_Ciencias\\_Universidad\\_de\\_la\\_Republica\\_Montevideo](https://www.researchgate.net/publication/334117835_Dinamica_sedimentaria_y_geomorfolologica_de_dunas_y_playas_en_Cabo_Polonio_Rocha_Informe_Tecnico_Unidad_de_Ciencias_de_la_Epigénesis_Facultad_de_Ciencias_Universidad_de_la_Republica_Montevideo)
74. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1997. Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. (en línea). Climate Research. 9(1-2):67-72. Consultado nov. 2022. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/228803440\\_Vulnerability\\_of\\_oceanic\\_dune\\_systems\\_under\\_wind\\_pattern\\_change\\_scenarios\\_in\\_Uruguay](https://www.researchgate.net/publication/228803440_Vulnerability_of_oceanic_dune_systems_under_wind_pattern_change_scenarios_in_Uruguay)
75. Pedemonte, V.; Silveira, M. 2021. Evaluación de la calidad posicional absoluta de la capa de rutas nacionales. Análisis realizado a partir de las intersecciones de rutas. (en línea). Tesis Tecnólogo en Cartografía. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. 109 p. Consultado oct. 2021. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/28419>
76. Pinilla Ruiz, C. 1995. Elementos de teledetección. Madrid, RA-MA. 313 p.
77. Pinto, I. 2003. Raw material characteristics of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) and their influence on simulated sawing yield. (en línea). Helsinki, University of Technology. Department of Forestry Product Technology. 114 p. Consultado ene. 2022. Disponible en

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2004/P533.pdf>

78. Pintos, L.; Villalba, J. 1998. Plan de gestión de la reserva forestal Cabo Polonio y Aguas Dulces. Tesis de grado. Montevideo. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. 120 p.
79. Porcile Maderni, J. F. 2007. Crónicas del desarrollo forestal del Uruguay. (en línea). s.n.t. 132 p. Consultado mar. 2022. Disponible en <https://docplayer.es/94847286-Cronicas-del-desarrollo-forestal-del-uruguay-juan-francisco-porcile-maderni.html>
80. Preciozzi, F.; Spoturno, J.; Heinzen, W.; Rossi, P. 1985. Carta geológica del Uruguay. Montevideo, Ministerio de Industria y Energía. Dirección Nacional de Minería y Geología. Esc. 1:500.000. 97 p.
81. Rodríguez Pérez, J. R.; Blanco Martínez, J.; Fernández Manzo, A. 2002. La teledetección como herramienta para ordenación rural sostenible en entidades locales menores. (en línea). In: Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (10º., 2000, Valladolid). Ciencia y tecnología de la información geográfica en un mundo globalizado. Valladolid, Dossoles Multimedia. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en <http://buleria.unileon.es/handle/10612/2674>
82. Royal Botanic Garden. Kew Science, UK. s.f. World Checklist of Selected Plant Families: *Pinus taeda* L. (en línea). London. s.p. Consultado ene. 2022. Disponible en [https://wcsp.science.kew.org/namedetail.do?name\\_id=380129](https://wcsp.science.kew.org/namedetail.do?name_id=380129)
83. SCDB (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, CA). 2009. Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida: guía de buenas prácticas. (en línea). Montreal. 47 p. Consultado jun. 2022. Disponible en <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-guide-des-bonnes-pratiques-forests-web-es.pdf>
84. Severova, V. 1997. Climas del Uruguay. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en [https://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy\\_c-info.htm](https://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy_c-info.htm)

85. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 1994a. Manual para la descripción e Interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.
86. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1994b. El movimiento del aire. Montevideo, Facultad de Agronomía. 26 p.
87. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1999. Curso práctico de agrometeorología. Montevideo, Facultad de Agronomía. 125 p.
88. Toledo, S. 2017. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 41 p. Consultado oct. 2022. Disponible en <http://www.biblioteca.fagro.edu.uy/files/Guia.pdf>
89. UMN. CFANS (University of Minnesota. College of Food, Agricultural and Natural Resources. Department of Forest Resources, US). s.f. High resolution satellite imagery and resource management. Minneapolis. 3 p.
90. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. s.f. Managing forest with GIS, GPS and digital imagery. Minneapolis. 4 p.
91. USGS (United States Geological Survey, US). s.f. Earth Explorer. Reston. s.p. Consultado dic. 2019. Disponible en <https://earthexplorer.usgs.gov/>
92. Wikimedia. 2005. Carta de climas de Australia. (en línea). s.l. s.p. Consultado may. 2021. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Clima\\_de\\_Australia#/media/Archivo:Australia-climate-map\\_MJC01.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Australia#/media/Archivo:Australia-climate-map_MJC01.png)
93. \_\_\_\_\_. 2007. Distribution map of *Eucalyptus globulus*. (en línea). s.l. s.p. Consultado may. 2021. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:E.\\_globulus.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:E._globulus.JPG)
94. \_\_\_\_\_. 2008. *E. grandis*. (en línea). s.l. s.p. Consultado may. 2021. Disponible en [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E.\\_grandis.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E._grandis.JPG)

