

---

# ***TRABAJO FIN DE GRADO***

---

## ***BIOLOGÍA***

---

### **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SISTEMA DUNAR DE LA PLAYA DE BARAYO Y SU ENTORNO**



**Luis José Aguirre López**

**Departamento de Biología de Organismos y Sistemas**

**Noviembre/2016**



**UNIVERSIDAD DE OVIEDO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA**



## **Agradecimientos**

El presente Trabajo de Fin de Grado fue realizado bajo la supervisión del Dr. Tomás Emilio Díaz González, a quien me gustaría expresar mi agradecimiento por su paciencia, tiempo y enseñanzas.

A mi familia, por apoyarme en mis objetivos. En especial, a mi abuela materna por interesarse siempre por mis estudios.

A mi padre, a mi madre y a mi hermano, por ser los apoyos más importantes en mi etapa universitaria.

A mis amigos, por conseguir distraerme cuando las cosas no salen como uno espera.

A Ángela, por motivarme a seguir adelante y no abandonar.

### **Resumen**

En este trabajo se analiza el estado de conservación del sistema dunar de la playa de Barayo. Para cumplir este objetivo, tenemos en cuenta la densidad y diversidad de las especies presentes, así como su distribución, y las comparamos con las que se registraron en 1975. La importancia ecológica de la zona queda reflejada al ser considerada Reserva Natural Parcial, declarada el 27 de abril de 1995, en el Decreto 70/1995. Incluida también en el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de Penarronda-Barayo.

Además del catálogo florístico, se compara la evolución de la superficie del sistema dunar desde 1956 hasta la actualidad, con el fin de obtener una valoración adecuada del estado actual de conservación de la playa y más concretamente, de sus dunas.

### **Abstract**

In this study we analyze the quality of the dune conservation system of Barayo beach. To achieve this, we must take into account both density and diversity of present species, such as distribution, and we compare these with those completed studies taken in 1975. The ecological significance of the zone is reflected through its status as a partial natural reserve, declared on the 27<sup>th</sup> of April, 1955 by the 70/1995 decree. Also it is included in the Community Importance Place and the Special Protection Zone for Birds of Penarronda-Barayo.

Whatsmore, within the catalogue of flora, the comparisons of the superficial layer of the dune system are observable from 1956 until present, with the goal of obtaining adequate evaluation of the current state of conservation of the beach in question and more specifically its dunes.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	OBJETIVOS.....	1
1.2.	SITUACIÓN GENERAL DE LA PLAYA DE BARAYO .....	1
1.3.	ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS, BIOGEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA ZONA .....	1
1.4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FORMACIONES DUNARES DE LA COSTA CANTÁBRICA .....	3
1.4.1.	Generalidades .....	3
1.4.2.	Ecología de la vegetación presente en las dunas costeras .....	3
1.4.3.	Estructura del sistema dunar cantábrico .....	5
1.4.4.	Tipología dunar de la playa de Barayo .....	8
1.5.	MARCO NORMATIVO Y FIGURAS DE PROTECCIÓN DE LA RESERVA NATURAL PARCIAL DE BARAYO.....	9
1.6.	ALTERACIONES DE INTERÉS .....	11
2.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
3.1	EVALUACIÓN DE LA FLORA DEL SISTEMA DUNAR DE BARAYO .....	13
3.2	EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DUNAR A LO LARGO DEL TIEMPO .....	20
3.3	EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL SISTEMA DUNAR DE BARAYO.....	24
4.	CONCLUSIONES.....	27
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	28
6.	ANEXOS .....	I

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVOS

- El objetivo principal de este trabajo es evaluar la densidad y las especies de plantas existentes en el sistema dunar de la playa de Barayo.
- Comparar la diversidad actual con la que había en el pasado.
- Indicar las razones de la desaparición de partes notables de las dunas.
- Valorar el estado actual de conservación de la playa y sus alrededores, integrándose en el desarrollo del Proyecto Europeo LIFE+ARCO (concedido a la Universidad de Oviedo y cuyo jefe de proyecto es el Dr. Tomás E. Díaz González).
- Proponer soluciones para una mejor conservación del entorno.

## 1.2. SITUACIÓN GENERAL DE LA PLAYA DE BARAYO

La playa de Barayo se encuentra localizada en la parte occidental de Asturias, entre los concejos de Navia y Valdés, aunque la mayor parte de la playa pertenece a Valdés. La división es el propio río Barayo, que sirve de frontera natural entre los concejos. Barayo constituye una Reserva Natural Parcial (en adelante RNP), declarada el 27 de abril de 1995, en base al Decreto 70/1995, con una superficie de 3,4 km<sup>2</sup>. Incluida en el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de Penarronda-Barayo. (Díaz González, 2009)

La playa se encuentra en las coordenadas 43°33'42" N 6°36'55"W, con una longitud de 670 m. El ancho medio de la playa es de 85 metros, aunque presenta mucha variación según el estado de la marea. El río Barayo forma en su desembocadura un estuario de alto valor natural y calidad paisajística. (Wikipedia, 2016)

## 1.3. ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS, BIOGEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA ZONA

El territorio asturiano se divide en once distritos biogeográficos que comprenden 1 región, 1 provincia, 2 subprovincias, 4 sectores y 7 subsectores (Díaz González & Fernandez Prieto, 2006). La zona que nos ocupa pertenece al distrito Asturiano-noroccidental, dentro del sector Galaico-Asturiano de la subprovincia Cantabroatlántica. Asturias se enmarca dentro de la provincia Atlántica Europea en la región Eurosiberiana. (Díaz González, 2015)



Fig. 1 Mapa representativo de la biogeografía asturiana. (Díaz González, 2015)

En la España Peninsular aparecen dos de los cinco Macrobioclimas existentes a nivel mundial, el Mediterráneo y el Templado. (López Fernández, Piñas Arteta, & López Fernández, 2006)

La mayor parte de Asturias posee un bioclima Templado Oceánico, aunque nuestra zona de estudio destaca por su bioclima Templado Hiperocéánico, único y exclusivo del noroeste y norte Peninsular, ligado a la costa Atlántica y Cantábrica. Su rango altitudinal comprende desde el nivel del mar a 600 metros. (López Fernández, Piñas Arteta, & López Fernández, 2008)

Pisos Bioclimáticos (Termotipos)	T °C	lt, ltc	Tp	Rangos altitudinales (m)
Termotemplado (Tt) (Termocolino)	>14	290 – 350	2000 – 2175	0 – 90
Mesotemplado (Mt) (Colino)	10 – 14	190 – 290	1400 – 2000	90 – 700(900)
Supratemplado (St) (Montano)	6 – 10	120 – 190	800 – 1400	700(900) – 1700(1800)
Orotemplado (Ot) (Subalpino)	3 – 6	-	380 – 800	1700(1800) – 2300
Criorotemplado (Ct) (Alpino)	<3	-	1 – 380	2300 – 2648

Tabla 1 Pisos bioclimáticos (termotipos) existentes en Asturias. (Díaz González, 2015)

El clima de Asturias se desarrolla sobre la franja de circulación de las borrascas atlánticas, donde aumenta en gran medida la humedad, sobre todo, en otoño e invierno, debido a los vientos del W y NW. Las precipitaciones son relativamente abundantes, entre 1.000 y 2.000 mm/año. En la costa occidental, la precipitación media se sitúa en torno a 1.000-1.300 mm/año (Flor Rodríguez & Flor-Blanco, 2014)

En cuanto a la geología, los materiales rocosos que forman parte de la costa occidental son predominantemente silíceos. Los sedimentos de la playa que nos ocupa, por tanto, están constituidos por arenas siliciclásticas medias a finas procedentes del río Navia y, en menor medida, de la cuenca hidrográfica del río Barayo. (Flores, 2015)

La rasa costera alcanza una altitud máxima de 107 m y tiene un relieve llano. El río Barayo posee un curso de apenas 12 km, y se acerca a la playa por la parte oriental aunque desemboca en la parte occidental tras describir un amplio arco por detrás del sistema dunar. Cabe destacar que el complejo playa-estuario de Barayo está catalogado como Punto de Interés Geológico (P.I.G.). (Red Ambiental de Asturias, 2016)

#### **1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FORMACIONES DUNARES DE LA COSTA CANTÁBRICA**

##### **1.4.1. Generalidades**

Los campos dunares de Asturias se formaron en etapas muy diferentes, ya que una duna puede formarse en unas pocas horas hasta decenas de años. Los campos dunares más antiguos pudieron ser el resultado de una larga historia que comenzó en algún momento posterior al máximo flandriense, hace unos 5.000 años en el Cantábrico (Valencia, Franco, Borja, & Fontán, 2004).

En las últimas décadas numerosos campos comenzaron a retroceder ante la subida del nivel del mar, aunque con tasas muy diferentes e irregulares, sin seguir tendencias homogéneas extrapolables de unos a otros. En el caso de Barayo desde finales del siglo XX, la tasa de retroceso es de 1,25 m/año (Flor Rodríguez & Flor-Blanco, 2014).

##### **1.4.2. Ecología de la vegetación presente en las dunas costeras**

Las dunas litorales son ecosistemas singulares caracterizados por poseer suelos brutos no evolucionados o con perfil poco diferenciado (Duchaufour, 1975). Estas características edáficas, unidas a la proximidad del mar, hacen que solo un número limitado de especies puedan vivir bajo estas condiciones ambientales. La flora propia es relativamente uniforme y está constituida por especies psammófitas, xerófitas, halófitas, oligotrofas y resistentes al viento y a la movilidad del sustrato (García-Albá & Morey, 1981).

Las plantas características de este tipo de hábitat son anuales, por lo que no se aprecia una variación estacional significativa en el funcionamiento del mismo. Tan solo en años de fuertes lluvias, otras especies colonizan la superficie arenosa, como *Ononis diffusa*, que desaparece cuando el movimiento de la arena se reanuda en épocas secas (Gracia, 2009)

Las plantas de las playas son las productoras primarias encargadas de incrementar la cantidad de materia orgánica en estos ambientes, que son muy pobres. La hojarasca o las ramas caídas derivadas, incrementan la cantidad de nutrientes del suelo y ayudan a la retención del agua entre la arena. Además, los restos vegetales sirven como protección y alimento a otros animales, desde invertebrados a mamíferos y aves. También estabilizan la arena, gracias a sus raíces, protegiéndola contra la erosión producida por el oleaje y los vientos. (Moreno-Casasola & Travieso Bello, 2006)

*Evaluación del estado de conservación del sistema dunar de la playa de Barayo y su entorno*

Estas plantas sufren un estrés ambiental importante debido a las condiciones que soportan – principalmente fuertes vientos y alta salinidad. Dentro de su biología, será posible encontrar varias adaptaciones para sobrevivir en este nicho ecológico.

