



Análisis de riesgos frente al cambio climático en el LIC Marismas del Odiel

Enero 2024

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red
Natura 2000 en el medio marino español

Autoría:

- ICATALIST S.L.

- Cristina Cabrera Arjona, Manuel Bea Martínez y Gloria Salmoral Portillo



Coordinación y revisión:

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Este trabajo está enmarcado dentro del convenio de colaboración entre la Oficina Española de Cambio Climático y la Fundación Biodiversidad, para iniciativas en materia de adaptación al cambio climático y es una aportación al proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”.

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

cepesca
Confederación Española de Pesca



Fecha de edición

23/06/2024

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

C.1.6 Proyectos demostrativos para la adaptación al cambio climático

ÍNDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO	5
2.	ANTECEDENTES.....	8
3.	OBJETIVOS	9
4.	METODOLOGÍA.....	10
4.1.	PROCESO PARTICIPATIVO.....	10
4.2.	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS	12
4.2.2.	ELEMENTOS DE ANÁLISIS	15
5.	ANÁLISIS DE RIESGOS	17
5.1.	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE.....	17
5.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	18
5.2.1.	HÁBITATS Y ESPECIES	19
5.3.	ANÁLISIS DE LA AMENAZA	27
5.4.	EVALUACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD, CONSECUENCIAS Y RIESGO	33
5.4.1.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS COSTEROS Y VEGETACIONES HALOFÍTICAS.....	39
5.4.2.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE DUNAS MARÍTIMAS Y CONTINENTALES.....	54
5.4.3.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE AGUA DULCE	57
5.4.4.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES.....	59
5.4.5.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE MATORRALES ESCLERÓFILOS	61
5.4.6.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TORTUGA COMÚN (<i>CARETTA CARETTA</i>).....	61
5.4.7.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA ESPÁTULA COMÚN (<i>PLATALEA LEUCORODIA</i>).....	64
5.4.8.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DEL CHARRANCITO COMÚN (<i>STERNULA ALBIFRONS</i>).....	66
5.4.9.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DEL ÁGUILA PESCADORA (<i>PANDION HALIAETUS</i>)	68
5.4.10.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA CANASTERA COMÚN (<i>GLAREOLA PRATINCOLA</i>).....	71

6.	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE RIESGOS	72
7.	VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE RIESGOS	77
7.1.	METODOLOGÍA DE PARTIDA.....	77
7.2.	PRINCIPALES BARRERAS DE APLICACIÓN.....	78
7.3.	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS: ESCALAS Y ELEMENTOS DE ANÁLISIS	79
7.4.	PUNTOS DE MEJORA	80
8.	PROPUESTA DE APLICACIÓN Y TRANSFERIBILIDAD DE LOS RESULTADOS A OTRAS ÁREAS	81
9.	BIBLIOGRAFÍA	83
10.	ANEXOS.....	86
	ANEXO 1. MATRIZ DE VULNERABILIDAD, CONSECUENCIAS Y RIESGO.....	86
	ANEXO 2. FICHAS RESUMEN ANÁLISIS DE RIESGOS	88

1. RESUMEN EJECUTIVO

En junio de 2020, la Fundación Biodiversidad encargó al Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria la elaboración de una [metodología para el análisis del riesgo frente al cambio climático de los Espacios Marinos Protegidos \(EMP\) de la Red Natura 2000](#) donde, previamente al desarrollo de la metodología, se realizó una revisión y diagnóstico de algunas de las metodologías utilizadas actualmente. La metodología que se plantea tiene como objetivo general guiar a los gestores en la puesta en marcha de procedimientos de evaluación del riesgo asociado al cambio climático de los espacios marinos protegidos, que puedan adaptarse a las necesidades y características propias de cada zona protegida. Con el objetivo de englobar las diferentes figuras que incluyen espacios marinos protegidos en España y no limitar el ámbito de aplicación de esta metodología a aquellos declarados como área marina protegida, se utiliza el término Espacio Marino Protegido (EMP) para referirse a las zonas objeto de esta evaluación.

La aplicación futura de la metodología facilitaría el diseño y la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático para su incorporación en los planes de gestión y/o planificación del espacio protegido. Asimismo, los resultados del estudio podrían tenerse en cuenta en la elaboración de las Estrategias de las Demarcaciones Marinas establecidas en la Ley 41/2010, de Protección del Medio Marino.

El presente documento recoge la realización del análisis de riesgos frente al cambio climático y el diseño del programa de medidas de adaptación en el LIC Marismas de Odiel. El análisis se ha realizado en el **horizonte temporal 2030 – 2050**, en los escenarios de emisiones **RCP 4.5** (escenario estabilizador de emisiones) y **RCP 8.5** (escenario creciente de emisiones). El análisis de riesgos se ha aplicado a un total de 14 casos de estudio que tienen en cuenta las principales amenazas identificadas por los hábitats y especies más relevante del EMP. En todos los casos de estudio, se ha utilizado como información de partida la información obtenida durante la fase inicial de entrevistas, y se ha incorporado las sugerencias recopiladas durante el cuestionario online. Los resultados de este estudio constituyen la base para el diseño de medidas de adaptación.

Es importante resaltar que existe mucha confusión en relación con la definición de los diferentes términos utilizados en el análisis de la vulnerabilidad y el riesgo de los sistemas naturales frente al cambio climático. Por ello, se ha adaptado el procedimiento metodológico y la nomenclatura propuesta por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014).

En resumen, los principales hábitats y especies identificados en el LIC Marismas del Odiel son:

- **Hábitats costeros y vegetaciones halófitas:** 1130 Estuarios, 1140 Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja, 1210 Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados, 1310 Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas, 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termo-atlánticos (*Sarcocornetea fruticosae*), 1320 Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimi*).
- **Dunas marítimas y continentales: 2130*:** Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises), 2120: Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria*, 2250*: Dunas litorales con *Juniperus* spp., 2270*: Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster*, 2190: Depresiones intradunares húmedas, 2230: Pastizales de arenales interiores mediterráneos, 2260: Tomillares y matorrales en dunas y arenas litorales.
- **Hábitats de agua dulce: 3170*:** Estanques Temporales Mediterráneos.
- **Formaciones herbosas naturales y seminaturales:** 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion
- **Matorrales esclerófilos:** 5210 Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp. y 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos.
- Tortuga común (*Caretta Caretta*)
- Espátula común (*Platalea leucorodia*)
- Charrancito común (*Sternula albifrons*)
- Águila pescadora (*Pandion haliaetus*)
- Canastera común (*Glareola pratincola*)

Las principales amenazas climáticas que pueden afectar dichos hábitats y especies son:

- Aumento del nivel del mar.
- Aumento de la temperatura del mar.
- Aumento de la temperatura del aire.

El análisis de riesgos se aplica a un total de 14 casos de estudio de la combinación existente de hábitat o especie por amenaza climática identificada, del que se concluye que:

- i. El **Hábitat 1320 pastizales de *Spartina*** presenta un riesgo extremo frente al aumento del nivel del mar en ambos escenarios, dado que la resiliencia de las especies características es menor que la del resto de especies y comunidades presentes en el espacio, por la existencia de la especie invasora *Spartina densiflora* (Castillo *et al.*, 2010).
- ii. Los **hábitats de dunas marítimas y continentales**, el **hábitat 1140 de llanos fangosos o arenosos**, el **hábitat 1310 de vegetación anual pionera**, el **hábitat 1420 de matorrales halófilos mediterráneos** y el **hábitat 6420 de prados húmedos mediterráneos** presentan un riesgo alto frente al aumento del nivel del mar.
- iii. Los hábitats que presentan un riesgo moderado frente al aumento del nivel del mar podrían verse favorecidos o adaptarse positivamente a esta amenaza. Concretamente, se prevé que el **hábitat 1130 de estuarios** aumente su superficie.
- iv. El **hábitat 1210 de vegetación anual sobre desechos** y el **hábitat 3170 de estanques temporales mediterráneos** presentan un riesgo moderado en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5 frente al aumento del nivel del mar.
- v. La **espátula común** presenta un riesgo alto frente al aumento del nivel del mar por una posible pérdida de población nidificante.
- vi. La **tortuga común** presenta un riesgo entre moderado (RCP 4.5) y alto (RCP 8,5) frente al aumento de temperatura del mar.
- vii. Especies como el **charrancito** o la **canastera** comunes presentan un riesgo alto frente al aumento de la temperatura del aire.
- viii. El águila **pescadora**, presenta un riesgo moderado frente al aumento de la temperatura del aire.

2. ANTECEDENTES

Hoy en día existe un consenso generalizado en la comunidad científica de que el incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero, como resultado de las actividades humanas, es la causa inequívoca del actual calentamiento de la atmósfera, océanos y tierra (IPCC, 2021). En España una parte importante de la población y del desarrollo económico se encuentra íntimamente ligado a la costa. Con un total de 7.880 km de costas, el medio litoral español alberga un importante patrimonio natural y de biodiversidad, donde el cambio climático es un factor añadido de presión sobre este territorio costero.