9. ANEXOS

## Anexo 1. Características de los satélites

Sentinel 2			
	Spectral Band	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
1	Coastal/Aerosol	0.443	60
2	Blue	0.490	10
3	Green	0.560	10
4	Red	0.665	10
5	Vegetation Red Edge	0.705	20
6	Vegetation Red Edge	0.740	20
7	Vegetation Red Edge	0.783	20
8	NIR	0.842	10
8A	Vegetation Red Edge	0.865	20
9	Water vapour	0.945	60
10	SWIR Cirrus	1.375	60
11	SWIR	1.610	20
12	SWIR	2.190	20

Landsat 8 sensor Oli y Tirs en banda 10 y 11				
Spectral Band		Wavelength (µm)	Resolution (m)	Importancia
banda 1	Coastal/Aerosol	0.43-0.45	30	Estudios costeros y de aerosoles
banda 2	Blue	0.45-0.51	30	Cartografía batimétrica, que distingue el suelo de la vegetación y la vegetación caducifolia de la vegetación de coníferas
banda 3	Green	0.53-0.59	30	Destaca los picos de máxima vegetación, que son útiles para evaluar el vigor de las plantas
banda 4	Red	0.63-0.67	30	Destaca los picos de máxima vegetación, que son útiles para evaluar el vigor de las plantas
banda 5	Near Infrared (NIR)	0.85-0.88	30	Destaca el contenido de biomasa y las costas
banda 6	Short Wavelength Infrared (SWIR 1)	1.57-1.65	30	Distingue la humedad del suelo y de la vegetación; penetra a través de nubes finas
banda 7	Short Wavelength Infrared (SWIR 2)	2.11-2.29	30	Mejora de la lectura de la humedad del suelo y la vegetación y la penetración a través de nubes finas
banda 8	Panchromatic	0.50-0.68	15	Sharper image definition
banda 9	Cirrus	1.36-1.38	30	Improved detection of cirrus cloud contamination
banda 10	Long Wavelength (TIRS 1)	10.60-11.19	100	Thermal mapping and estimated soil moisture
banda 11	Long Wavelength (TIRS 2)	11.50-12.51	100	Thermal mapping and estimated soil moisture