Factor estresante	Adaptaciones	Ejemplos
1. Rociamiento de sal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la sal o preferencia/tolerancia de la sal</li> </ul>	<i>Cakile</i> spp. (resistencia a la sal) <i>Salsola</i> spp. (Preferencia de sal)
2. Enterramiento en arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de semillas, raíces y desarrollo de estolones</li> </ul>	<i>Ammophila</i> spp.
3. Inundación y encharcamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a las inundaciones</li> <li>Flotabilidad frutal</li> </ul>	<i>Cakile maritima</i> <i>Cakile</i> spp.
4. Sequedad, alta intensidad de luz, altas temperaturas, exposición al viento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enrollamiento de las hojas</li> <li>Resistencia mecánica (esclerofilia)</li> <li>Acumulación de solutos</li> <li>Uso eficiente del agua</li> <li>Adaptaciones radicales variadas</li> <li>Formas de crecimiento aerodinámicas</li> <li>Rutas fotosintéticas de C<sub>4</sub> y CAM</li> </ul>	<i>Ammophila</i> spp. <i>Cakile</i> spp. Mayoría de especies
5. Salinidad de la arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la sal</li> <li>Acumulación de NaCl</li> <li>Vejigas de sal</li> <li>Suculencia</li> <li>Adaptaciones osmóticas</li> </ul>	<i>Salsola kali</i> <i>Salsola kali</i> <i>Atriplex hastata</i> <i>Cakile</i> spp. ; <i>Ammophila</i> spp.
6. Deficiencia nutricional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plasticidad de la planta</li> <li>Fijación de nitrógeno por bacterias de rizoma</li> </ul>	<i>Festuca rubra</i> Algunas especies

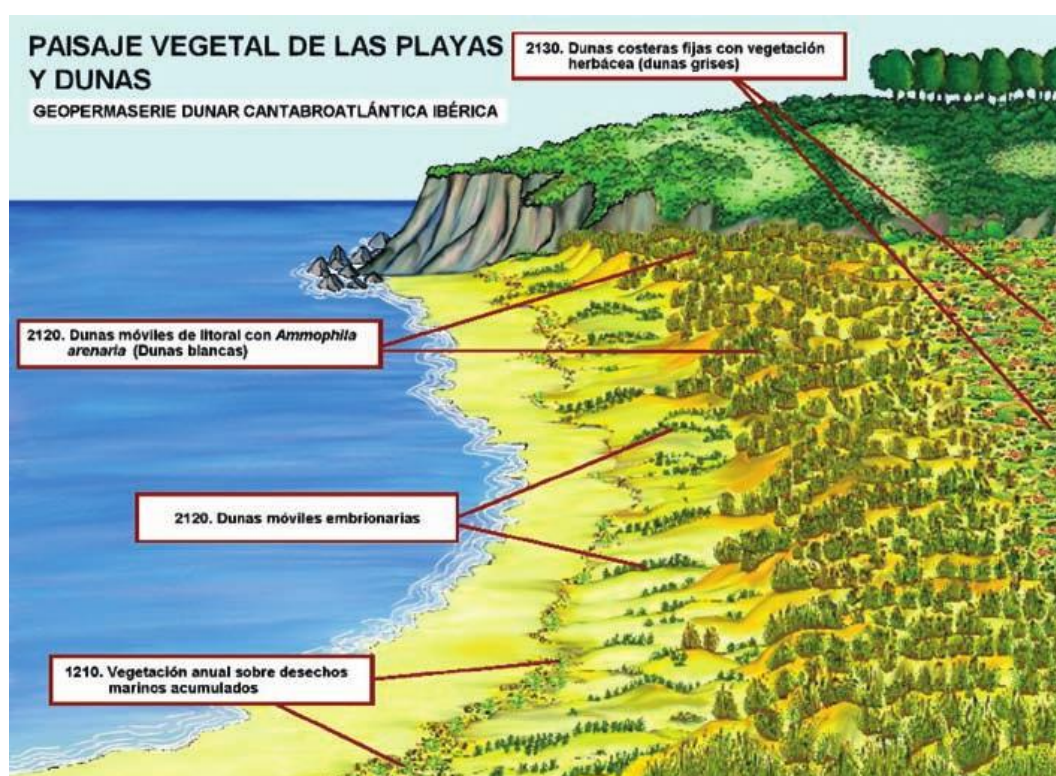


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fósforo de hongos endomicorrizos</li> <li>• Redistribución de nutrientes</li> </ul>	Algunas especies <i>Carex</i> spp.
<b>7. Conjunto de estreses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación del ciclo de vida y florecimientos</li> <li>• Estrategias germinativas</li> <li>• Morfología de la planta</li> <li>• Reducción del tamaño de las hojas</li> </ul>	Mayoría de especies

**Tabla 2** Factores estresantes de las plantas y sus correspondientes adaptaciones en un ambiente de duna litoral. (Modificado de Hesp, 1991)

### 1.4.3. Estructura del sistema dunar cantábrico

La estructura dunar de este sistema se corresponde con el típico de las dunas marítimas de las costas atlánticas, del mar del Norte y del Báltico. Encontramos diferentes etapas de construcción de una duna (Díaz González, 2009):



**Fig. 2** Esquema de la estructura dunar presente en Barayo (Díaz González, 2009)

- **1210. Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados.** Se localizan en el arenal. Son formaciones de plantas anuales o constituidas por plantas anuales y perennes, que se emplazan en acumulaciones de materiales depositados en las arenas por las mareas, ricos en materia orgánica nitrogenada.

Son plantas características de este hábitat: *Cakile marítima* subsp. *integrifolia* y *Salsola kali*. Asociaciones que incluye: ***Honckenyo-Euphorbietum peplis*** (Código Atlas 121012), perteneciente a la alianza *Atriplicion littoralis* que agrupa las comunidades pioneras anuales de carácter halonitrófilo de playas, guijarrales y dunas costeras (*Cakiletales integrifoliae*, *Cakiletea maritimae*) de las costas Atlánticas y del mar Báltico. ***Polygono maritimi-Elymetum pycnanthi*** (Código Atlas 121023), perteneciente a la alianza *Agropyron pungentis* (Código Atlas 121030) que agrupa las asociaciones de herbazales nitrófilos y halófilos costeros atlántico europeos que prosperan en sustratos arenosos. (Díaz González, 2009)
- **2110. Dunas móviles embrionarias.** Son las dunas primarias. Representan las primeras etapas de la construcción de la duna y la conforman las superficies levantadas de la arena en la playa superior o por la franja más próxima al mar al pie de las dunas altas.

Este tipo de hábitat está representado por la primera banda de vegetación colonizadora de las arenas móviles costeras. Se caracteriza por una sedimentación arenosa que recibe los primeros aportes eólicos pero también está sometido a grandes erosiones por el oleaje de tormenta.

Desde el punto de vista del gradiente costero, esta banda se sitúa entre las comunidades vegetales que colonizan los sustratos donde hay restos orgánicos traídos por tormentas de olas y las dunas blancas o secundarias (Gracia, Hernández, Hernández, Sanjaume, & Flor, 2009).

Asociaciones que incluye: ***Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*** (Código Atlas 161012), perteneciente a la alianza *Agropyro-Minuartion peploidis* (*Honckenyo peploidis-Elytrigion boreoatlanticae*) (Código Atlas 161010) que agrupa las comunidades de escasa cobertura, dominadas por la gramínea *Elytrigia juncea* subsp. *boreoatlantica*, que ocupan las dunas primarias. (Díaz González, 2009)
- **2120. Dunas móviles de litoral o dunas blancas.** Son las dunas secundarias. Forman el cordón más próximo al mar. Su planta más característica es el barrón (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*), aunque es muy común observar ejemplares aislados de *Euphorbia paralias* y *Calystegia soldanella*.

A cierta distancia de la costa, el balance entre el viento, la fuerza de la gravedad o el rozamiento de los granos de arena es el adecuado para que se produzcan estas acumulaciones.

En el gradiente litoral, se sitúan entre el tipo de hábitat de interés comunitario 2110 y el 2130, Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (Gracia F. , 2009).

Asociaciones que incluye: ***Otantho maritimi-Ammophiletum australis*** (Código Atlas 162013), que pertenece a la alianza *Ammophilion australis* (Código Atlas 162010), que incluye las comunidades de elevada cobertura, dominadas por el “barrón”, que ocupan las dunas blancas. (Díaz González, 2009)

- **2130. Dunas costeras fijas con vegetación herbácea o dunas grises.** Son las dunas terciarias. Son dunas estabilizadas y colonizadas por vegetación (céspedes o pastizales perennes) más o menos densa. También aparecen alfombras de líquenes y musgos.

Se trata de la tercera banda del gradiente dunar de las costas atlánticas. La intensidad del viento es menor y permite la estabilización del sustrato y la acumulación de materia orgánica. Aunque el efecto mecánico del aún fuerte viento y su aporte de aerosoles salinos, impide la evolución hacia una vegetación más madura. En el gradiente litoral se sitúa entre las dunas blancas y las comunidades leñosas de dunas maduras (tipos de hábitat de interés comunitario 2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp., 2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia* y 2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster*) (Gracia & Muñoz, 2009)

Asociaciones que incluye: ***Helichryso stoechadis-Koelerietum arenariae*** (Código Atlas 163313) y ***Festuco arenariae-Crucianelletum maritimae*** (Código Atlas s.n.), pertenecientes a la alianza *Euphorbio portlandicae-Helichryson maritimae* (Código Atlas 451010), que reúne las comunidades camefíticas de dunas grises de las costas astur-galaicas, cántabro-euskaldunas y franco-atlánticas. En los claros que dejan las comunidades anteriores, se instalan los céspedes anuales, correspondientes a las asociaciones ***Asterolino lino-stellati-Rumicetum bucephalophori*** (Código Atlas 163711) y ***Petrorhagio-Trifolietum arvensis*** (Código Atlas 163712), ambas pertenecientes a la alianza *Thero-Airion* (Código Atlas 163710 y 723030) que agrupa las asociaciones de fenología estival. (Díaz González, 2009)

- **2180. Dunas arboladas de las regiones atlánticas, continental y boreal.** Forman bosques establecidos desde hace mucho tiempo, con una estructura en su arbolado bien desarrollada. Las especies de plantas varían, dependiendo en gran parte, de las condiciones propias de cada lugar.

Asociaciones que incluye: ***Smilaco asperae-Arbutetum unedonis*** (Código Atlas 411063) de la alianza *Arbuto unedonis-Laurenion* (Código Atlas 303090). (Díaz González, 2009)

- **2190. Depresiones intradunales húmedas.** Son hábitats extremadamente ricos y especializados muy amenazados por las fluctuaciones de la lámina de agua.