El cambio climático está provocando importantes alteraciones en mares y océanos, desde el incremento de la temperatura del agua, de la estratificación y de la acidificación, el ascenso del nivel del mar, las modificaciones en el régimen de vientos, cambios en la frecuencia e intensidad de tormentas hasta los cambios en la circulación de las masas de agua. Estas alteraciones de las condiciones medioambientales dan lugar a efectos y desequilibrios a nivel biológico (Doney *et al.* 2012). A los impactos del cambio climático se suman otras muchas presiones derivadas de la actividad humana que afectan, desde hace décadas, a los ecosistemas marinos, como la contaminación, la sobreexplotación y la destrucción del hábitat (Kappel, 2005). Por tanto, en el caso de los efectos del cambio climático en el medio marino, es necesario adoptar un enfoque multidisciplinar que permita detectar y analizar los cambios a nivel fisicoquímico y cuál es su relación con las alteraciones que se detectan a nivel biológico. Este conocimiento es clave para poder desarrollar medidas de gestión y adaptación que actúen de forma ajustada sobre el origen de los impactos, teniendo en cuenta sinergias entre impactos que puedan ocurrir (Kersting, 2016).

El LIC Marismas del Odiel está situado al sur de la provincia de Huelva y cuenta con una superficie aproximada de 6.618,09 hectáreas. La confluencia de la desembocadura del Tinto y el Odiel da lugar a una gran diversidad de ecosistemas con una serie de aprovechamientos socioeconómicos, como la pesca deportiva con caña, embarcaciones de recreo y la acuicultura. Cabe señalar también la industria, las salinas industrializadas, la construcción de infraestructuras de turismo y el tráfico marítimo del puerto de Huelva.

En este espacio destaca el hábitat de interés comunitario **1130 Estuarios y sus hábitats asociados**. En este medio salino predominan especies vegetales resistentes a las altas concentraciones de sal, conocidas como plantas halófilas, como la salicornia o la espartina. Dentro del mismo, destacan otros hábitats de interés comunitario: **1320 Pastizales de Spartina** (*Spartinion maritimi*), el **1420 Matorrales halófitos mediterráneos y termoatlánticos** (*Sarcocornetea fruticosae*) y el **1140 Llanos fangosos o arenosos** que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja dominado por praderas de *Zostera noltii*. En la zona de playa destacan los hábitats de dunas marítimas y continentales. Dentro de los hábitats de agua dulce destaca el 3170* Estanques Temporales Mediterráneos.

El espacio también se caracteriza por su amplia diversidad de aves limícolas, aves marinas y otras aves acuáticas asociadas a diferentes hábitats, entre las más relevantes ante un escenario de cambio climático se encuentran la **espátula común** (*Platalea leucorodia*), por ser una de las colonias de reproducción de las más importantes de Europa, el **charrancito común** (*Sternula albifrons*), por ser las dunas uno de los lugares más importantes para su reproducción, el **águila pescadora** (*Pandion haliaetus*), por presentar hábitats muy adecuados para la especie y la **canastera común** (*Glareola pratincola*), por ser la única colonia de esta especie que existe en Huelva.

3. OBJETIVOS

El presente estudio realiza el análisis de riesgos frente al cambio climático en LIC Marismas del Odiel. Para ello se evalúa el riesgo para las amenazas climáticas identificadas en los hábitats y especies más relevantes del EMP, del siguiente modo:

1. Analizar el riesgo de los hábitats de interés comunitario frente al aumento del nivel del mar:
 - Hábitat costeros y vegetaciones halófitas (1130, 1140, 1210, 1310, 1420, 1320).
 - Hábitat de dunas marítimas y continentales (2130*, 2120, 2250*, 2270*, 2190, 2230, 2260).
 - Hábitat de agua dulce (3170*).
 - Formaciones herbosas naturales y seminaturales (6420).
 - Matorrales esclerófilos (5210, 5330).
2. Analizar el riesgo del águila pescadora, la canastera y el charrancito comunes frente al aumento de la temperatura del aire.
3. Analizar el riesgo de la espátula común frente al aumento del nivel del mar.
4. Analizar el riesgo de la tortuga común frente al aumento de la temperatura del mar.

4. METODOLOGÍA

4.1. PROCESO PARTICIPATIVO

Cada vez resulta más aceptado que los retos medioambientales no pueden abordarse de forma aislada debido a las complejas interacciones que existen entre los procesos y actores ambientales y socioeconómicos. El cambio climático o la pérdida global de biodiversidad son ejemplos perfectos de la complejidad que subyace a estos retos en cuanto a causas, motores, impactos y posibles soluciones a distintas escalas.

Este tipo de retos complejos y dinámicos requieren, por tanto, de un pensamiento sistémico y del uso de enfoques integrados. Es a través de esta puesta en común e intercambio de conocimientos que los actores pueden ser capaces de entender mejor el sistema y las diferentes perspectivas de otras partes interesadas, y en última instancia, explorar vías conjuntas para colaborar en la mitigación y superación de problemas ambientales.

La **participación social** es un elemento clave de esta experiencia demostrativa. Por ello, el análisis de riesgos y el posterior diseño de medidas de adaptación se ha articulado en torno a un proceso participativo a través de entrevistas personales y varios talleres. En este proceso se han incluido a los sectores y actores locales (administraciones, comunidad científica, ONG, sectores socioeconómicos, etc.) y expertos del EMP en la evaluación de riesgos frente al cambio climático y el diseño del programa de medidas de adaptación al cambio climático para este EMP.

Durante las fases del proceso participativo (Figura 1) se realizaron las siguientes actividades relacionadas con el análisis de riesgos:

- 1. Entrevistas iniciales a actores y agentes relacionados con el espacio:** constituye la primera parte del proceso participativo con el objetivo de obtener un contexto preliminar e involucrar a los actores (contactados y entrevistados) en el proceso. De los 34 agentes identificados en el mapeo de actores (sectores y agentes relacionados con el EMP), 8 fueron entrevistados, pertenecientes mayormente al sector de la administración y al ambiental.
- 2. Cuestionario online para el análisis de riesgos y el diseño de medidas de adaptación:** constituye la segunda parte del proceso participativo, cuyo objetivo es el de validar/completar los resultados del análisis de riesgos con aportaciones directas de gran parte de los agentes del espacio. Contó con la participación de 7 actores clave. Las aportaciones fueron incorporadas al análisis de riesgos, sobre todo en la identificación de impactos.

La información relacionada con el **focus group para la priorización de medidas de adaptación** se encuentran disponibles en el informe divulgativo *“Focus group para la priorización de medidas de adaptación frente al cambio climático en EMPs de la Red Natura 2000”*.



Figura 1. Fases del proceso participativo desarrollado para el análisis de riesgo y diseño de medidas de adaptación en el LIC Marismas de Odiel.

4.2. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS

4.2.1. FASES Y TIPO DE METODOLOGÍA

En este estudio se aplica la metodología desarrollada por el Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria) en el marco del proyecto LIFE INTEMARES, la cual se estructura en siete fases:

- I. **Definición de los objetivos específicos y el alcance de la evaluación.** Los objetivos deben formularse conjuntamente con la caracterización de la exposición y el análisis de la amenaza, y además determinarán la metodología y las herramientas a aplicar en cada caso.
- II. **Caracterización de la exposición o selección de las unidades ambientales de interés** (especies, hábitats y servicios ecosistémicos), así como la escala espacial y temporal a considerar.
- III. **Análisis de la amenaza**, que comprende:
 - a. La selección de la variable de cambio que usaremos para analizar cada una de las amenazas climáticas identificadas
 - b. La selección de los escenarios de cambio climático, teniendo en cuenta los establecidos por el IPCC o desarrollados específicamente para la zona objeto de estudio, y el horizonte temporal para el cual se quiere efectuar la evaluación (corto, medio o largo plazo);
 - c. La cuantificación de la magnitud del cambio en cada amenaza y la estimación de su probabilidad de ocurrencia.
- IV. **Evaluación de la vulnerabilidad** de las diferentes unidades ambientales frente a los cambios en las condiciones climáticas, considerando su sensibilidad, o grado en que puede verse afectada por dichos cambios, y su resiliencia, o capacidad de recuperación una vez se ha producido la perturbación.
- V. **Identificación y cuantificación de las consecuencias** que los cambios esperables en las variables climáticas puedan tener sobre las unidades ambientales objeto de estudio, para los diferentes escenarios y horizontes temporales seleccionados.
- VI. **Evaluación del riesgo**, integrando dichas consecuencias y su probabilidad de ocurrencia.
- VII. **Definición de medidas de adaptación y seguimiento ambiental**, una vez se han identificado los principales elementos o zonas en riesgo.