## Anexo No. 2. Fotografías de algunos ecosistemas

Ambiente: pradera



34°22'53.79"S 53°50'41.12"W

Ambiente: bosque nativo



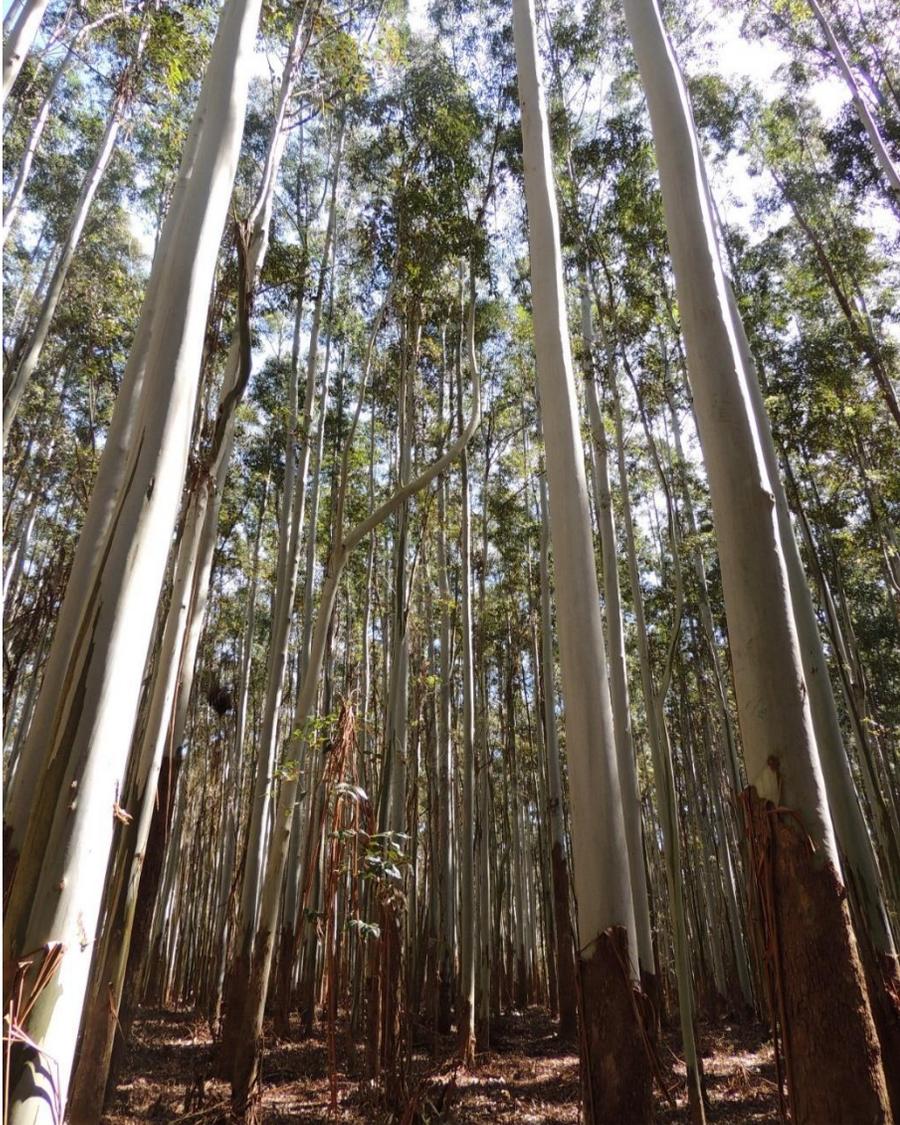
34°23'43.0"S 53°50'52.8"W

Ambiente: forestación  
*Casuarina cunninghamiana*



34°24'27.30"S 53°51'25.48"W

*Eucalyptus grandis*



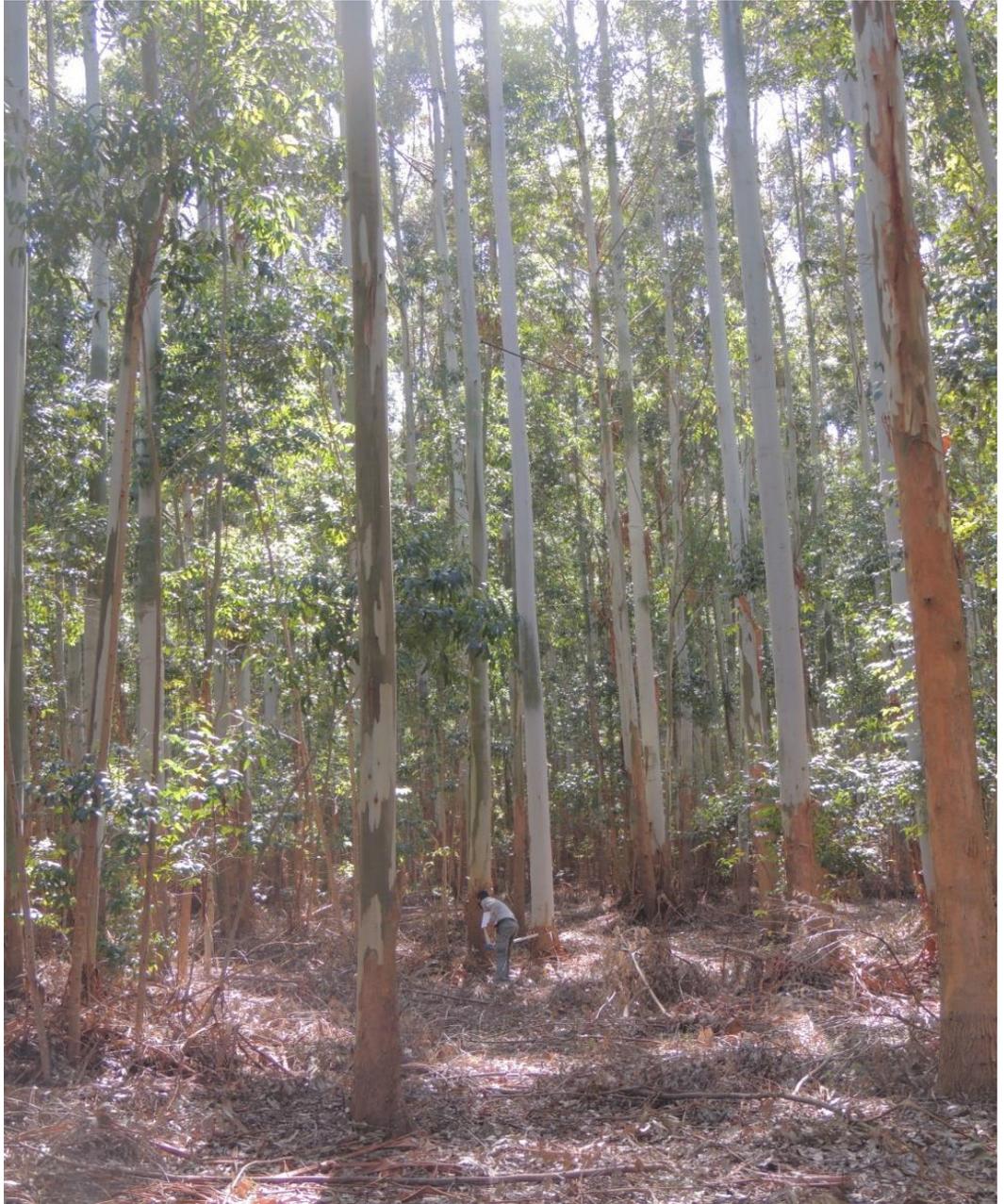
34°24'46.73"S 53°51'31.65"W



-34,410699 -53,859347



-34,410699 -53,859347



34°24'19.56"S 53°51'59.25"W

*Eucalyptus globulus*



-34,402027 -53,867193

*Pinus taeda*



-34,406159 -53,869045

*Pinus elliottii* y *Eucalyptus* sp



-34,404095 -53,860835

*Pinus elliotti*



34°23'48.56"S 53°51'27.29"W

Ambiente: duna fija



34°22'31.03"S 53°49'0.64"W

Matorral psamófilo en duna fija



34°22'02.1" S 53°48'21.0" W

Camino de entrada con matorral psamófilo



34°23'42.34"S 53°49'15.56"W

Ambiente: duna fija por forestación

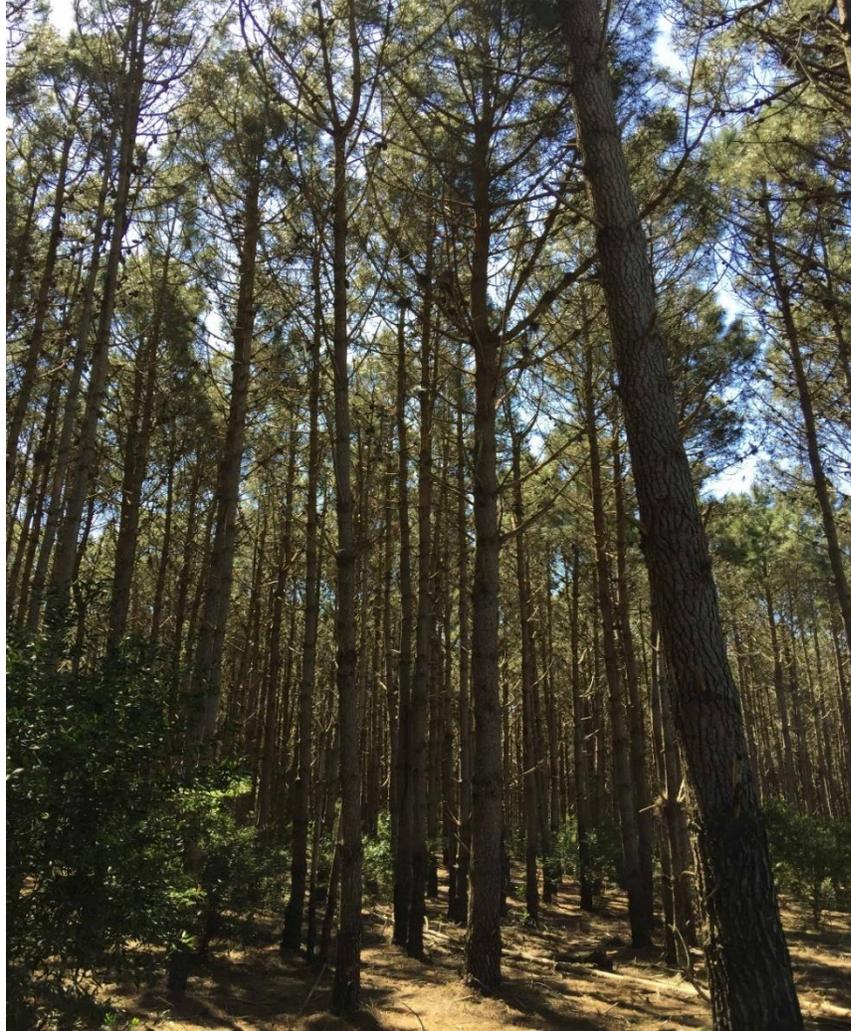


*Pinus pinaster*