Su formación es debida al cierre de una bahía mediante la formación de una restinga que las separa del mar. También se incluyen las pequeñas lagunas costeras formadas en las desembocaduras de los ríos temporales que reciben aguas fluviales durante los periodos lluviosos.

Los deltas y llanuras de inundación presentan un predominio de la dinámica fluvial sobre la acción litoral. Las salinas son masas de agua costera modificadas por la acción antrópica para la extracción de sal (Soria & Sahuquillo, 2009).

Asociaciones que incluye: **Carici arenariae-Juncetum acutí** (Código Atlas 542012) perteneciente a la alianza *Molinio-Holoschoenion vulgaris* (Código Atlas 542010) que reúne los juncuales sobre suelos ricos. (Díaz González, 2009)

#### 1.4.4. Tipología dunar de la playa de Barayo

La variedad geomorfológica de las dunas cantábricas es bastante amplia. Pero son los cordones dunares, con sus variaciones, los que tienen una mayor representatividad. (Sanjaume Saumell & Gracia Prieto, 2011)

	Ambitos morfo-sedimentarios	Características	Tipología	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Vientos generadores
Barayo	Barrera estuarina	Arenal y embrionarias	Tabular	8.744	70.469	NW y NE
		Activas vegetadas	Cordón dunar	6.541		
		Inactivas vegetadas	Cordón dunar y lingüiformes	55.184		

**Tabla 3** Características del campo dunar de Barayo (Modificado de Sanjaume Saumell & Gracia Prieto, 2011)

Los tipos geométricos simples de dunas responden a la descomposición de los flujos de aire cargados de sedimento sobre la superficie arenosa o a la vegetación fijada que limita la capacidad de transporte. (Andreotti, 2004)

Las morfologías y tamaños de las dunas costeras dependen de la interacción del viento, los sedimentos y de la propia geomorfología de la playa y franja costera (Sloss, Shepherd, & Hesp, 2012)

En Asturias, los cordones dunares vegetados son los más ampliamente representados, caracterizados por orlar toda la playa con una vegetación densa. Son asimétricos con longitudes transversales de unos 65 m y alturas de 5-6 m. (Flor Rodríguez & Flor-Blanco, 2014)

## 1.5. MARCO NORMATIVO Y FIGURAS DE PROTECCIÓN DE LA RESERVA NATURAL PARCIAL DE BARAYO

La gestión de este espacio protegido se lleva a cabo por el órgano competente del Principado de Asturias, complementándose con la figura del Conservador, única para todas las Reservas Naturales de la región. (Red Ambiental de Asturias, 2016)

El artículo 29 de la Ley 5/91, de Protección de los Espacios Naturales dispone que en las reservas naturales se elaborarán planes rectores de uso y gestión cuya aprobación definitiva se realizará por Decreto del Consejo de Gobierno. La RNP de Barayo cuenta con su II Plan Rector de Uso y Gestión (en adelante, PRUG), donde se detallan las formas y bases de gestión, además de especificar los criterios para la modificación del PRUG.

El I PRUG de la RNP de Barayo se aprobó mediante el Decreto 57/1997, el 28 de agosto. Las directrices generales eran las siguientes (Consejería de Agricultura del Principado de Asturias, 1997):

- Garantizar la conservación de los ecosistemas de interés, particularmente de los dunares, la marisma, los acantilados costeros y los bosques ribereños, así como las especies amenazadas de la flora y fauna presentes en el espacio.
- Recuperar las comunidades naturales que han sido desplazadas o se ven amenazadas de desaparecer.
- Restaurar de forma paulatina la vegetación natural en las áreas más próximas a los lugares donde se ubican los principales ecosistemas de interés.
- Ordenar los usos tradicionales de manera que no comprometan la evolución del territorio de la Reserva y permitan un desarrollo sostenible que ayude a obtener una más elevada calidad de vida para la población asentada en el entorno de la Reserva.
- Facilitar el uso público del espacio de manera respetuosa con la finalidad de la Reserva.
- Aprovechar el potencial paisajístico, didáctico y educativo del espacio.

El 8 de febrero de 2001 se crea el Refugio de Caza de Barayo, sobre el territorio ocupado por la RNP. En los Refugios de Caza está prohibido con carácter permanente el ejercicio de la caza, salvo cuando por razones de orden biológico, técnico o científico debidamente justificadas. (Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, 2002)

Por el Decreto 152/2002, el 28 de noviembre, se aprueba el II PRUG, quedando derogado el anterior Decreto 57/1997. El principal añadido es:

- Eliminar gradualmente las especies exóticas existentes en el ámbito de la RNP y evitar la introducción y propagación de otras especies alóctonas.

También se actualiza la zonificación (Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, 2002) establecida en el anterior PRUG, diferenciando tres categorías:

<b>Zona de Uso General</b>	Áreas en donde las únicas restricciones son las establecidas con carácter general para toda la RNP.
<b>Zona de Uso Moderado</b>	Zonas que mantienen un elevado valor natural y en las que la finalidad de conservación prima frente a otros objetivos, aunque permitiéndose actividades compatibles. Es la más extensa.
<b>Zona de Uso Restringido</b>	Zonas de alto valor ecológico en las que ha de prevalecer la finalidad de conservación de forma absoluta sobre cualquier otra actividad. Se reserva esta calificación para aquellas áreas en las que se presentan sistemas, hábitats o comunidades de mayor interés para la conservación; el cordón de dunas y la zona de marismas.

**Tabla 4** Resumen y clasificación de las zonas establecidas en el II PRUG de la RNP de Barayo. (Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, 2002)

Dada la importancia ornitológica de este espacio costero para las aves migratorias, el Gobierno del Principado de Asturias procedió en el año 2003 a la designación de Penarronda-Barayo como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA-ES0000317).

La importancia de los hábitats naturales costeros y de las especies existentes en este territorio ha supuesto la inclusión de Penarronda-Barayo en la lista de Lugares de Interés Comunitario (LIC). El 7 de diciembre del año 2004, mediante la Decisión 2004/813/CE, la Unión Europea aprobó la primera lista de lugares de importancia comunitaria de la Región Biogeográfica Atlántica, que incluía al LIC Penarronda-Barayo (ES0000317).

Conforme a lo establecido en el artículo 4 de Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, y en los artículos 42, 44 y 45 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, una vez aprobadas las listas de Lugares de Importancia Comunitaria éstos serán declarados por las Comunidades Autónomas como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) junto con la aprobación del correspondiente plan de gestión.

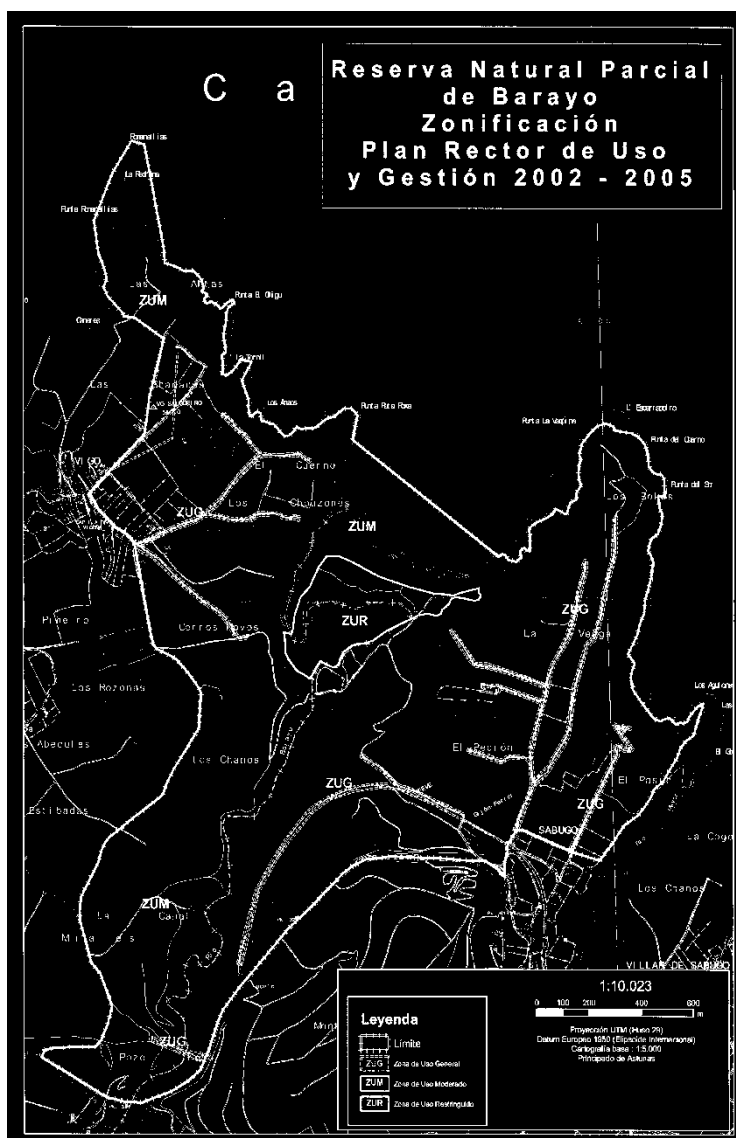


Fig. 3 Zonificación de la RNP de Barayo según el II PRUG. (Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, 2002)

Posteriormente, el Real Decreto-Ley 17/2012, de 4 de mayo, modificó la Ley 42/2007 de modo que en caso de solaparse en un mismo lugar distintas figuras de protección, las normas reguladoras de los mismos así como los mecanismos de planificación deben ser coordinadas para unificarse en un único instrumento integrado.

El 3 de enero de 2015 se publica en el Boletín Oficial del Principado de Asturias el decreto 160/2014 por el que se declara la Zona Especial de Conservación Penarronda-Barayo (ES0000317) y se aprueba el I Instrumento de Gestión Integrado de diversos espacios protegidos en el tramo costero entre Penarronda y Barayo.

(Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, 2015)

## 1.6. ALTERACIONES DE INTERÉS

La alteración más importante fue la ciclogénesis que afectó a la costa cantábrica a principios de 2014, provocando un gran retroceso dunar.

Otra alteración significativa fue la plantación, en la década de los 50, de pino resinero (*Pinus pinaster*) en las dunas terciarias, prácticamente encima de las dunas secundarias, con el objetivo de fijar el sistema dunar e impedir el avance de la arena sobre pastos y cultivos cercanos.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Dada la naturaleza de este estudio, se realizaron actividades preparatorias como la visita al Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), donde se encuentran almacenadas fotografías aéreas de toda Asturias.

Se digitalizaron todas las fotografías de la zona de Barayo desde 1956. Como base cartográfica para el estudio de campo se utilizó una imagen satelital de 2014, descargada mediante el programa Google Earth.