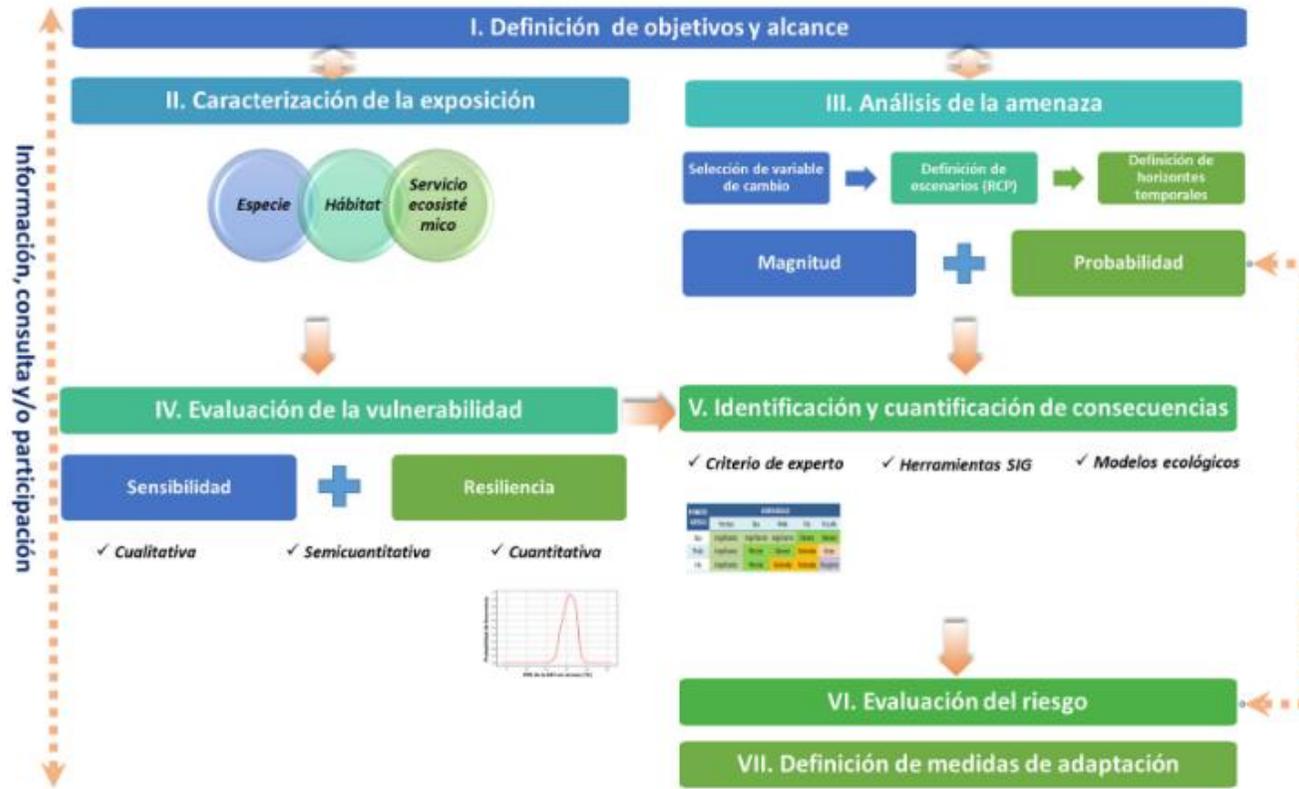


Figura 2. Esquema del procedimiento metodológico seguido para realizar el análisis de riesgos. Fuente: Metodología de análisis del riesgo de los EMPs de la Red Natura 2000 frente al cambio climático (LIFE IP INTEMARES, 2021).

La selección de la metodología a aplicar en cada caso concreto estará estrechamente ligada al objetivo que se plantee, a la información de base existente y a los recursos humanos y económicos disponibles:

- **Cualitativa:** basada en criterios y consultas a expertos, la obtención de resultados robustos y fiables está condicionada por el conocimiento de los expertos, gestores y usuarios del EMP.
- **Semi – cuantitativa:** basada en indicadores, índices y sistemas de valoración (ya existentes o definidos específicamente para la evaluación que se pretende llevar a cabo).
- **Cuantitativa:** implica la aplicación de modelos matemáticos (climáticos, hidrodinámicos, ecológicos), más o menos complejos.

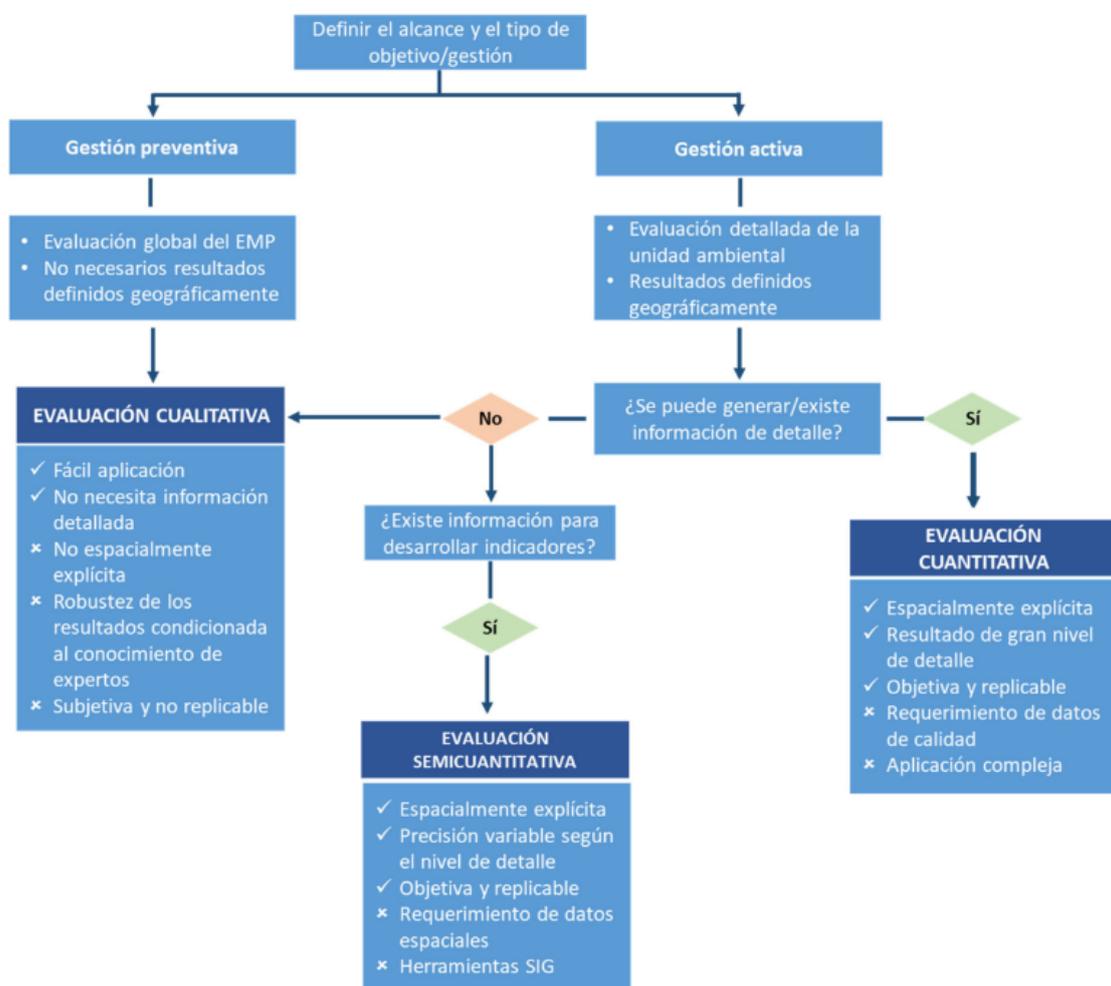


Figura 3. Árbol de decisión para la selección de la metodología. Junto a cada metodología se presenta un cuadro con sus principales ventajas y desventajas. Fuente: Metodología de análisis del riesgo de los EMPs de la Red Natura 2000 frente al cambio climático (LIFE IP INTEMARES, 2021).

4.2.2. ELEMENTOS DE ANÁLISIS

A continuación, se definen a detalle los elementos que integra la metodología, así como el criterio seguido para su determinación:

- **Amenazas**, entendidas como la ocurrencia potencial de un evento (cambio en las condiciones ambientales) que pueda causar daño o pérdida a una especie, hábitat o ecosistema (p.ej. aumento de la temperatura superficial del agua, ascenso del nivel del mar, etc.). Para su correcta definición resulta esencial determinar qué variables y parámetros condicionan la distribución de las especies o hábitats objeto de estudio. La tipología y magnitud de estas amenazas dependerá de las trayectorias de emisión de gases de efecto invernadero y de los cambios que se produzcan en los usos del suelo, dependientes, a su vez, de las medidas de mitigación que se apliquen globalmente.

La **magnitud** de la amenaza se ha categorizado cualitativamente, de acuerdo con la siguiente escala:

- **Baja**: la diferencia entre los valores de la amenaza en la situación base y el escenario considerado es prácticamente nula.
- **Media**: los valores proyectados de la amenaza se corresponden con los máximos de la situación base.
- **Alta**: la amenaza en el escenario considerado alcanza valores no registrados en la situación base.

La **probabilidad** de que se produzca una amenaza concreta se ha dividido de acuerdo con los siguientes niveles:

- **Rara**: probabilidad muy baja (<10 %).
 - **Improbable**: probabilidad baja (10% - 33%).
 - **Posible**: pero no improbable, probabilidad entre 33% y 66%.
 - **Probable**: entre 66 % y 90% de probabilidad.
 - **Muy probable o prácticamente segura**: probabilidad mayor al 90%.
- **Exposición**, que hace referencia a las especies, hábitats y servicios ecosistémicos de cada EMP que puedan verse afectados negativamente por las amenazas. Es decir, a los elementos del medio natural existentes en el EMP o zona de interés que son objeto del análisis de riesgo.
 - **Vulnerabilidad** o predisposición de las especies o hábitats de ser negativamente afectados por los cambios en las condiciones climáticas. Este concepto es una característica propia de cada elemento potencialmente afectado, que integra su sensibilidad y resiliencia. No obstante, esta vulnerabilidad intrínseca puede verse modificada por las presiones antrópicas, incrementándola o reduciéndola en función de las medidas de gestión que se apliquen en cada caso concreto.