34°24'8.99"S 53°49'22.60"W

*Pinus pinaster*



34°22'49.0" S 53°47'46.8" W

Ambiente: duna semi fija



34°22'41.8" S 53°47'26.9" W

Ambiente: duna móvil.



34°23'19.2" S 53°47'59.3" W



Depresión inundable en la desembocadura



34°21'08.8" S 53°47'32.2" W

Ambiente: depresión inundable costera



34°24'0.32"S 53°47'45.33"W



34°25'4.06"S 53°50'17.47"W

### Anexo 3. Histórico de imágenes

Evolución histórica de las coberturas y de las geoformas.

- 1) Foto aérea antigua
- 2) de GE 1985, 2003
- 3) mayo y octubre 2020
- 4) mayo 2021
- 5) mayo y agosto 2022
- 6) octubre 2022.

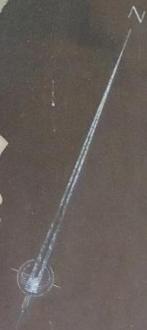
M.G.A. DIRECCION FORESTAL

AREA CABO POLONIO

LAGUNA

DE

CASTILLOS



LA PLATA

10.000



Mosaico de Google Earth en los años 1985 y 2003



Mosaico de LandViewer en mayo y octubre de 2014



Mosaico de LandViewer en mayo de 2021



Mosaico de LandViewer en mayo y agosto de 2022.



Mosaico de LandViewer en octubre de 2022, Google Earth.