Mediante el análisis de las diferentes fotografías, se identificaron las diversas variaciones en el área y se estipuló la zona de trabajo que se corresponde con la estructura dunar. Para orientar la búsqueda de flora, se utilizó también un mapa de vegetación, cedido por INDUROT (Anexos, pág. X, *Figura 19*). Una vez iniciado el trabajo de campo, el equipo individual consta de un GPS, un cuaderno de campo y una cámara fotográfica, así como una impresión de la base cartográfica de 2014.

El muestreo se llevó a cabo de forma preferencial, eligiendo subjetivamente las áreas a estudiar, debido a la no excesiva amplitud del terreno y al previo conocimiento de la zona. Dado que las plantas dunares no tienen tamaños considerables ni ocupan grandes superficies, las parcelas de los inventarios no superan en ningún caso los 50 m<sup>2</sup>, rondando el área media los 10 m<sup>2</sup>.

La flora se comparó con los inventarios de 1975 realizados en Barayo y publicados en la Revista de la Facultad de Ciencias N<sup>o</sup>2 Vol. XV-XVI, editada por la Universidad de Oviedo. La comparativa fue tabular, creando gráficas para visualizar con más facilidad las diferencias apreciables entre los años en estudio. Para ello se utilizó el programa Microsoft Office Excel.



**Fig. 4** Área de estudio sombreada en rojo. Inventarios georeferenciados en azul. Plantas aisladas en verde (Fuente: Google Earth)

Para la evaluación de los cambios en la superficie dunar, se utilizó Google Earth Pro (GEP) para calcular el área en los años 2003 y 2014, mediante la herramienta determinada para calcular superficies en



polígonos. Para los años 1956, 1970, 1980, 1989 y 2001 se superpusieron fotografías aéreas, propiedad de INDURROT, sobre la imagen satelital actual de GEP para calcular las dimensiones del sistema dunar mediante la misma técnica. (Anexos, págs. I, II y III, *Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5*)

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN DE LA FLORA DEL SISTEMA DUNAR DE BARAYO

Tabla 5 Catálogo florístico comparativo del sistema dunar de Barayo

TAXÓN – FAMILIA – NOMBRE COMÚN	1975	2015	Nivel protección/Planta invasora	HÁBITAT
<i>Aetheorrhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i> (L.) Cass. [Compositae] “castañuela”, “avellana de tierra”	√	√	-	DS
<i>Aira praecox</i> L. [Poaceae] “pasto pelo”	√		-	PR [DT]
<i>Aira caryophylla</i> L. [Poaceae] “heno”	√		-	PR
<i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>salina</i> (L.) [Poaceae] “rastrera”	√		-	DS
<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link subsp. <i>arundinacea</i> H. Lindb. [Gramineae] “barrón de las playas”	√	√	-	DS
<i>Anagallis arvensis</i> L. [Primulaceae] “albajaca”		√	-	PR [DT]
<i>Andryala integrifolia</i> L. [Compositae] “pata de perro”	√		-	PR [DT]
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>iberica</i> (W. Becker) Jalas ex [Leguminosae] “vulneraria”		√	-	DT [AC]
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. [Caryophyllaceae]	√		-	PR, DS
<i>Armeria pubigera</i> (Desf.) Boiss. subsp. <i>depilata</i> (Bernis) Fern. Prieto & Loidi [Plumbaginaceae] “candelas de montaña”	√		-	AC [DT]
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC. [=Atriplex hastata auct. pl., non L.] [Chenopodiaceae] “acelga falsa”, “arrastradera”	√	√	-	AR
<i>Bromus rigidus</i> Roth [Poaceae] “zaragüelles”, “barba de macho”	√		-	PR [DT]

<b><i>Cakile marítima</i></b> Scop. subsp. <b><i>integrifolia</i></b> (Hornem.) Greuter & Burdet [Cruciferae] "rucamar"	√	√	-	AR
<b><i>Calystegia sepium</i></b> (L.) R. Br. [Convolvulaceae] "campanín", "corrigüela"		√	-	NI [DS]
<b><i>Calystegia soldanella</i></b> (L.) R. Br. [Convolvulaceae] "soldanella"	√	√	-	DP, DS
<b><i>Carex arenaria</i></b> L. [Cyperaceae] "zarzaparrilla de Alemania"	√	√	-	DS, DT
<b><i>Carex extensa</i></b> Gooden. [Cyperaceae]	√		-	PR, DT
<b><i>Carex punctata</i></b> Gaudin [Cyperaceae]	√		-	DS, DT
<b><i>Catapodium marinum</i></b> (L.) C.E. Hubb. [Poaceae]	√		-	PR [DT]
<b><i>Centaurium erythraea</i></b> Rafn [Gentianaceae] "hiel de la tierra"	√		-	PR, SH
<b><i>Chamaesyce pepelis</i></b> (L.) Prokh. [Euphorbiaceae] "lechetrezna"	√		SAH	NI [SH]
<b><i>Conyza bonaerensis</i></b> (L.) Cronquist [Compositae] "erigeron", "mata negra"	√	√	INV	MA [DT]
<b><i>Crithmum maritimum</i></b> L. [Umbelliferae] "cenoyo de mar"		√	-	AC [DS]
<b><i>Cynodon dactylon</i></b> (L.) Pers. [Gramineae] "grama común"		√	-	NI [DT]
<b><i>Dactylis glomerata</i></b> L. subsp. <b><i>glomerata</i></b> [Gramineae] "dáctilo"		√	-	PR [DT]
<b><i>Daucus gingidum</i></b> subsp. <b><i>atlanticum</i></b> Rivas. Mart. ( <i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>gummifer</i> (Syme) Hook. F.) [Umbelliferae] "zanahoria marina"	√	√	-	AC [DS, DT]
<b><i>Elytrigia juncea</i></b> (L.) subsp. <b><i>boreoatlantica</i></b> (Simonet & Guin.) Hyl ( <i>Elymus farctus</i> ) (Viv.) Runemark ex Melderis subsp. <i>boreatlanticus</i> (Simonet & Guin.) Melderis ( <i>Agropyrum junceum</i> L.) [Gramineae] "grama del norte"	√	√	-	DP
<b><i>Elytrigia repens</i></b> Desv. [Poaceae] "grama"	√	√	-	PR [DP]
<b><i>Eryngium maritimum</i></b> L. [Umbelliferae] "cardo de mar"	√		-	DP, DS

<b><i>Euphorbia paralias</i></b> L. [Euphorbiaceae] "lechetrezná de las playas"	√	√	-	DS [AR]
<b><i>Festuca juncifolia</i></b> Chaub. [Gramineae] "grama de dunas"		√	-	DS, DT
<b><i>Hedera hibernica</i></b> Bean ( <i>Hedera hélix</i> L. supsp. <i>hibernica</i> D.C. McClint) [Araliaceae] "hiedra irlandesa"		√	-	MA [DT]
<b><i>Honkenya peploides</i></b> (L.) Ehrh. [Caryophyllaceae] "arenaria de mar"	√		-	DP, DS
<b><i>Juncus maritimus</i></b> L. [Juncaceae]	√		-	PR [DS, DT]
<b><i>Leontodon saxatilis</i></b> Lam. subsp. <b><i>longirostris</i></b> (Finch & P.D. Sell) P. Silva [Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat supsp. <i>hispidus</i> (Roth) Kerguelen] [Compositae] "lechuguilla"	√	√	-	DS, DT
<b><i>Leucanthemum irtutianum</i></b> (Turcz) DC. subsp. <b><i>crassifolium</i></b> (Lange) Vogt [Compositae] "margarita mayor de hojas carnosas"		√	-	AC [DT]
<b><i>Ligustrum ovalifolium</i></b> Hassk. [Oleaceae] "aligustre de hoja oval"		√	-	MA [DT]
<b><i>Lotus corniculatus</i></b> IL. [Leguminosae] "zapatinos de la Virgen"	√	√	-	PR [DT]
<b><i>Lonicera periclymenum</i></b> L. [Caprifoliaceae] "madreselva"		√	-	MA [DT]
<b><i>Lythrum salicaria</i></b> L. [Lythraceae] "salicaria", "frailles"	√		-	SH
<b><i>Malva moschata</i></b> L. [Malvaceae] "malva"	√		-	MA [DT]
<b><i>Matricaria maritima</i></b> L. [Compositae]	√		-	NI [AR, DP, DS]
<b><i>Medicago littoralis</i></b> Rohde ex Loisel. [Fabaceae] "mielga"	√		-	DS [DT]
<b><i>Pancretium maritimum</i></b> L. [Amaryllidaceae] "nardo marino"		√	IE	DS, DT
<b><i>Paspalum vaginatum</i></b> Sw. [Gramineae] "grama de agua"		√	INV	NI [DT]

## Evaluación del estado de conservación del sistema dunar de la playa de Barayo y su entorno

<b><i>Petrorhagia prolifera</i></b> (L.) P.W. Ball & Heyw. [Caryophyllaceae] “clavelina prolifera”	√		-	PR [DT]
<b><i>Pinus pinaster</i></b> Aiton [Pinaceae] “pino resinero”		√	-	PR [DT]
<b><i>Polycarpon tetraphyllum</i></b> (L.) L. subsp. <b><i>tetraphyllum</i></b> [Caryophyllaceae]	√		-	NI [DT]
<b><i>Polygonum maritimum</i></b> L. [Polygonaceae] “correhuela marina”, “corregüela marina”	√	√	-	AR
<b><i>Prunus spinosa</i></b> L. [Rosaceae] “endrino”		√	-	MA [DT]
<b><i>Pteridium aquilinum</i></b> (L.) Kuhn [Hypolepidaceae] “helecho común”		√	-	MA [DT]
<b><i>Rubia peregrina</i></b> L. s. l. [Rubiaceae] “raspalengua”, “rubia brava”		√	-	MA [DT]
<b><i>Rubus ulmifolius</i></b> Schott [Rosaceae] “zarza”, “escayu”		√	-	MA [DT]
<b><i>Rumex acetosa</i></b> L. subsp. <b><i>biformis</i></b> (Lange) Castrov. & Valdés Berm. [Polygonaceae] “acedera de los acantilados”		√	-	AC [DT]
<b><i>Salix atrocinera</i></b> Brot. [Salicaceae] “sauce ceniciento”		√	-	PR [DT]
<b><i>Salsola kali</i></b> L. [Chenopodiaceae] “barrilla pinchosa”	√	√		AR [NI]
<b><i>Samolus valerandi</i></b> L. [Primulaceae] “pamplina de agua”	√		-	SH
<b><i>Silene uniflora</i></b> Roth [= <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>maritima</i> (With.) Á. Löve & D. Löve] [Caryophyllaceae] “collejas de mar”	√		-	AC [DT]
<b><i>Smilax aspera</i></b> L. [Smilacaceae] “zarzaparrilla”		√	-	MA [DT]
<b><i>Sonchus oleraceus</i></b> L. [Compositae] “cardeña”	√	√	-	NI [DT]
<b><i>Spartina patens</i></b> (Ait.) Muhl. ( <i>S. versicolor</i> Fabre; <i>S. durieui</i> Parl.) [Gramineae] “borraza”		√	INV	NI [DT]
<b><i>Spergularia media</i></b> (L.) C. Presl [Caryophyllaceae] “cominillos”, “hierba de la golondrina”	√		-	AR [DP, DS]
<b><i>Stenotaphrum secundatum</i></b> (Walter) Kuntze [Gramineae] “grama americana”	√	√	INV	NI [DS, DT]
<b><i>Ulex europaeus</i></b> L. [Leguminosae]		√	-	MA [DT]