La **sensibilidad** se define como la propensión de la unidad ambiental de verse afectada, en el caso de que la amenaza ocurra. Se ha categorizado según la siguiente escala:

- **Nada sensible**: la propensión de la unidad ambiental a verse afectada por los cambios en la amenaza es muy baja.
- **Poco sensible**: la propensión de la unidad ambiental a verse afectada por los cambios en la amenaza es baja.
- **Moderadamente sensible**: la propensión de la unidad ambiental a verse afectada por los cambios en la amenaza es media.
- **Sensible**: la propensión de la unidad ambiental a verse afectada por los cambios en la amenaza es alta.
- **Muy sensible**: la propensión de la unidad ambiental a verse afectada por los cambios en la amenaza es muy alta.

La **resiliencia** es la capacidad de adaptación de la unidad ambiental. En este caso, la resiliencia se ha valorado de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Nada resiliente**: incapacidad total de la unidad ambiental de recuperarse.
- **Poco resiliente**: el sistema conserva algunas de sus funciones, pero no es capaz de recuperar la mayoría de ellas tras la perturbación.
- **Moderadamente resiliente**: el sistema se recupera parcialmente.
- **Resiliente**: la mayor parte de las funciones son capaces de recuperarse tras la perturbación.
- **Muy resiliente**: condición ideal (el sistema puede volver completamente al estado previo a la perturbación).

Por tanto, los sistemas menos vulnerables serán los menos sensibles y más resilientes; mientras que las unidades ambientales más vulnerables serán las más sensibles y con baja o nula capacidad de recuperarse.

- **Consecuencias o impactos**, que derivan de la interacción de las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad en el medio natural, es decir, constituyen los efectos concretos del cambio climático sobre el EMP (p.ej. regresión de especies, alteración del hábitat, proliferación de especies invasoras, disminución de stocks, etc.). La implementación de medidas de mitigación o adaptación específicas pueden reducir la magnitud de estas consecuencias.

La magnitud de las consecuencias se ha categorizado en cinco niveles, de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Insignificantes**: en los casos en los que tanto la vulnerabilidad como la amenaza son bajas o muy bajas, se considera que los principales componentes no tendrán afecciones visibles o funcionales sobre la especie, hábitat o servicio ecosistémico considerado.
- **Menores**: en condiciones de vulnerabilidad y amenaza media o alta, así como cuando la amenaza es muy baja y la vulnerabilidad media o alta, y viceversa, es esperable que la unidad ambiental se conserve y mantenga su estructura y función, aunque algunas propiedades o procesos puedan verse afectadas.

- Moderadas: el número de funciones o elementos puede disminuir, de manera que se considere la unidad ambiental como degradada, pero no de manera reversible. Esta situación se genera en condiciones de vulnerabilidad y amenaza medias o combinaciones alta-baja o muy alta-muy baja de ambos parámetros.
 - Graves: en las situaciones en las que una amenaza muy alta actúe sobre una unidad ambiental de vulnerabilidad baja o media, o una amenaza alta sobre una unidad de vulnerabilidad media o alta, y viceversa, la unidad ambiental puede sufrir una regresión y sus funciones principales registrar alteraciones drásticas, por lo que su valor quedará mermado significativamente.
 - Muy graves: la unidad ambiental dejará de existir o su función sufrirá alteraciones permanentes, dado que la vulnerabilidad y/o la amenaza son muy altas.
- **Riesgo**, que resulta de la integración de las consecuencias sobre los elementos del medio derivadas de las modificaciones en las condiciones ambientales, considerando, además, la probabilidad de que dichas modificaciones se produzcan.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS

5.1. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo de este análisis es conocer el riesgo de las **especies y hábitats de interés comunitario** presentes en el **LIC Marismas del Odiel** frente a las diferentes amenazas climáticas identificadas, en el **horizonte temporal 2030– 2050, RCP 4.5** (escenario estabilizador de emisiones) y **RCP 8.5** (escenario creciente de emisiones).

Tal y como se especifica en el apartado de metodología (4.2.2.), como se conoce la presencia del hábitat o especie en el ámbito del EMP, pero no se dispone de cartografía de detalle actualizada, se opta por una **evaluación cualitativa** basada en criterio de experto.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Las marismas del Odiel han experimentado importantes cambios durante las últimas décadas. Este espacio sufrió una gran presión antropogénica entre 1956 y 1979 por la construcción del dique Juan Carlos I y la carretera asociada.

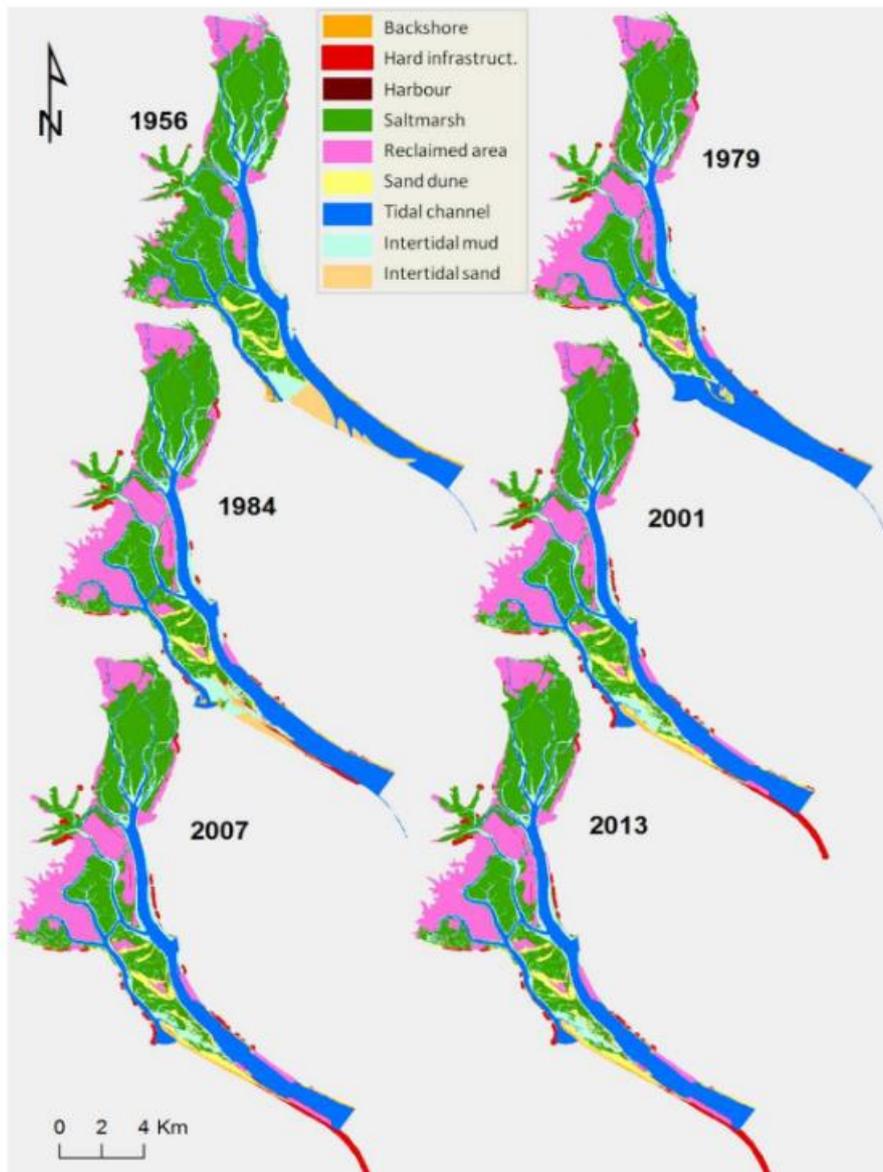


Figura 4. Cambios en las Marismas del Odiel entre 1956 y 2013. Fuente: Tesis doctoral Fernández (2016).

La combinación del desarrollo del espigón y la ampliación del dique Juan Carlos I promovió la estabilización y colonización de la vegetación en gran parte de la llanura intermareal, lo que llevó a su conversión en dunas de arena y una reducción de la superficie de marismas en la desembocadura del estuario principalmente como consecuencia de la colonización de vegetación y, por tanto, pérdida de la llanura fangosa. Esta parte del estuario es muy dinámica debido a su exposición a fuertes corrientes de marea y al oleaje de alta energía, además de recibir grandes volúmenes de sedimentos procedentes de la costa a través de la deriva litoral.

A continuación, se ofrece una visión general de la exposición, es decir, de las principales especies y hábitats (tal y como se especifica en el apartado 4.2.2. de metodología del análisis de riesgos) que puedan verse afectados negativamente por las amenazas (identificadas en el apartado 5.3 de análisis de las amenazas).

5.2.1. HÁBITATS Y ESPECIES

5.2.2. HÁBITATS OBJETO DE ESTUDIO

Se han identificado 17 HIC (Hábitats de Interés Comunitario), de los que de los cuales 4 son considerados prioritarios (2130*, 2250*, 2270* y 3170*). Además, están calificados como hábitat muy raro los siguientes: llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja (1140) y prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion Holoschoenion* (6420):

Tabla 1. Selección de los hábitats objeto de estudio.