Anexo No. 4. Las tablas A y B forman parte del mapa rodiales con centroide

Tabla A con ID, Ht, DAP, Especie No. muestreo, área, y coordenadas

Id	Altura	DAP	No.	Especie	Área	X Coord.	Y Coord.
1	0	0	0	Duna móvil	999,09	243488,9352	6190982,47
2	10	0	11	<i>Pinus pinaster</i> y herbazal	98,13	240558,2966	6189840,559
3	0	0	19	<i>Pinus pinaster</i> sin Ht	128,65	243846,4072	6193016,819
4	21	26	37	<i>Pinus pinaster</i>	53,29	242665,2065	6193971,901
5	23	20	0	<i>Pinus pinaster</i>	6,98	243000,238	6194128,925
6	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	1,92	242455,2407	6191600,389
7	23	20	0	<i>Pinus pinaster</i>	3,50	243482,8586	6193138,306
8	25	25	0	<i>Pinus pinaster</i>	9,85	242618,9805	6194574,344
9	26	36,8	39	<i>Pinus pinaster</i>	183,42	242808,4381	6192629,518
10	0	0	0	<i>Eucalyptus</i> sin Ht	1,01	242297,7595	6194225,099
11	21	26	0	<i>Pinus pinaster</i>	0,84	242154,4397	6193846,676
12	25	25	36	<i>Pinus pinaster</i>	1,53	242163,2093	6193699,612
13	0	0	42	<i>Pinus pinaster</i>	55,53	240660,339	6192449,049
14	0	0	35	<i>Pinus pinaster</i> y bosque nativo	0,80	241975,6084	6193517,82
15	23	20	10	<i>Pinus pinaster</i>	206,50	242124,801	6192366,613
16	0	0	66	Bosque nativo	72,88	238526,9284	6188872,712
17	0	0	0	Bosque nativo	3,92	238601,7709	6188656,588
18	0	0	13	<i>Eucalyptus</i> sp.	2,19	241100,2464	6190023,019
19	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	0,47	239003,7162	6188690,963
20	28	34	59	<i>Pinus elliotii</i>	23,53	237374,4129	6188115,385
21	23	28	18	<i>Pinus pinaster</i>	180,81	238185,5229	6187977,939
22	25	25	0	<i>Pinus pinaster</i>	32,92	239108,504	6189553,43
23	26	24,6	49	<i>Pinus pinaster</i>	6,86	240901,4833	6192838,969
24	25	36,6	45	<i>Pinus pinaster</i>	10,53	241263,0926	6193081,869
25	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	0,59	240902,5616	6192937,636
26	19	36	16	<i>Pinus pinaster</i>	17,57	240254,1202	6189755,099
27	25	27	0	<i>Pinus pinaster</i>	2,52	240602,532	6190044,706
28	23	20	0	<i>Pinus pinaster</i>	11,92	240528,8395	6190334,027
29	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i> y matorral	6,27	239971,4513	6190707,578
30	0	0	0	Bosque nativo	3,42	240029,0987	6192826,318
31	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	16,57	242922,2283	6194905,966

32	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i> y herbazal	6,39	243001,2842	6194482,578
33	0	0	0	<i>Pinus</i> y bosque nativo	5,02	239573,5785	6191029,758
34	0	0	63	<i>Pinus elliotii</i> y taeda	108,18	237130,5663	6190144,847
35	0	0	0	Bosque nativo	5,09	239541,7879	6191483,892
36	34	27	26	<i>Pinus elliotii</i>	5,21	238873,71	6191524,941
37	26,5	36,5	40	<i>Pinus elliotii</i>	2,38	238681,9423	6191920,199
38	0	0	0	<i>Eucalyptus</i> sin Ht	32,61	236878,3897	6190101,094
39	0	0	0	Bosque nativo	1,03	239357,9566	6190915,093
40	0	0	1	Restauración	14,18	243256,4459	6193905,224
41	32	37	8	<i>Pinus pinaster</i>	22,40	242126,8477	6191093,744
42	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i> A. longifolia	2,88	241421,3102	6193097,141
43	31	36,7	43	<i>Pinus pinaster</i>	2,16	241873,5847	6193529,952
44	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	0,28	241751,9782	6190667,217
45	0	0	0	Mosaico con nativo	0,95	237437,279	6187786,435
46	25	26	60	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	2,65	237408,9157	6188946,238
47	42	47,5	57	<i>Eucalyptus grandis</i>	16,22	237078,7525	6188252,009
48	39	35	53	<i>Eucalyptus</i> sp.	2,00	236522,7602	6189037,415
49	22	29,5	50	<i>Pinus pinaster</i>	0,93	236172,2121	6189123,237
50	0	0	65	Arboretum	0,96	236065,5878	6189144,792
51	0	0	0	<i>Pinus</i> y <i>Eucalyptus</i>	0,94	236220,398	6189177,23
52	25	37	64	<i>Eucalyptus globulus</i> y <i>grandis</i>	7,82	236391,0613	6189400,927
53	0	0	55	<i>Eucalyptus</i> sp.	6,51	236382,6908	6188838,714
54	32	37,5	56	<i>Pinus elliotii</i>	5,60	236799,0187	6188465,14
55	25	27	0	<i>Pinus pinaster</i>	42,73	239817,1352	6190197,026
56	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	18,14	239972,7655	6190568,658
57	24	30	0	<i>Pinus pinaster</i>	41,74	241220,6349	6190650,693
58	0	0	15	Restauración	2,35	240685,7884	6189704,985
59	0	0	12	<i>Pinus pinaster</i>	27,49	240922,2553	6190345,352
60	0	0	22	Ingreso	18,03	240292,814	6190712,282
61	0	0	0	<i>Pinus elliotii</i>	10,35	236263,4087	6189488,85
62	32	37	0	<i>Pinus elliotii</i>	3,48	237476,3973	6189084,217