<b><i>Vicia hirsuta</i></b> (L.) Gray [Leguminosae] “veza hirsuta”	√		-	<b>NI [PR, DT]</b>
<b><i>Vulpia bromoides</i></b> (L.) Gray [Gramineae]	√		-	<b>PR [DT]</b>

**AR:** arenales halonitrófilos

√: presencia de planta

**DP:** dunas primarias embrionarias

[ ]: hábitat secundario de la planta

**DS:** dunas secundarias o blancas

**VU:** vulnerable

**DT:** dunas terciarias o grises

**SAH:** sensible a alteración de hábitat

**NI:** comunidades nitrófilas

**IE:** interés especial

**PR:** prados y pastizales

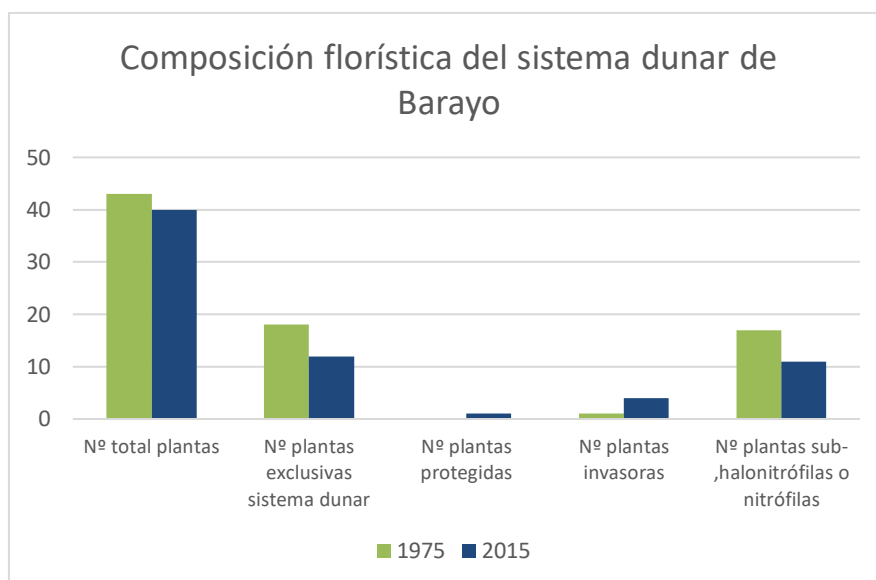
**PE:** peligro de extinción

**MA:** matorrales

**INV:** planta invasora

**AC:** acantilados litorales

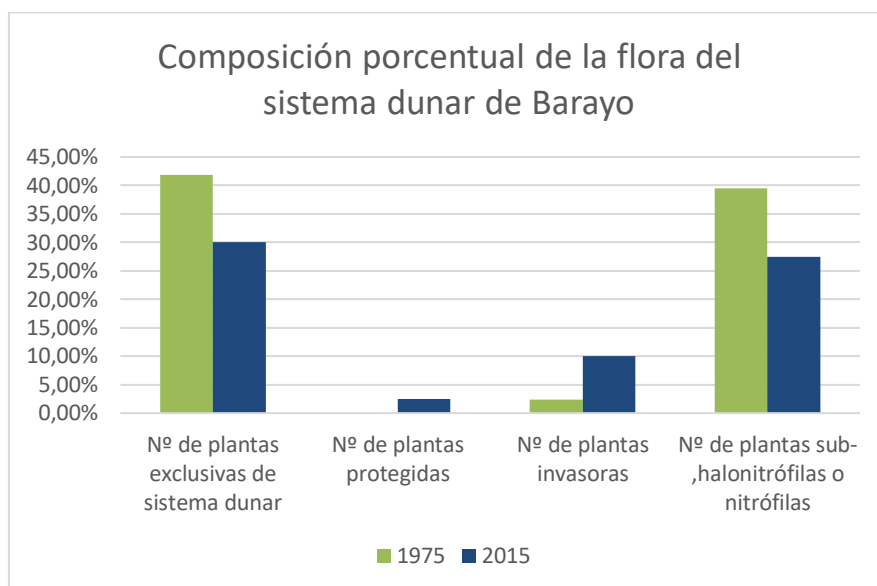
**SH:** suelos húmedos y/o encharcados



**Fig. 5** Composición florística del sistema dunar de Barayo en 1975 y en 2015

	1975	2015
Nº total plantas	43	40
Nº plantas exclusivas sistema dunar	18	12
Nº plantas protegidas	-	1
Nº plantas invasoras	1	4
Nº plantas sub-, halonitrófilas o nitrófilas	17	11

**Tabla 6** Comparativa de la composición florística del sistema dunar de Barayo entre 1975 y 2015



**Fig. 6** Composición porcentual de la flora del sistema dunar de Barayo en 1975 y en 2015

	1975	2015
Nº de plantas exclusivas de sistema dunar	41,86%	30,00%
Nº de plantas protegidas	0,00%	2,50%
Nº de plantas invasoras	2,33%	10,00%
Nº de plantas sub-, halonitrófilas o nitrófilas	39,53%	27,50%

**Tabla 7** Comparativa de la composición porcentual de flora entre 1975 y 2015

La flora del sistema dunar de Barayo, en 1975 (Díaz González, 1974-1975) constaba de 43 especies. Actualmente, ese número de especies se ha reducido ligeramente, alcanzando un total de 40 especies. Es notorio destacar que únicamente 17 especies de las actuales aparecían en los catálogos de 1975, lo que quiere decir que 26 especies han sido sustituidas en 40 años por otras 23 diferentes. Este hecho nos sugiere un cambio en el tipo de hábitat y sus nichos ecológicos.

El número de plantas exclusivas de sistema dunar también ha descendido en 6 especies. El cardo de mar (*Eryngium maritimum*) no ha sido catalogada y constituye un ejemplo de desaparición por el gran deterioro de su hábitat (dunas primarias y secundarias). Actualmente aparecen 12 especies:

***Elytrigia juncea*** (L.) subsp. ***boreoatlantica*** (Simonet & Guin.) Hyl (*Elymus farctus*) (Viv.) Runemark ex Melderis subsp. ***boreoatlanticus*** (Simonet & Guin.) Melderis (*Agropyrum junceum* L.) [Gramineae] “grama del norte” (Anexos, pág. V Figura 10)

***Ammophila arenaria*** (L.) Link subsp. ***arundinacea*** (Husn.) H. Lindb. [Gramineae] “barrón de las playas”

**Cakile marítima** Scop. subsp. **integrifolia** (Hornem.) Greuter & Burdet [Cruciferae] “rucamar” (Anexos, pág. IV, Figura 8)

**Calystegia soldanella** (L.) R. Br. [Convolvulaceae] “soldanella”

**Carex aneraria** L. [Cyperaceae] “zarzaparrilla de Alemania”

**Euphorbia paralias** L. [Euphorbiaceae] “lechetrezna de las playas” (Anexos, pág. VIII, Figura 15)

**Festuca juncifolia** Chaub. [Gramineae] “grama de dunas”

**Pancratium maritimum** L. [Amaryllidaceae] “nardo marino”

**Polygonum maritimum** L. [Polygonaceae] “correhuela marina”, “corregüela marina”

**Salsola kali** L. [Chenopodiaceae] “barrilla pinchosa” (Anexos, pág. III, Figura 6)

**Leontodon saxatilis** Lam. subsp. **longirostris** (Finch & P.D. Sell) P. Silva [Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat subsp. *hispidus* (Roth) Kerguelen] [Compositae] “lechuguilla”

**Aetheorrhiza bulbosa** subsp. **bulbosa** (L.) Cass. [Compositae] “castañuela”, “avellana de tierra”

Este descenso en el número de especies típicas de las dunas seguramente se debe al retroceso de estas en relación a 1975. En cuanto a la cantidad de plantas invasoras, el catálogo registra cuatro especies consideradas por González Costales como tales en el registro de plantas alóctonas en la web del Principado de Asturias:

**Conyza bonaerensis** (L.) Cronquist [Compositae] “erigeron” (Anexos, pág. VIII, Figura 16)

**Stenotaphrum secundatum** (Walter) Kuntze [Gramineae] “grama americana”

**Paspalum vaginatum** Sw. [Gramineae] “grama de agua”

**Spartina patens** (Ait.) Muhl. (*S. versicolor* Fabre; *S. durieui* Parl.) [Gramineae] “borraza” (Anexos, pág. VI, Figura 12)

En los medios litorales arenosos las invasiones de *Spartina patens* pasan frecuentemente desapercibidas (de la Torre Fernández, 2003)

Es notable destacar la presencia de una planta catalogada como “de interés especial”, (Red Ambiental de Asturias, 2016) que serían aquellas que corren riesgo de pasar a las categorías más graves (“plantas vulnerables”, “plantas sensibles a la alteración de su hábitat” y “en peligro de extinción”) si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos (Fernández Prieto, Díaz González, & Nava Fernández, 2007):

**Pancratium maritimum** L. [Amaryllidaceae] “nardo marino”

Corresponde destacar también la desaparición de *Chamaesyce peplis*, que actualmente se considera protegida como planta sensible a la alteración de su hábitat (Red Ambiental de Asturias, 2016). En 1975 sí había ejemplares, pero no había distinciones de plantas protegidas.

Si analizamos las diferencias en base al porcentaje sobre el total de plantas, el descenso de plantas exclusivas de sistema dunar es más acusado (Fig. 6). Consecuencia lógica del retroceso dunar de más de 7.000 m<sup>2</sup> comentado anteriormente.

### 3.2 EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DUNAR A LO LARGO DEL TIEMPO

Para la evaluación de la superficie dunar se utilizó la técnica descrita anteriormente. Si observamos los resultados, la tendencia desde 1956 ha sido negativa con ligeros repuntes algunos años.