HÁBITATS
Hábitats costeros y vegetaciones halofíticas
HIC 1130 Estuarios
HIC 1140 Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja
HIC 1210 Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados
HIC 1310 Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
HIC 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termo-atlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosae</i>)
HIC 1320 Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)
Dunas marítimas y continentales
HIC 2130*: Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises).
HIC 2120: Dunas móviles de litoral con <i>Ammophila arenaria</i>
HIC 2250*: Dunas litorales con <i>Juniperus spp.</i>
HIC 2270*: Dunas con bosques de <i>Pinus pinea</i> y/o <i>Pinus pinaster</i>.
HIC 2190: Depresiones intradunares húmedas
HIC 2230: Pastizales de arenales interiores mediterráneos
HIC 2260: Tomillares y matorrales en dunas y arenas litorales
Hábitats de agua dulce
HIC 3170*: Estanques Temporales Mediterráneos.
Formaciones herbosas naturales y seminaturales
HIC 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas <i>del Molinion-Holoschoenion</i>
Matorrales esclerófilos
HIC 5210 Matorrales arborescentes de <i>Juniperus spp</i>
HIC 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos

Estos hábitats se articulan siguiendo un gradiente de altitud, es decir, como una sucesión ecológica desde los ambientes marinos hacia los terrestres; sucesión que se ve favorecida por el alto dinamismo que caracteriza a este tipo de ecosistemas.

En base a este proceso de sucesión ecológica, se pueden citar en primer lugar los hábitats localizados en áreas de mayor influencia marina, que permanecen buena parte del tiempo sumergidos. En este grupo se incluyen los estuarios (HIC 1130) y los llanos fangosos que emergen en marea baja (HIC 1140), que ocupan importantes superficies en la ZEC. Con una extensión superficial muy pequeña, de tan solo unas 9 ha, se encuentra el HIC 1210, de vegetación anual sobre desechos marinos acumulados.

El resto de los hábitats costeros, más claramente emergidos o terrestres, se refieren a comunidades vegetales halófilas, adaptadas a vivir en condiciones de alta salinidad, como las formaciones vegetales anuales sobre zonas fangosas o arenosas con la salicornia (HIC 1310), los pastizales de *Spartina* (HIC 1320) y los matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (HIC 1420), siendo especialmente extenso este último.

En el sentido de progresión hacia ámbitos más terrestres se encuentran HIC con menor representación superficial, como son los HIC de dunas. Por último, encontramos hábitats vinculados a una mayor disponibilidad de aportes hídricos de origen terrestre, como los estanques temporales mediterráneos (HIC 3170) y los prados húmedos mediterráneos de hierbas altas (HIC 6420); así como matorrales arborescentes con enebro marítimo (HIC 5210) y matorrales termomediterráneos y pre-estépicos (HIC 5330).

La elaboración del inventario de hábitats de interés comunitario presentes en el espacio se ha realizado tomando como fuente de referencia la información más actualizada disponible: "Hábitats de Interés Comunitario de Andalucía (HIC) para el año 2022 de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Junta de Andalucía".

Dada la elevada presencia de Hábitat de Interés Comunitario en el LIC, se ha tomado como referencia la agrupación de tipos de hábitat incluida en la guía básica del Ministerio de Medio Ambiente (Bartolomé *et al.*, s.f.), establecida como una primera herramienta de apoyo para su conocimiento y su conservación. Para la descripción de cada hábitat se han consultado las fichas correspondientes a las bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (VV.AA., 2009).

HÁBITATS COSTEROS Y VEGETACIONES HALÓFÍTICAS

a) HIC 1130 Estuarios

Los hábitats de estuario y marismas mareales conforman el paisaje predominante en el ámbito del LIC Marismas del Odiel donde se da una buena muestra de la transición desde los sistemas netamente acuáticos hasta los de tierra firme.

El hábitat se da en las desembocaduras de ríos donde las características de éstos y la influencia marina generan fuertes gradientes que además son muy variables en el tiempo. De este modo, a los cambios de salinidad producidos en la mezcla de agua dulce proveniente de la red de drenaje se añaden factores como el régimen de mareas. Hay una serie de otros hábitats relacionados con el Hábitat 1130 Estuarios.

b) HIC 1140 Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja

Se trata de una banda de sustratos fangosos o arenosos únicamente colonizados por macroalgas o comunidades del género *Zostera* que queda expuesta entre mareas.

c) HIC 1210 Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados

Se desarrolla en localizaciones muy precisas, donde se producen inundaciones periódicas y parciales por el oleaje y se acumulan materiales orgánicos arrojados por las mareas. Se trata de comunidades de plantas anuales adaptadas a la salinidad y los aportes de nitrógeno (halonitrófilas) que colonizan las zonas de la playa donde el oleaje deposita y acumula restos orgánicos, fundamentalmente vegetales.

d) HIC 1310 Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas

En cotas algo superiores los espartinales son desplazados por vegetación halófila suculenta anual poco densa y pionera de este hábitat.

e) HIC 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termo-atlánticos (*Sarcocornetea fruticosae*)

Se da en suelos arenosos y predomina una vegetación halófila vivaz, camefítica suculenta. Ocupan las zonas con influencia mareal esporádica. La vegetación se caracteriza por especies de marismas mediterráneas (p. ej. *Arthrocnemum macrostachyum* y *Suaeda vera* (Gehu y Rivas-Martínez, 1984).

f) HIC 1320 Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimi*)

Comunidades halófilas casi monoespecíficas de carácter pionero y vivaz que ocupan los suelos fangosos que inunda diariamente la marea.

DUNAS MARÍTIMAS Y CONTINENTALES

Todos estos hábitats forman parte de la transición entre el medio marítimo y el terrestre. Estos sistemas juegan un papel trascendente para la protección de la costa y de los hábitats limítrofes. Tienen en común unas condiciones edáficas extremas con una muy escasa capacidad de retención de agua, elevadas temperaturas superficiales, alto contenido en sales, muy acusada escasez de nutrientes y, sobre todo, la gran movilidad del sustrato. Dada la similitud entre ellos, los hábitats de dunas marítimas y continentales se analizarán como una sola unidad para evaluar el riesgo frente a las amenazas climáticas.

Los aportes de arena de las playas transportados por el viento son retenidos y fijados por plantas pioneras en primera instancia. La presencia del dique Juan Carlos I resulta inevitable para explicar la organización actual de este proceso y, en consecuencia, la organización de los HIC 2110, 2120 y 2130 que se disponen a barlovento del dique conformando la playa y primeros frentes dunares. Estos acúmulos van dando paso a cordones dunares con vegetación especializada que van desde herbáceas (2190, Depresiones intradunales húmedas o 2230, Dunas con céspedes de *Malcomietalia*) hasta leñosas de gran porte como el pino (2270) o sabinas y enebros (2250*) pasando por matorral de cistáceas y labiadas (2260). Concretamente, los hábitats correspondientes a este grupo presentes en el espacio son los siguientes:

- g) HIC 2130*: Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises).
- h) HIC 2120: Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria*.
- i) HIC 2250*: Dunas litorales con *Juniperus spp.*
- j) HIC 2270*: Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster*.
- k) HIC 2190: Depresiones intradunares húmedas.
- l) HIC 2230: Pastizales de arenales interiores mediterráneos.
- m) HIC 2260: Tomillares y matorrales en dunas y arenas litorales.

HÁBITATS DE AGUA DULCE

n) HIC 3170*: Estanques Temporales Mediterráneos

Los estanques temporales mediterráneos corresponden a dos lagunas en su porción occidental. Estas charcas son muy someras y su origen epigeo les otorga un carácter oligotrófico y oligosalino. Estas características, alejadas de la influencia marítima dominante, aportan al ámbito una mayor diversidad.

FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES

o) HIC 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*

Las comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas (6420) caracterizadas por la presencia de *Scirpus* sp. y *Juncus* sp. se localizan en la marisma media en zonas donde la influencia marina está muy atenuada y el nivel freático acusa una escasa o nula salinidad. A pesar de su escasa superficie, pueden jugar un papel importante en la conectividad ecológica al actuar como reservorios de humedad en el estío sirviendo de refugio a numerosas especies.

MATORRALES ESCLERÓFILOS

p) HIC 5210 Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp

Son formaciones abiertas en las que dominan grandes ejemplares arbustivos de *Juniperus*. Los espacios entre los individuos de *Juniperus* están ocupados por el matorral bajo de sustitución de los bosques predominantes en cada territorio o por pastizales, son acompañados por formaciones de leguminosas y labiadas, coscojares, brezales, jarales y matorrales de cistáceas, etc.

q) HIC 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos

Matorrales de muy diferente naturaleza y fisionomía, es un hábitat diverso florística y estructuralmente.

5.2.3. ESPECIES OBJETO DE ESTUDIO

El grupo de las aves es con diferencia el mejor representado, al jugar las áreas de marisma y los medios palustres del Golfo de Cádiz un papel fundamental como lugares de paso, nidificación e invernada en las rutas migratorias de muchas aves del continente. En la actualidad, se han citado cerca de 300 especies distintas de aves, pudiendo considerarse habituales unas 100 especies que se pueden agrupar en cuatro categorías, atendiendo a su presencia diferencial a lo largo del año: permanentes, invernantes, estivales, y esporádicas o de paso. Por el tamaño de sus poblaciones y por la multitud de especies pueden considerarse de especial importancia las aves invernantes, así como las aves de paso primaveral y otoñal.