63	39	31	51	<i>Eucalyptus grandis</i>	50,61	236602,7026	6188926,002
64	0	0	0	<i>Pinus y Eucalyptus</i>	0,87	237484,0707	6188987,173
65	24	45	34	<i>Pinus pinaster</i>	0,26	242258,4505	6193434,821
66	21,5	30,3	46	<i>Pinus pinaster</i>	6,96	241572,6247	6192988,652
67	0	0	54	<i>Araucaria bidwillii</i>	0,31	236377,5134	6188984,247
68	32	37	0	<i>Pinus pinaster</i>	64,79	237918,2363	6188973,896
69	0	0	0	<i>Pinus elliotii</i>	0,26	236575,6928	6188781,774
70	0	0	0	Bosque nativo	1,97	238641,1234	6189857,953
71	0	0	0	<i>Pinus elliotii</i>	31,77	238921,671	6189906,437
72	0	0	58	<i>Eucalyptus grandis</i>	27,31	237089,6566	6188718,015
73	12	29	21	<i>Pinus pinaster</i>	26,72	237630,0656	6187702,12
74	0	0	14	Restauración	18,13	241477,1177	6189747,8
75	18	28	4	<i>Pinus pinaster</i>	13,85	242784,3013	6192117,165
76	24	30	6	<i>Pinus pinaster</i>	36,16	242352,7425	6191757,263
77	0	0	0	Pradera implantada	25,24	237609,1075	6190802,916
78	0	0	23	Bosque nativo	4,75	240304,497	6190337,216
79	25,5	27	28	<i>Pinus taeda</i>	75,56	238323,6825	6190360,005
80	25	41	38	<i>Pinus pinaster</i>	145,43	240693,1028	6191460,361
81	0	0	0	<i>Eucalyptus sin Ht</i>	0,54	239254,8188	6190833,936
82	0	0	0	Depresión en pradera	0,86	236854,4962	6189102,28
83	0	0	0	<i>Eucalyptus grandis</i>	5,46	237685,3066	6189332,831
84	0	0	0	Campo natural	5,48	242308,1649	6194410,232
85	0	0	0	Afloramientos rocosos	5,19	244892,6109	6195227,078
86	0	0	0	Pueblo	68,28	244171,9854	6189820,166
87	0	0	0	ojo de agua costero	1,90	244504,454	6195897,957
88	0	0	0	<i>Pinus pinaster</i>	16,17	241541,9349	6193415,561
89	0	0	0	Granito	15,84	244363,1065	6189225,879
90	0	0	0	Campo natural	1,47	242698,98	6194507,034
91	30	33	47	<i>Pinus pinaster</i>	0,90	241184,3881	6192849,123
92	0	0	0	Tapiz herbáceo	3,59	240918,3179	6189654,161
93	0	0	0	Tapiz herbáceo	2,42	241197,7298	6190109,198

94	0	0	0	pradera inundable	322,11	240463,0132	6194185,463
95	0	0	0	Bañado	249,13	240673,2832	6193231,317
96	0	0	0	Tapiz vegetal	29,83	243560,7675	6189857,055
97	0	0	0	Playa Sur	70,74	241011,5889	6188722,797
98	0	0	0	Playa	58,95	244805,6342	6193248,156
99	0	0	0	Tapiz vegetal	9,89	238320,9146	6187424,191
100	0	0	0	pradera cortafuego	12,30	236527,814	6188786,336
101	0	0	0	CN/Pradera	365,88	238660,9011	6191182,415
102	0	0	0	Depresión inundable interdunar	7,57	243117,2841	6195254,772
103	0	0	0	pinos y humedal	20,20	243599,2622	6195524,943
104	0	0	0	Tapiz vegetal	5,24	239513,9718	6188055,216
106	0	0	0	Tapiz vegetal	0,87	243081,0731	6194808,813
108	0	0	0	Tapiz vegetal	66,94	241767,0718	6189387,566
109	0	0	0	Depresión inundable interdunar	61,11	244781,8417	6193871,408
110	0	0	20	Depresión inundable Costera	67,52	242978,8136	6189940,486