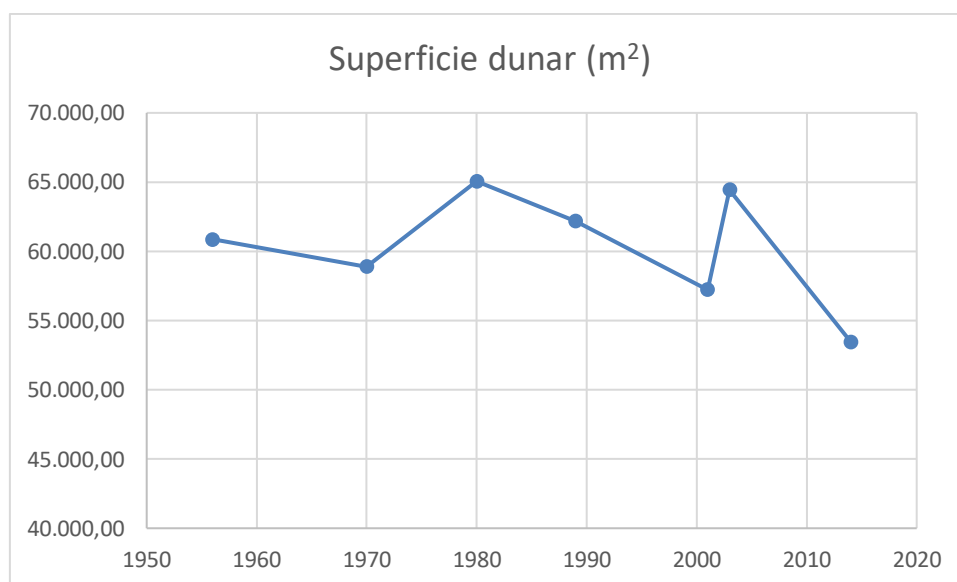
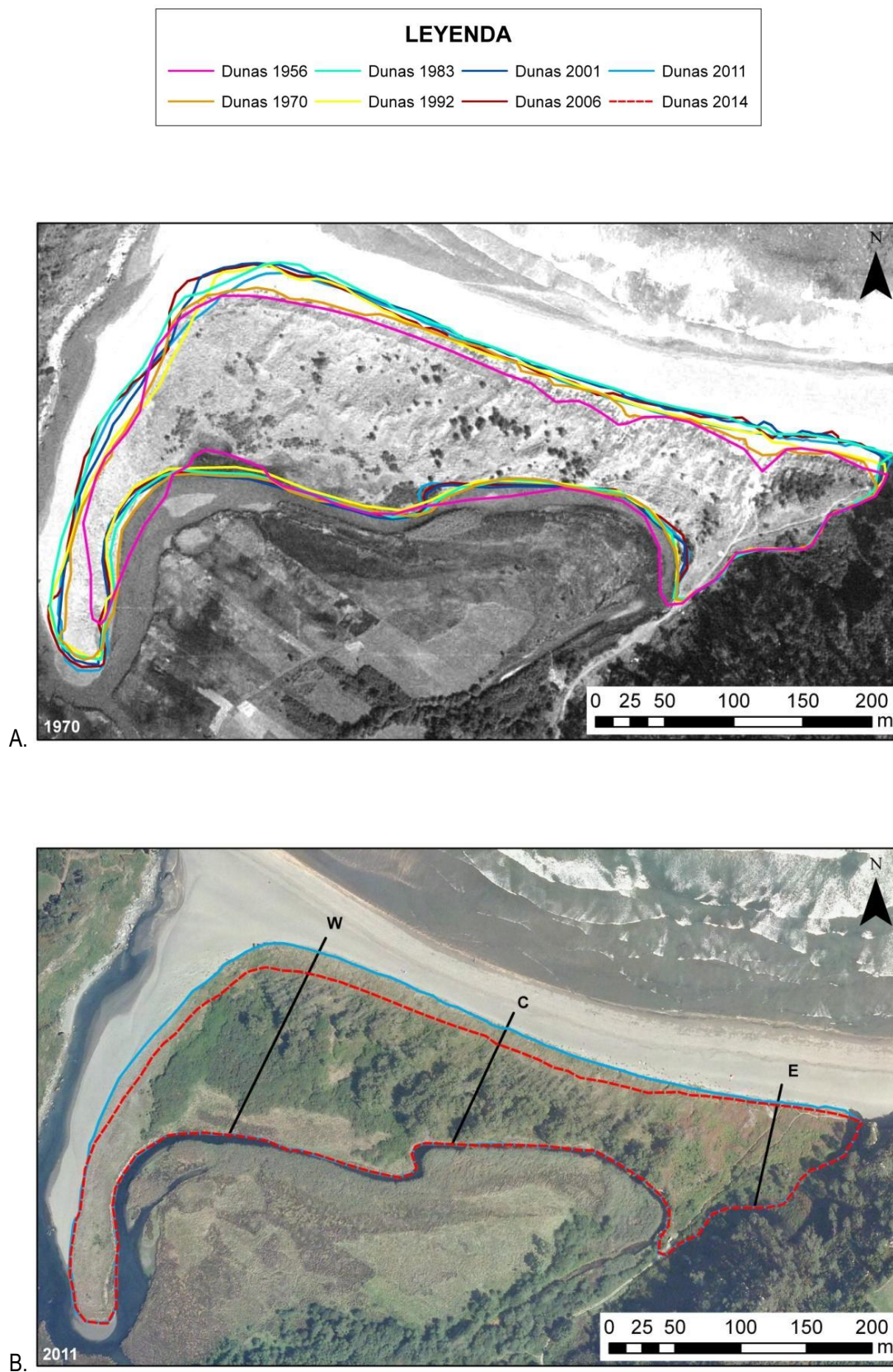


Fig. 7 Gráfico sobre la evolución de la superficie dunar a lo largo de los años

Entre los años 1956 y 1983, hubo un aumento del frente dunar de 10.431,18 m<sup>2</sup>. Posteriormente, en el año 1992, hubo una erosión generalizada, perdiéndose una superficie de 6.743 m<sup>2</sup> y un retroceso de los perfiles del sistema dunar de 5,38 m en el oeste, 3,93 m en el central y 10 m en el este. Tras este periodo de recesión, le siguió una breve recuperación de 5.388,56 m<sup>2</sup> hasta 2001.

A partir de 2001, la tónica general fue de retroceso. En 2006 hubo una pérdida con respecto a 2001 de 507,42 m<sup>2</sup>. La mayor erosión registrada se debe a los temporales de principios de 2014, suponiendo una pérdida total de superficie de 7.309,92 m<sup>2</sup>. (Flores, 2015)





**Fig. 8** Evolución del sistema dunar de la playa de Barayo. A) Superficies de las dunas sobre el fotograma de 1970 para las instantáneas de 1956, 1970, 1983, 1992, 2001, 2006 y 2011. B) Detalle de las obtenidas para los años 2011 y 2014 sobre la ortofoto de 2011. (Flores, 2015)

En la siguiente gráfica, aparece una comparativa de la altura máxima del oleaje entre los meses de los años 2013, 2014 y 2015. Si observamos la línea roja que representa al año 2014, veremos en Marzo una importante desviación que coincide con los temporales que causaron un importante retroceso en las dunas. Se alcanzaron olas de casi 9 metros, según los datos recogidos por el punto SIMAR (3069038) –localizado en 6.63°W 43.58°W (Ministerio de Fomento, 2016)

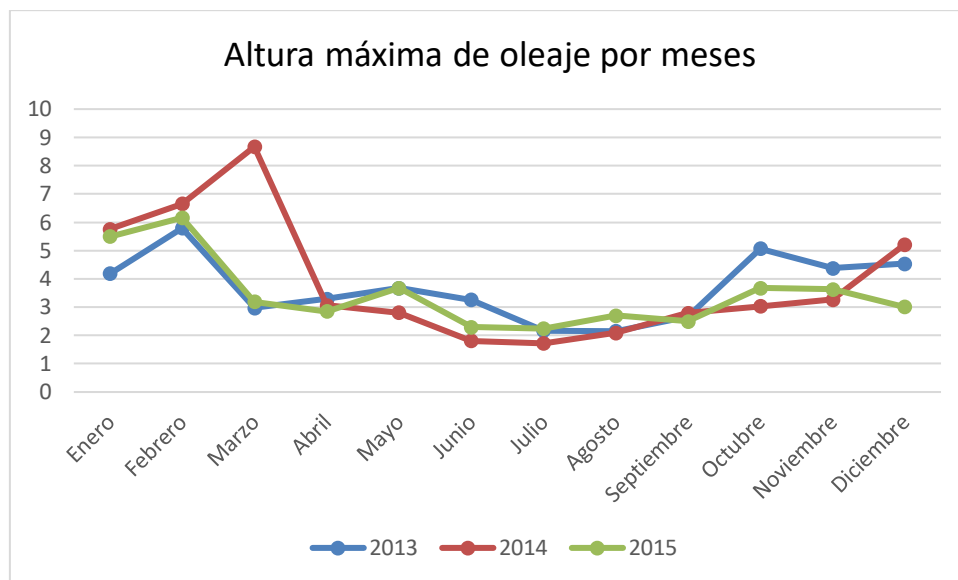


Fig. 9 Gráfico donde se muestra una comparativa entre las diferentes alturas máximas en los años 2013, 2014 y 2015

El retroceso de las dunas se ha cifrado en 18 m en la horizontal y con desniveles superiores a los 5,5 m. También se produjo una importante intrusión de arena en el estuario del río Barayo (Flor, Flor-Blanco, & Flores-Soriano, 2014)

La mayor parte del terreno perdido corresponde a las dunas primarias y secundarias. En cuanto a las primeras prácticamente no hay nada significativo. Para las dunas blancas, es innegable que están muy deterioradas en la zona abierta de la playa. Fueron estas las que más sufrieron en los temporales de principios de 2014.

La parte donde mejor se conserva la duna secundaria se corresponde con la zona más aguda de la playa, al lado derecho de la desembocadura del río Barayo. La planta más característica de esta zona tendría que ser la *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* pero está perdiendo terreno en favor de las plantas invasoras.



**Fig. 10** Fotografía de los restos de duna secundaria. La vegetación que domina la imagen pertenece a duna terciaria.

	Superficie dunar (m <sup>2</sup> )
2014	53.472,29
2003	64.450,30
2001	57.220,96
1989	62.179,78
1980	65.058,20
1970	58.889,44
1956	60.849,79

**Tabla 8** Resultados del cálculo de superficie dunar para diferentes años mediante el Google Earth Pro

Si analizamos los datos obtenidos mediante el cálculo de superficie mencionado anteriormente, observamos que desde 1956 hasta 2014, se ha perdido un total de 7.377,5 m<sup>2</sup>, que en términos porcentuales equivale a un 12,12% del terreno registrado para 1956.