De todas las especies de aves presentes, se han seleccionado aquellas más representativas de cada uno de los hábitats característicos con el objetivo de obtener una estimación/aproximación del riesgo para diferentes especies ligadas a estos ecosistemas.

Además, se seleccionaron para el análisis las especies que se encuentran incluidas como especies de interés comunitario en anexo II de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. También se han incluido especies que serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución, incluidas en el anexo IV así como especies amenazadas reguladas en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero (ver tabla 1).

Tabla 2. Especies objeto de estudio, categoría de protección y amenaza.

ESPECIE	Ley 42/2007	RD 139/2011
Tortuga común (<i>Caretta caretta</i>)	De interés comunitario	Vulnerable
Espátula común (<i>Platalea leucorodia</i>)	Medidas de conservación especiales	-
Charrancito común (<i>Sternula albifrons</i>)	Medidas de conservación especiales	-
Águila pescadora (<i>Pandion haliaetus</i>)	Medidas de conservación especiales	Vulnerable
Canastera común (<i>Glareola pratincola</i>)	Medidas de conservación especiales	-

A continuación, se realiza una descripción de las especies seleccionadas para el análisis:

a) Tortuga común (*Caretta caretta*)

La tortuga común (*Caretta caretta*) en sus migraciones por la costa puede adentrarse en los límites del ámbito del Paraje Natural Marismas del Odiel por el Canal del Padre Santo o el Canal de Punta Umbría. Se trata de una especie de gran tamaño, 90 cm aproximadamente de longitud y 135 kg de peso medio. Posee mandíbulas grandes y fuertes, el caparazón con forma de corazón de color marrón-rojizo y las aletas frontales pequeñas pero muy gruesas, más que las de otras especies, y poseen dos garras cada una, en las traseras varían de 2 a 3.

b) Espátula común (*Platalea leucorodia*)

Se trata de un ave zancuda de gran tamaño y coloración general blanca. Destaca en ella su peculiar pico, largo y aplanado en su extremo a modo de espátula, rasgo que ha dado origen a su nombre vulgar. Actualmente, cuenta con colonias de cría en la isla de Enmedio y en la isla de la Liebre (otra zona del Paraje Natural), siendo centro de recuperación y dispersión de la especie.

c) Charrancito común (*Sternula albifrons*)

Presenta el pico amarillo y de punta negra. En general, esta especie migradora pasa el invierno al sur de su área de cría, en las costas tropicales y subtropicales de África, en Arabia y por toda la costa norte y noreste de Australia, teniendo un comportamiento estival en la península.

Los charrancitos se reproducen en diferentes lugares del Paraje Natural Marismas del Odiel, especialmente en la playa y el sistema peridunar previo a la misma, pero, sobre todo, encuentran un hábitat idóneo para reproducirse en el interior de los recintos de dragado de la ría que la Autoridad Portuaria de Huelva gestiona dentro de la Reserva de la Biosfera de Marismas del Odiel y el LIC Marismas del Odiel, donde la reproducción es mayor que en la zona de playa, siendo algunas de las colonias de cría más importantes de Andalucía.

d) Águila pescadora (*Pandion haliaetus*)

Se trata de una rapaz estrictamente ligada al medio acuático y de alimentación exclusivamente piscívora, muy extendida a nivel mundial. Se había dado por extinguida como reproductora en los años 80 pero volvió a introducirse gracias a un programa de reintroducción que finalizó en el 2012. Marismas del Odiel es una región idónea por la existencia de hábitats adecuados para esta emblemática rapaz, ya que es una de las principales zonas de invernada de la especie y actualmente cuenta con cinco parejas reproductoras.

e) Canastera común (*Glareola pratincola*)

Especie limícola que ha desarrollado una particular técnica de alimentación, consistente en la persecución de invertebrados aéreos, que se parece notablemente a la utilizada por vencejos, aviones y golondrinas. A la hora de nidificar, prefiere todo tipo de lugares despejados próximos a masas de agua, como orillas, isletas y barbechos, donde instala un somero nido en cualquier depresión del terreno.

Durante los meses de marzo y abril, las canasteras, que son aves estivales en la Península, comienzan a llegar a nuestro territorio. A partir de julio, una vez terminada la reproducción, se dirigen hacia sus cuarteles de invernada en África, donde se reunirán con ejemplares procedentes de otras regiones. En Marismas del Odiel se sitúa la única colonia de canastera común que existe en Huelva, la cual contaba en 2020 con 40 parejas en la balsa de dragados.

5.3. ANÁLISIS DE LA AMENAZA

Los patrones espaciales de la ecología de las marismas no se rigen por una única característica, sino que están controlados en gran medida por 10 factores ambientales principales: mareas, salinidad, suelo, drenaje, aireación, nivel freático, precipitaciones, evaporación, temperatura y biota (Chapman, 1941). Estos factores ambientales están interrelacionados y afectan al funcionamiento de las marismas, los procesos y la zonación de la vegetación. Podemos citar, entre los factores más relevantes y susceptibles de sufrir modificaciones, las variaciones en el oleaje, el aumento del nivel del mar y el cambio de su temperatura superficial, o los eventos extremos, como las tormentas o las mareas meteorológicas. Las amenazas que se han contemplado en este caso son:

- **Aumento de la temperatura del mar**
- **Aumento del nivel del mar**
- **Aumento de la temperatura del aire**

➤ **Definición de la amenaza**

Magnitud

Según los datos obtenidos del visor PIMA Peligrosidad, en la actualidad la temperatura superficial del mar media ronda alrededor de los 18,14 – 18,50 °C, las mínimas entre 12,87 – 13,23 °C y las máximas alrededor de 24,80 – 25,95°C. En el RCP 4.5 se espera un aumento de la temperatura media de entre 0,07 – 0,23 °C mientras que en RCP 8.5 se espera un aumento entre 0,09 – 0,27 °C para mediados de siglo (2026 – 2045). Por tanto, la magnitud se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5.

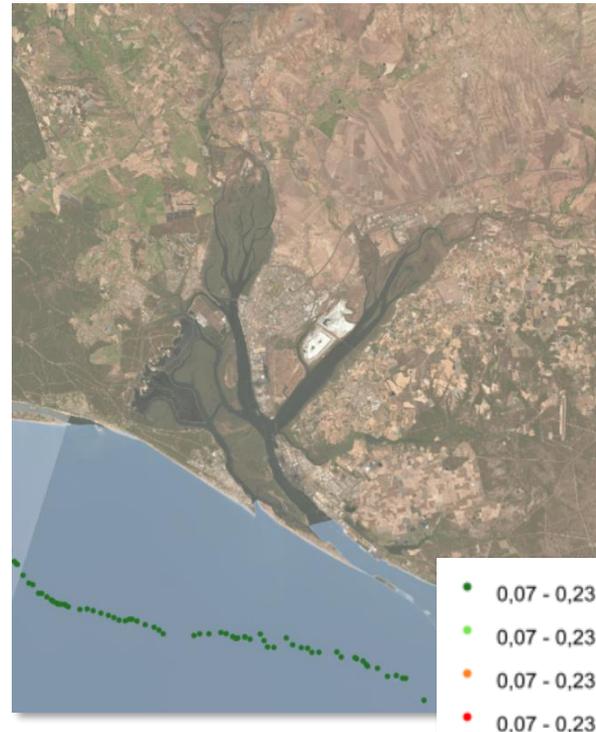
Probabilidad

De acuerdo con el informe del IPCC (2019), el aumento proyectado de la subida de la temperatura tiene una probabilidad de cumplirse entre el 90% y el 100%, por lo que la probabilidad de ocurrencia es casi segura en ambos escenarios.

ACTUALIDAD



RCP 4.5



RCP 8.5

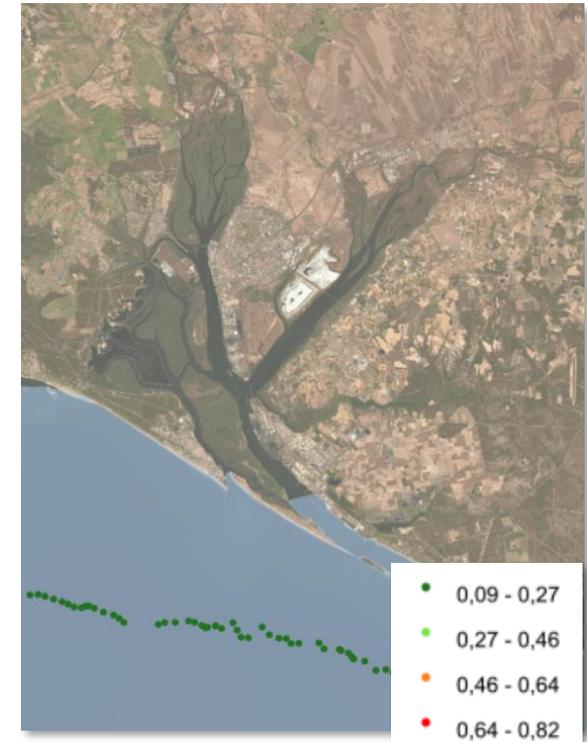


Figura 5. Temperatura actual (actualidad, 18,14 – 18,50 en verde) y aumento esperado para RCP 4.5 (0,07 – 0,23 en verde oscuro) y RCP 8.5 (0,09 – 0,27 en verde oscuro). obtenidos del visor PIMA Peligrosidad.