Tabla B con ID, No. de muestreo, especie y vegetación

Id	muestreo	Especie	vegetación
1	0	Duna móvil	duna móvil
2	11	<i>Pinus pinaster</i> y herbazal	<i>P. pinaster</i> regen. natural y herbazal psamófilo
3	19	<i>Pinus pinaster</i> sin Ht	<i>P. pinaster</i> regen. natural sobre arena móvil
4	37	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> sin manejo densidad alta
5	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> sotobosque de acacias y regen natural
6	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> regen natural escasa
7	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> sotobosque de acacias y regen natural
8	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad baja
9	39	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad media
10	0	<i>Eucalyptus</i> sin Ht	bosque de abrigo
11	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta y bañado

12	36	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
13	42	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> tala rasa camino regen natural
14	35	<i>Pinus pinaster</i> y bosque nativo	<i>P. pinaster</i> y psamófilo ralo
15	10	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
16	66	Bosque nativo	“canelón, ombú sobra de toro, coronilla, aruera”
17	0	Bosque nativo	Raleo tapiz herbáceo
18	13	<i>Eucalyptus sp.</i>	rodal pequeño
19	0	<i>Pinus pinaster</i>	raleo
20	59	<i>Pinus elliotii</i>	<i>P. elliotii</i>
21	18	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
22	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad baja
23	49	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> rodal añoso dañado por viento
24	45	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
25	0	<i>Pinus pinaster</i>	aislados
26	16	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> con raleos forestales
27	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i>
28	0	<i>Pinus pinaster</i>	rodal añoso viejo densidad media
29	0	<i>Pinus pinaster</i> y matorral	matorral psamófilo entrada
30	0	Bosque nativo	nativo en la pradera inundable
31	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> ralo sobre herbazal
32	0	<i>Pinus pinaster</i> y herbazal	<i>P. pinaster</i> con herbazal muy ralo
33	0	<i>Pinus</i> y bosque nativo	<i>Pinus sp</i> y bosque psamófilo entrada
34	63	<i>Pinus elliotii</i> y taeda	tala rasa de todos los rodales y regeneración
35	0	Bosque nativo	<i>Sapium sp.</i>
36	26	<i>Pinus elliotii</i>	<i>P. elliotii</i>
37	40	<i>Pinus elliotii</i>	portal de entrada y estacionamiento
38	0	<i>Eucalyptus</i> sin Ht	colorados bosques de abrigo
39	0	Bosque nativo	nativo entrada
40	1	Restauración	Rocas y tratamiento de conservación de dunas
41	8	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad media
42	0	<i>Pinus pinaster</i> A. longifolia	<i>P. pinaster</i> y acacias en el barranco
43	43	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta pinar viejo
44	0	<i>Pinus pinaster</i>	raleo
45	0	Mosaico con nativo	Eucalipto con psamófilo
46	60	<i>Casuarina cunninggamiana</i>	<i>Casuarina cunninggamiana</i>
47	57	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>E. grandis</i> sanos, parejos en diamante fustal sin varejones

48	53	<i>Eucalyptus sp.</i>	<i>Eucalyptus sp.</i>
49	50	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> rodal pequeño
50	65	Arboretum	Arboretum ornamental
51	0	<i>Pinus y Eucalyptus</i>	mezcla pinos y eucaliptos
52	64	<i>Eucalyptus globulus y grandis</i>	mezcla
53	55	<i>Eucalyptus sp.</i>	<i>Eucalyptus sp.</i>
54	56	<i>Pinus elliotii</i>	<i>P. elliotii</i>
55	0	<i>Pinus pinaster</i>	mezcla con <i>P. elliotii</i>
56	0	<i>Pinus pinaster</i>	bosque sin manejo
57	0	<i>Pinus pinaster</i>	Pinaster añoso
58	15	Restauración	área quemada
59	12	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> tala rasa regen natural
60	22	Ingreso	<i>P. pinaster</i> regen natural y matorral psamófilo y caminos
61	0	<i>Pinus elliotii</i>	tala rasa
62	0	<i>Pinus elliotii</i>	plantación
63	51	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>E. grandis</i> muy buenos ejemplares
64	0	<i>Pinus y Eucalyptus</i>	mezcla
65	34	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta de borde
66	46	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
67	54	<i>Araucaria bidwillii</i>	<i>A. bidwillii</i> y otros ejemplares
68	0	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad media
69	0	<i>Pinus elliotii</i>	aislados
70	0	Bosque nativo	nativo
71	0	<i>Pinus elliotii</i>	plantación con raleo
72	58	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>E. grandis</i> tala rasa en la visita a campo
73	21	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> regen natural sobre duna fija
74	14	Restauración	médano arado
75	4	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad alta
76	6	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> viejo
77	0	Pradera implantada	Pradera implantada
78	23	Bosque nativo	Matorral psamófilo
79	28	<i>Pinus taeda</i>	<i>P. taeda</i> con raleos
80	38	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i> densidad baja
81	0	<i>Eucalyptus sin Ht</i>	colorado bosque de abrigo
82	0	Depresión en pradera	depresión en pradera
83	0	<i>Eucalyptus grandis</i>	tala rasa
84	0	Campo natural	pradera
85	0	Afloramientos rocosos	rocosidad