El año en el que encontramos una mayor cantidad de duna corresponde a 1980, donde aparecen 65.058,20 m<sup>2</sup>. Si enfrentamos al año 2014 con este año, vemos una pérdida del 17,81% de sistema dunar.

El registro en el año 2003 es similar a 1980. Esto nos lleva a plantear que la duna no está siendo afectada por la presión humana, ya que cíclicamente desde 1956, el sistema dunar ha perdido y recuperado terreno, según las condiciones climatológicas del momento.

### 3.3 EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL SISTEMA DUNAR DE BARAYO

Arenales nitrohalófilos	Dunas primarias o embrionarias	Dunas secundarias o blancas
Dunas terciarias o grises	Comunidad invasora de <i>Spartina patens</i>	Comunidad nitrohalófila de <i>Elytrigia repens</i>

+: un solo individuo 1: poca densidad 2: densidad media 3: densidad alta 4: densidad máxima

Nº de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
<b>TAXONES</b>																											
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>integrifolia</i>	3	4	3	4	4	4	3	3																	+	1	
<i>Salsola kali</i>	2	3	4						2																		
<i>Elytrigia juncea</i> subsp. <i>boreoatlantica</i>	+	+		1			1	1		2	3	2	4														
<i>Euphorbia paralias</i>	1	+	+						+	1	2			+	+	1								+		+	
<i>Calystegia soldanella</i>	1			1				+	1	1				1	1									+			
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>														4	4	3									1		
<i>Pinus pinaster</i>																	1	1	1		1	1					
<i>Smilax aspera</i>								2			1					1					4			2			
<i>Pteridium aquilinum</i>		1	1		+		+				1						4		2								
<i>Hedera hibernica</i>							1				1				+				2	2		2		1			
<i>Rubia peregrina</i>																					2			1			
<i>Spartina patens</i>				+					+								1					3	3	1	4		
<i>Elytrigia repens</i>					2							2		3	4	4				4	3		2	2		1	4
<i>Paspalum vaginatum</i>																	+						3				

## Evaluación del estado de conservación del sistema dunar de la playa de Barayo y su entorno

<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>iberica</i>	1	1	+	1	2														
<i>Carex arenaria</i>	1																		
<i>Stenotaphrum secundatum</i>										+			+	1	1				
<i>Rubus ulmifolius</i>	+				1	1			+	1		2		1	3				
<i>Prunus espinosa</i>										1									
<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>longirostris</i>															+				
<i>Sonchus oleraceus</i>			1									+							
<i>Ulex europaeus</i>																2			
<i>Conyza bonaerensis</i>	+											+							
<i>Cynodon dactylon</i>																			+
<i>Dactylis glomerata</i>																1	1		
<i>Anagallis arvensis</i>	1	+																	
<i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>biformis</i>														+		+		+	
<i>Lotus corniculatus</i>																		+	
<i>Daucus gingidum</i> subsp. <i>atlanticum</i>				+						+				+				+	
<i>Lonicera periclymenum</i>												1							
<i>Ligustrum ovalifolium</i>														1					
<i>Crithmum maritimum</i>																			+
<i>Festuca juncifolia</i>																			1
<i>Calystegia sepium</i>																			+

**Tabla 9** Inventarios representativos realizados en Barayo. Nota: no todas las especies vegetales catalogadas aparecen en los inventarios. También se registraron plantas aisladas para el catálogo florístico.

Los inventarios 1-9 fueron realizados en el arenal. Son característicamente plantas anuales que crecen sobre desechos orgánicos nitrogenados depositados por las mareas. Destaca la presencia de *Cakile marítima* subsp. *integrifolia* y *Salsola kali*, que aparecen formando comunidades vegetales con otras especies o en solitario. La densidad de especies es adecuada, con una media de 6 especies por inventario.

Para las dunas primaria y secundaria, se realizaron 7 inventarios. Registramos los inventarios 10-13 como duna primaria por la presencia de *Elytrigia juncea* subsp. *boreoatlantica*. Encontramos algunos ejemplares de *Euphorbia paralias* y *Calystegia soldanella*. El número de especies registrado es bajo con una media de 4 especies por inventario. Prácticamente no queda nada de duna primaria y la duna secundaria está muy dañada. Aparecen varias plantas más propias de duna terciaria arbolada como el helecho común en algunos inventarios (inv. 2, 3, 6, 8 y 11), que han caído sobre los restos de duna secundaria y primaria tras el fuerte retroceso dunar de 2014.

Para la duna secundaria, los inventarios 14-16 nos muestran la presencia de *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* como planta representativa de las dunas secundarias, aunque también aparece mucha *Elytrigia repens*. La media de plantas observadas es de 6 por inventario.



**Fig. 11** Fotografía del inventario 24 en la duna terciaria donde se observan los pinos resineros (*Pinus pinaster*), unas inflorescencias de zanahoria marina (*Daucus gingidum*) y gran cantidad de *Spartina patens*.

La duna terciaria (inv. 17-21) ocupa la mayor parte del sistema dunar y es importante destacar la presencia del pino resinero, que fija la duna, pero también provoca la aparición de plantas más típicas de bosques como el helecho común (*Pteridium aquilinum*).

Se han realizado 4 inventarios de la comunidad invasora de *Spartina patens* (inv. 22-25), que aumenta su presencia y disminuye la presencia de la grama (*Elytrigia repens*), aunque esta planta posee una alta densidad como se aprecia en la tabla de inventarios anterior. Un ejemplo de comunidad nitrohalófila de *Elytrigia repens* es el inventario 26, con el que concluye la serie.

## **4. CONCLUSIONES**

Las plantas típicas de dunas han disminuido en número, debido a la destrucción de su hábitat, bien por el retroceso dunar consecuencia de las ciclogénesis o bien por el aumento de especies invasoras, que las desplazan.

La plantación de pinos resineros (*Pinus pinaster*) en la parte más septentrional, con el objetivo de fijar las dunas, sin duda es un factor añadido a la desaparición de plantas típicas de dunas. Esto se debe a que está cambiando el ecosistema, mediante un proceso de forestación, que en nada favorece el mantenimiento del sistema dunar, ya que a medida que aumenta la densidad de pinos, va desapareciendo el efecto del mar sobre el mismo y se va formando un bosque con pino y matorral que desplaza a las plantas de duna.

La presencia de duna primaria es testimonial y se confunde con la duna secundaria que también está ampliamente degradada. La presión antropológica, en este caso, no es muy acusada. Si bien es cierto que en las últimas fechas la zona está siendo más conocida, no es una playa con alta afluencia de visitantes (seguramente por la dificultad en el acceso). Por lo tanto, podemos atribuir la desaparición de la duna primaria a las condiciones ambientales, especialmente al aumento del nivel del mar y a las tormentas.

Se plantea la dificultad de erradicar las invasoras, ya que se necesita un alto recurso humano y también una actividad de limpieza constante, ya que el uso de herbicidas está descartado, pues dañaría a la flora adyacente.

La recuperación de las dunas secundarias podría darse con transferencias de arena de la propia playa y posterior vallado, para erradicar las plantas invasoras manualmente por sectores y replantar con especies propias del ecosistema dunar.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Andreotti, B. (2004). A two-species model of aeolian sand transport. *Journal of Fluid Mechanics*(510), 47-70.
- Consejería de Agricultura del Principado de Asturias. (12 de Septiembre de 1997). Boletín Oficial del Principado de Asturias. *DECRETO 57/1997 del Principado de Asturias, de 28 de agosto, por el que se aprueba el I Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva Natural Parcial de Barayo*. Oviedo, Asturias.
- Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos. (3 de Enero de 2015). Boletín Oficial del Principado de Asturias. *DECRETO 160/2014, de 29 de diciembre, por el que se declara la Zona Especial de Conservación Penarronda-Barayo (ES0000317) y se aprueba el I Instrumento de Gestión Integrado de diversos espacios protegidos en el tramo costero entre Penarronda y Barayo*(2), 1-37. Oviedo, Asturias.
- Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias. (26 de Diciembre de 2002). Boletín Oficial del Principado de Asturias. *DECRETO 152/2002, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el II Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva Natural Parcial de Barayo.*, 16330-16338. Oviedo, Asturias.
- de la Torre Fernández, F. (2003). Las plantas invasoras en Asturias. *Naturalia Cantabricae*(2), 33-43.
- Díaz González, T. E. (1974-1975). La vegetación del litoral occidental asturiano. *Revista de la Facultad de Ciencias (Universidad de Oviedo)*, XV-XVII(2), 369-545.
- Díaz González, T. E. (2009). Caracterización de los hábitats de interés comunitario (RED NATURA 2000) existentes en el Principado de Asturias. 1: Hábitats litorales halófilos (dunas, acantilados y marismas). *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.*, 223-280.
- Díaz González, T. E. (2015). Guía para la identificación de los bosques, matorrales y series de vegetación (vegetación potencial) de Asturias (España) mediante bioindicadores fitocenológicos. *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.*(53), 9.
- Díaz González, T. E., & Fernandez Prieto, J. A. (2006). Biogeografía de Asturias: Bases para su actualización. *Congreso de Estudios Asturianos*, 6, 31-53.
- Duchaufour, P. (1975). Manual de Edafología.
- Fernández Prieto, J. A., Díaz González, T. E., & Nava Fernández, H. S. (2007). La protección de la flora vascular del Principado de Asturias. *Naturalia Cantabricae*(3), 37-56.
- Flor Rodríguez, G., & Flor-Blanco, G. (2014). Componentes de viento generadores de morfologías y campos de dunas costeras en Asturias (no de España). *Cuaternario y Geomorfología*, 28(3-4), 47-68.