86	0	Pueblo	pueblo
87	0	ojo de agua costero	ojo de agua costero
88	0	<i>Pinus pinaster</i>	mezcla <i>P. pinaster</i> <i>P. taeda</i>
89	0	Granito	punta rocosa
90	0	Campo natural	cortafuego
91	47	<i>Pinus pinaster</i>	<i>P. pinaster</i>
92	0	Tapiz herbáceo	tapiz vegetal
93	0	Tapiz herbáceo	tapiz vegetal camino entrada
94	0	pradera inundable	pradera inundable
95	0	Bañado	bañado
96	0	Tapiz vegetal	tapiz vegetal costero
97	0	Playa Sur	playa Sur
98	0	Playa	playa
99	0	Tapiz vegetal	tapiz vegetal
100	0	pradera cortafuego	pradera cortafuego
101	0	CN/Pradera	CN/Pradera
102	0	Depresión inundable interdunar	pajonales e hidrófilas
103	0	pinos y humedal	pinos y humedal
104	0	Tapiz vegetal	tapiz vegetal costero
106	0	Tapiz vegetal	tapiz vegetal costero
108	0	Tapiz vegetal	tapiz vegetal costero
109	0	Depresión inundable interdunar	depresión inundable interdunar
110	20	Depresión inundable Costera	depresión inundable costera

Anexo No. 5. Capa rodales en subzona de restauración y conservación

Id	Ht (m)	DAP (cm)	vegetación	Especie	muestreo	Área (ha)
2	10	0	<i>P. pinaster</i> regen. natural y herbazal psamófilo	<i>Pinus pinaster</i> y herbazal	11	98,13
3	0	0	<i>P. pinaster</i> regen. natural sobre arena móvil	<i>Pinus pinaster</i> sin Ht	19	123,61
6	0	0	<i>P. pinaster</i> regen. natural escasa	<i>Pinus pinaster</i>	0	1,86

7	23	20	<i>P. pinaster</i> sotobosque de acacias y regen natural	<i>Pinus pinaster</i>	0	3,50
9	26	36,8	<i>P. pinaster</i> densidad media	<i>Pinus pinaster</i>	39	70,27
15	23	20	<i>P. pinaster</i> densidad alta	<i>Pinus pinaster</i>	10	95,96
18	0	0	rodal pequeño	<i>Eucalyptus</i> <i>sp.</i>	13	2,19
19	0	0	raleo	<i>Pinus pinaster</i>	0	0,47
20	28	34	<i>P. elliotii</i>	<i>Pinus elliotii</i>	59	9,59
21	23	28	<i>P. pinaster</i> densidad alta	<i>Pinus pinaster</i>	18	154,86
22	25	25	<i>P. pinaster</i> densidad baja	<i>Pinus pinaster</i>	0	25,61
26	19	36	<i>P. pinaster</i> con raleos forestales	<i>Pinus pinaster</i>	16	17,57
27	25	27	<i>P. pinaster</i>	<i>Pinus pinaster</i>	0	2,52
28	23	20	rodal añoso viejo densidad media	<i>Pinus pinaster</i>	0	11,92
31	0	0	<i>P. pinaster</i> ralo sobre herbazal	<i>Pinus pinaster</i>	0	2,56
41	32	37	<i>P. pinaster</i> densidad media	<i>Pinus pinaster</i>	8	22,40
44	0	0	raleo	<i>Pinus pinaster</i>	0	0,28
55	25	27	mezcla con <i>P.</i> <i>elliotii</i>	<i>Pinus pinaster</i>	0	2,94
56	0	0	bosque sin manejo	<i>Pinus pinaster</i>	0	2,18
57	24	30	<i>P. pinaster</i> añoso	<i>Pinus pinaster</i>	0	41,74
59	0	0	<i>P. pinaster</i> tala rasa regen natural	<i>Pinus pinaster</i>	12	12,30

68	32	37	<i>P. pinaster</i> densidad media	<i>Pinus pinaster</i>	0	0,37
73	12	29	<i>P. pinaster</i> regen. natural sobre duna fija	<i>Pinus pinaster</i>	21	17,26
75	18	28	<i>P. pinaster</i> densidad alta	<i>Pinus pinaster</i>	4	13,85
76	24	30	<i>P. pinaster</i> añoso	<i>Pinus pinaster</i>	6	36,16
80	25	41	<i>P. pinaster</i> densidad baja	<i>Pinus pinaster</i>	38	34,88

La tabla de atributos contiene los campos cuyos nombres y descripción se describen en la siguiente tabla.

Nombre del campo	Descripción
Id	Código alfanumérico para identificar los rodales
Altura	Altura total expresada en metros
DAP	Diámetro de altura al pecho expresada en centímetros
No.	Número de muestro del rodal
Especie	Nombre científico de la especie o ecosistema asociado
Área	Área del rodal expresa en hectáreas
X Coord.	Coordenada X latitud en UTM 22 S.
Y Coord.	Coordenada Y longitud en UTM 22 S.
vegetación	tipo de vegetación o especies asociadas