- Flor, G., Flor-Blanco, G., & Flores-Soriano, C. (2014). Cambios ambientales por los temporales de invierno de 2014 en la costa asturiana. *Trabajos de Geología*, 97-123.
- Flores, S. C. (2015). *Evolución de los campos dunares de Asturias desde mediados del siglo XX hasta 2014*. Trabajo Fin de Master, Universidad de Oviedo, Oviedo.
- García-Albá, J., & Morey, M. (1981). La vegetación de las dunas litorales y su relación con la morfología dunar y el gradiente de influencia marina. *Mediterránea*(5), 3-22.
- Gracia, F. (2009). 2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas). En W.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Gracia, F., & Muñoz, J. (2009). 2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises). En W.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Gracia, F., Hernández, L., Hernández, A., Sanjaume, E., & Flor, G. (2009). 2110 Dunas móviles embrionarias. En W.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Hesp, P. (1991). Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments*(21), 165-191.
- López Fernández, M. L., Piñas Arteta, S., & López Fernández, M. S. (2006). Mapa de los Bioclimas y sus Variantes Bioclimáticas en la España Peninsular y Balear.
- López Fernández, M. L., Piñas Arteta, S., & López Fernández, M. S. (2008). Macrobioclimas, bioclimas y variantes bioclimáticas de la España Peninsular y Balear, y su cartografía. *Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra*, 229-236.
- Moreno-Casasola, P., & Travieso Bello, A. C. (2006). Playas y dunas. Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha.
- Sanjaume Saumell, E., & Gracia Prieto, F. J. (2011). *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología.
- Soria, J., & Sahuquillo, M. (2009). 1150 Lagunas costeras. En V.V.A.A., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Valencia, V., Franco, J., Borja, Á., & Fontán, A. (2004). Hydrography of the southeastern Bay of Biscay. (Á. Borja, & M. Collins, Edits.) *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*, 159-194.

**Obtenido en páginas de Internet:**

González Costales, J. A. (s.f.). *Gobierno del Principado de Asturias*. (O. d. Consejería de Medio Ambiente, Ed.) Recuperado el Agosto de 2016, de <https://www.asturias.es/medioambiente/publicaciones/ficheros/plantas-aloc-t-inv.pdf>

Ministerio de Fomento. (2016). *Puertos del Estado*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.puertos.es/>

Red Ambiental de Asturias. (2016). *Gobierno del Principado de Asturias*. Recuperado el Agosto de 2016, de <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=d1d998ff42726210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=ebb839eb75c23210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es>

Red Ambiental de Asturias. (2016). *www.asturias.es*. (G. d. Asturias, Ed.) Recuperado el Septiembre de 2016, de Red Ambiental de Asturias: <https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/Reserva%20Natural%20Parcial%20de%20Barayo.pdf>

Sloss, C., Shepherd, M., & Hesp, P. (2012). Coastal dunes: Geomorphology. *Nature Education Knowledge*. Obtenido de <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/coastal-dunes-geomorphology-25822000>

Wikipedia. (2016). *Wikipedia*. Recuperado el 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Playa\\_de\\_Barayo](https://es.wikipedia.org/wiki/Playa_de_Barayo)

## 6. ANEXOS



Figura 1 Superposición de fotografía aérea de 1956 sobre imagen satelital de 2014 (Fuente: Google Earth Pro)



Figura 2 Superposición de fotografía aérea de 1970 sobre imagen satelital de 2014 (Fuente: GEP)



**Figura 3** Superposición de fotografía aérea de 1980 sobre imagen satelital de 2014 (Fuente: GEP)



**Figura 4** Superposición de fotografía aérea de 1989 sobre imagen satelital de 2014 (Fuente: GEP)

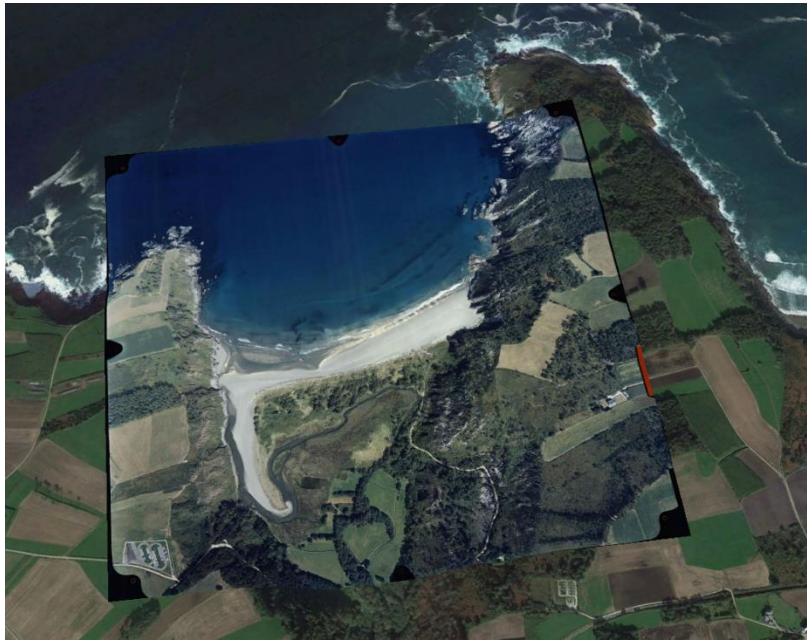


Figura 5 Superposición de fotografía aérea de 2001 sobre imagen satelital de 2014 (Fuente: GEP)



Figura 6 Fotografía correspondiente al inventario 3, donde podemos apreciar en primera plana una agrupación amplia de *Salsola kali*.



**Figura 7** Ejemplar de *Cynodon dactylon* localizado en duna secundaria en la parte aguda de la playa, a la derecha de la desembocadura del río.



**Figura 8** Fotografía correspondiente al inventario 6 donde observamos una amplia comunidad de *Cakile maritima*



**Figura 9** Fotografía correspondiente al inventario 7 donde se observa principalmente *Cakile maritima* subsp. *integrifolia* y *Anthyllis vulneraria* subsp. *iberica*



**Figura 10** Fotografía correspondiente al inventario 11 donde observamos en primera plana *Elytrigia juncea*.



**Figura 11** Fotografía correspondiente al inventario 9, realizada en el arenal muy cerca de la duna secundaria, donde aparece *Salsola kali*, *Calystegia soldanella*, *Euphorbia paralias* y la invasora *Spartina patens*, formando una comunidad nitrófila.



**Figura 12** Detalle de *Spartina patens* presente en el inventario 9, al lado de *Calystegia soldanella*.





**Figura 13** Fotografía correspondiente al inventario 15 donde predomina *Elytrigia repens* (tonos más verdes) y *Ammophila arenaria* (tonos más pardos). Como se puede observar, el inventario fue realizado en la parte aguda de la playa, en duna secundaria.



**Figura 14** Fotografía de un inventario donde podemos observar la orientación de las plantas en la duna secundaria y los desechos orgánicos que van a favorecer la aparición de agrupaciones nitrófilas. En primera plana, *Salsola kali*.



**Figura 15** Detalle de *Euphorbia paralias*, registrada en el inventario 16



**Figura 16** Detalle de *Conyza bonaerensis* antes de florecer, registrada en el inventario 16.



**Figura 17** Detalle de las inflorescencias de *Daucus gingidum*, registrada en el inventario 19.



**Figura 18** Vista desde la parte sur de Barayo, cerca del río Barayo, donde vemos la duna terciaria

Evaluación del estado de conservación del sistema dunar de la playa de Barayo y su entorno

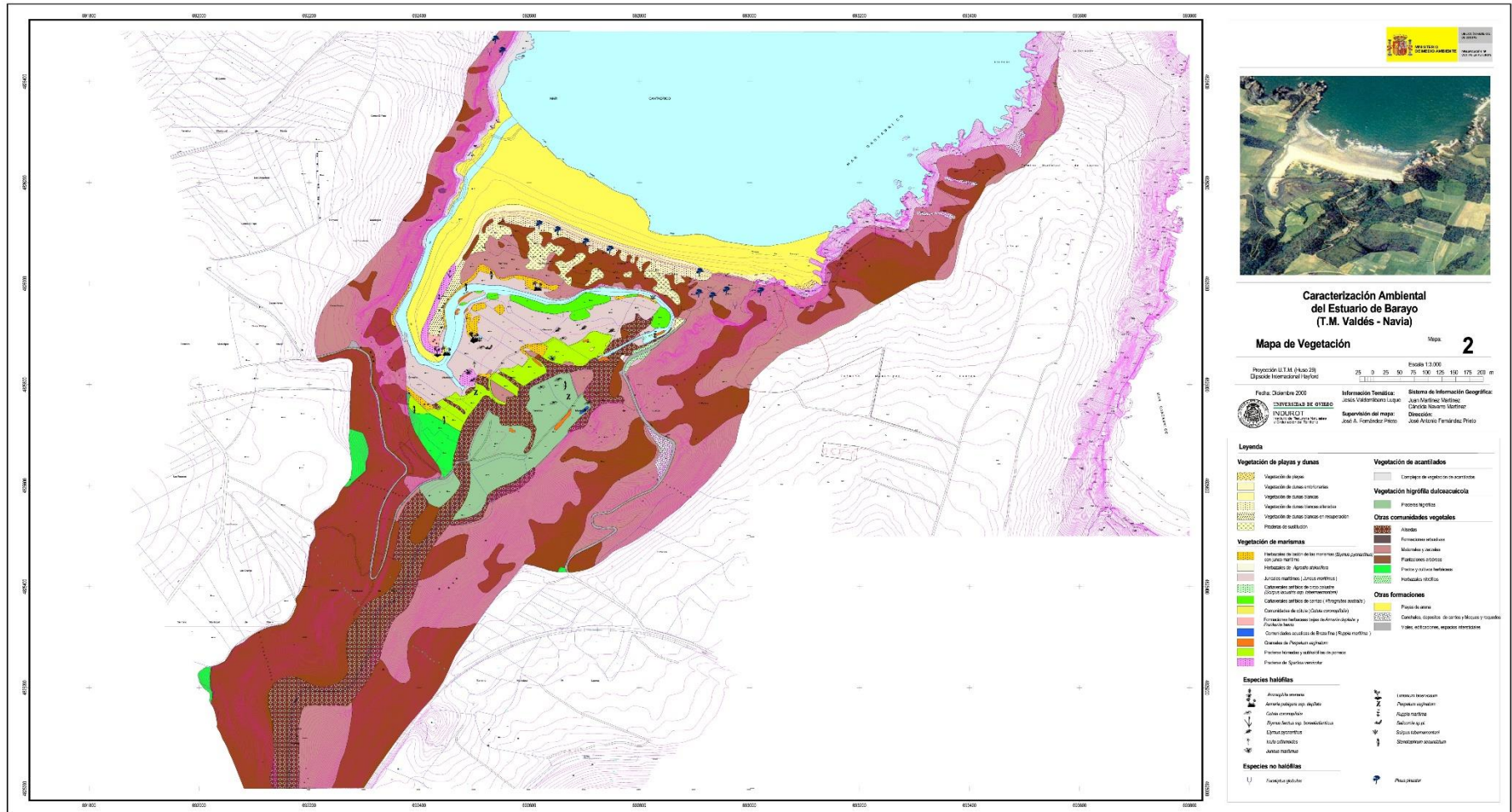


Figura 19 INDUROT (2000). Caracterización Ambiental del Estuario de Barayo (TM Valdés-Navia). Mapa de vegetación. Cartografía inédita. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. Demarcación de Costas en Asturias.