a) Aumento del nivel del mar

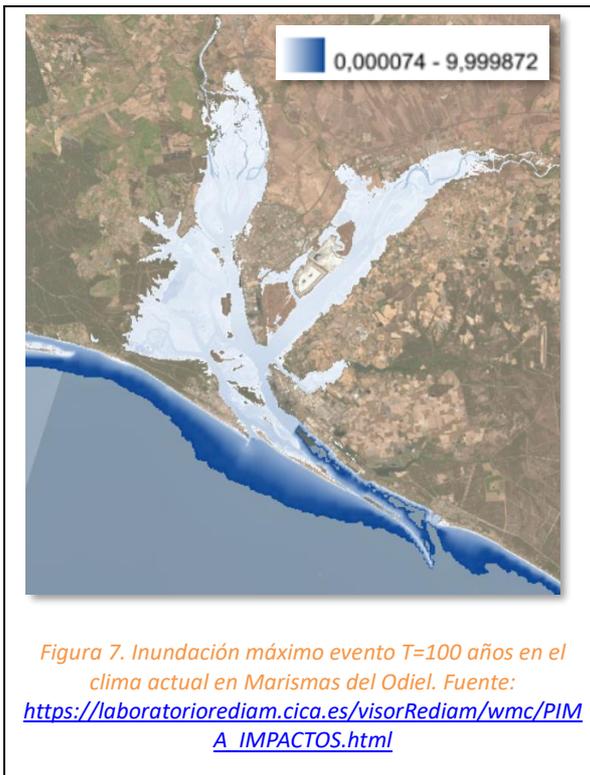
El único mareógrafo situado en las proximidades de las Marismas del Odiel con datos de más de 10 años es el "Mareógrafo de Huelva", situado en la desembocadura de la ría en el puerto deportivo de Mazagón.



Figura 6. Nivel del mar periodo 2012 – 2022 registrado en el Mareógrafo de Huelva 5. Fuente: Puertos del Estado.

Los datos mostraron que el nivel del mar en las marismas del Odiel está subiendo, de 1,85 m y 2 m alcanzados en años anteriores (2012 – 2014) a alcanzar como mínimo 2 m y como máximo 2,20 m (2019 – 2022). Se aprecia una subida de 0,2 m entre 2012 y 2022. Sin embargo, las series temporales cortas podrían estar influidas por otros factores (por ejemplo, los ciclos de las mareas). La oscilación entre mareas muertas y mareas vivas en Marismas del Odiel varía desde 1 - 1.5 hasta 3 metros.

A continuación, pueden observarse distintos escenarios de inundación para el RCP 4.5 en comparación con el escenario actual para una inundación máxima que tiene una probabilidad media de ocurrir en un año determinado (T=100 años) y para una baja probabilidad de inundación (T=500 años) obtenidos del visor PIMA – IMPACTOS:



Magnitud

En general, en el Mediterráneo el nivel del mar ha presentado subidas muy marcadas (2 - 10 mm/año) a partir de mediados de los años 90. El nivel del mar aumentará entre 2 y 5 mm /año durante este siglo; el rango tan amplio se debe en parte a los escenarios de emisiones, asociándose las menores elevaciones al RCP 4.5, pero sobre todo a la contribución de la fusión de hielos, sobre la cual hay una gran incertidumbre (Kersting, 2016).

En el marco del proyecto “PIMA Adapta Costas” en el contexto del Plan de Impulso al Medio Ambiente para su adaptación al cambio climático en la comunidad autónoma de Andalucía (REDIAM, Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul), se ha realizado una integración de datos sobre clima y vulnerabilidad en el ámbito costero mediante la evaluación de la peligrosidad, los impactos y los riesgos derivados del cambio climático en varios escenarios de inundación y para diferentes horizontes temporales, cuyos resultados son consultables en el Visor de Impactos del Cambio Climático, también de la REDIAM. En base a estos escenarios de emisiones RCP4.5 y RCP8.5, el nivel medio de subida del nivel del mar a una distancia variable entre 5 y 10 km de la línea de costa en la zona del Paraje Natural Marismas del Odiel ascendería hasta el año 2050 unos 21 a 24 cm (RCP4.5 y RCP8.5, respectivamente), mientras que hasta 2100 el ascenso estimado es de unos 45 a 64 cm (RCP4.5 y RCP8.5, respectivamente). La pérdida de franja costera será de anchura variable en función de la topografía y, concretamente, hasta el año 2050 se estima un retroceso de la línea de costa de entre unos 5,3 a 8,9 m en el escenario de emisiones RCP4.5 y de 5,8 a 9,6 m en el caso del RCP8.5, por lo que la magnitud se considera media para el RCP 4.5 y alta en RCP 8.5.

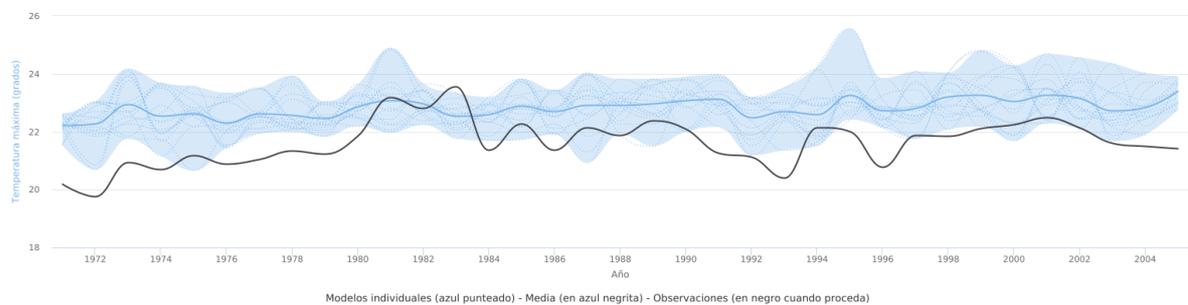
Probabilidad

Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la probabilidad se considera casi segura en ambos escenarios.

a) Aumento de la temperatura del aire

En general, la temperatura media en España ha aumentado alrededor de 1,7 °C desde la época preindustrial. En el escenario más optimista, se espera que la temperatura del planeta aumente 1,5°C pero en el escenario más pesimista se llegará a sobrepasar ese límite y llegar a un calentamiento de 2°C.

Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla ajustados (media) - Histórico - Año completo - Huelva

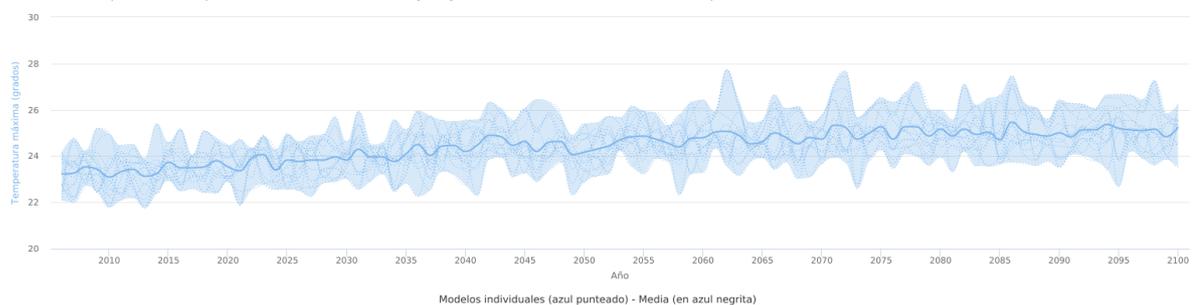


Fuente: <http://escenarios.adaptecca.es>

Figura 9. Datos históricos de temperaturas máximas en Huelva. Fuente: AdapteCCA.

Concretamente, en Huelva se espera un aumento de 1°C para el futuro cercano en el escenario RCP 4.5 (más optimista). Por el contrario, en el escenario más pesimista se espera un aumento de 1-1.5°C, tendencia que va en aumento de mediados a finales de siglo, llegándose a alcanzar aumentos de hasta 3-4°C en el peor de los escenarios. Por tanto, la **magnitud** se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5.

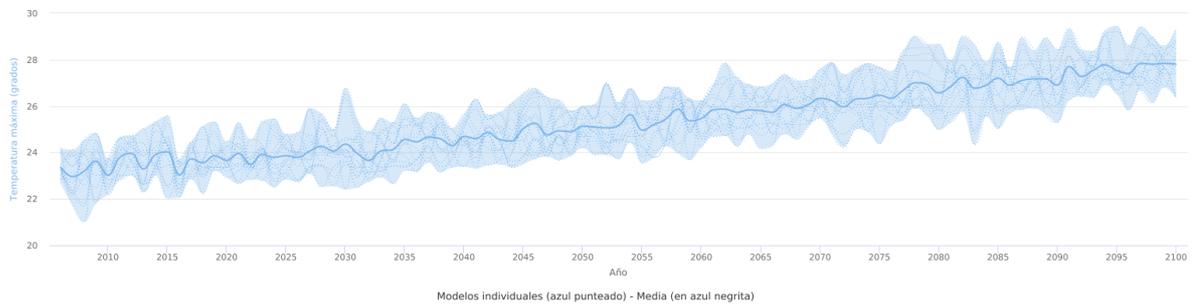
Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla ajustados (media) - RCP 4.5 - Año completo - Huelva



Fuente: <http://escenarios.adaptecca.es>

Figura 10. Escenario de temperaturas máximas en Huelva hasta finales de siglo en RCP 4.5. Fuente: AdapteCCA.

Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla ajustados (media) - RCP 8.5 - Año completo - Huelva



Fuente: <http://escenarios.adaptecca.es>

Figura 11. Escenario de temperaturas máximas en Huelva hasta finales de siglo en RCP 8.5. Fuente: AdapteCCa.

El aumento es claro y progresivo a lo largo del siglo XXI, mayor en verano y para el escenario de cambio climático más emisivo (RCP 8.5). Las temperaturas máximas y mínimas del verano y otoño muestran un incremento más intenso que las del invierno y primavera, por lo que la **probabilidad de ocurrencia es casi segura** en ambos escenarios.

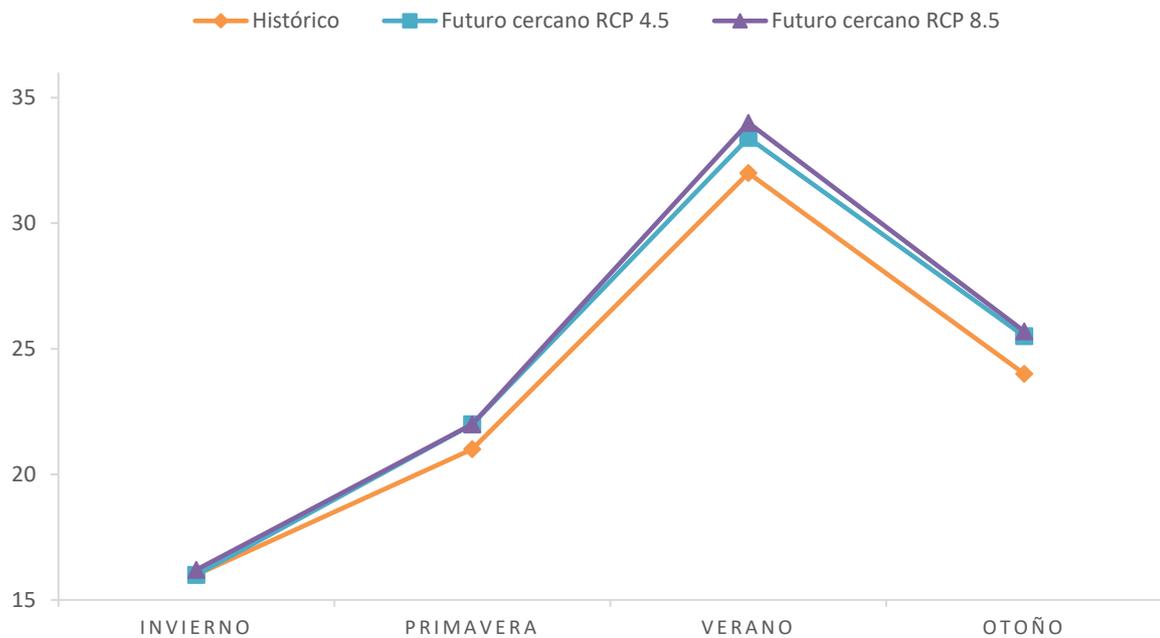


Figura 12. Gráfico evolución temperaturas máximas para el futuro cercano por escenarios. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en AdapteCCa.

5.4. EVALUACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD, CONSECUENCIAS Y RIESGO

La realización de entrevistas previas permitió la recopilación de información de partida del análisis de riesgos que fue posteriormente completada y validada con su correspondiente consulta bibliográfica, principalmente de artículos científicos, y la información extraída del cuestionario para la validación del análisis de riesgos.

La principal amenaza en este espacio será la potencial subida del nivel del mar que convertirá en hábitats especialmente vulnerables a las zonas húmedas (estuarios, marismas, salinas, caños, etc.) y playas del Paraje Natural, siendo especialmente destacables los estuarios y marismas (HIC 1130, 1140, 1210, 1310, 1320 y 1420). Las marismas están influenciadas fundamentalmente por la posición del nivel del mar y la dinámica del litoral (que afecta a los procesos de erosión y sedimentación).

El aumento de la superficie inundada puede asociarse a variaciones en otros factores como la disponibilidad de oxígeno (Mitsch y Gosselink, 2000), la humedad del suelo/salinidad del agua del suelo (Adam, 1990), el potencial redox del suelo (Pezeshki, 2001), la disponibilidad de nutrientes (Levine *et al.*, 1998) y las concentraciones de materia orgánica (Groenendijk, 1987), contribuyendo a los patrones característicos de zonación espacial y vertical que se encuentran en los macrófitos de las marismas (Crain *et al.*, 2004). El rango de marea y periodo de inundación controlan la acreción, zonación y el desarrollo de la red de drenaje. La variación del nivel del mar influye notablemente en otros factores como la aireación dentro del suelo de la marisma, la salinidad de la solución del suelo y la textura del suelo (Chapman, 1974).

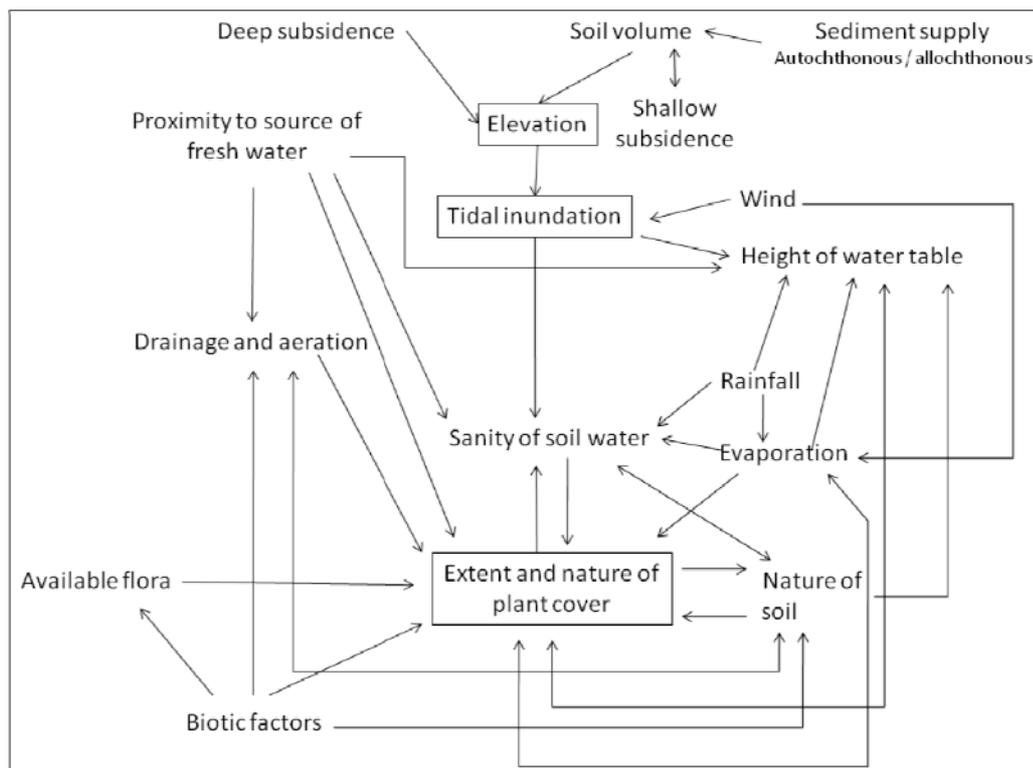


Figura 13. Interrelación de los diferentes factores ambientales que afectan a las marismas. Fuente: Tesis doctoral de Fernández (2016).

La interrelación entre variables, el alto valor ecosistémico y la vulnerabilidad a la subida del nivel del mar hacen a las marismas un entorno muy sensible a los impactos del cambio climático. En este contexto, es necesario comprender y predecir la respuesta potencial de los sistemas de marismas al cambio del nivel del mar a escala local. Esto supone un reto debido a la escasa información detallada y precisa sobre estos entornos a escala local, y los problemas relacionados a escala de paisaje, de ahí la elección del **aumento del nivel del mar como la principal amenaza del EMP**.

Sin obviar que, por su complejidad, destacan asimismo un conjunto de amenazas derivadas del proceso de cambio climático, que afectarían drásticamente a todas las prioridades de conservación: subidas de las temperatura medias y máximas, aumento de los periodos de sequía, alteraciones en el flujo hídrico (fluvial, mareal y oceánico), cambios en el nivel del mar e incremento de tormentas, la acidificación o la intrusión salina. En conjunto, se trata de amenazas que potencialmente pueden afectar muy negativamente a los hábitats y suponer una reducción notable de su extensión territorial, especialmente en el caso de los ecosistemas marismesños.

El aumento de temperatura también afectará a los movimientos de aves, estacionalidad, etc. Los expertos consultados afirman observar variaciones generales respecto a la fenología de las aves del humedal que podrían estar relacionadas con el cambio climático (vienen antes, por ejemplo). Las especies más escasas suelen ser las más vulnerables. Además, se prevé unas condiciones óptimas para el desarrollo de especies exóticas invasoras. Ya se ha constatado la presencia, por ejemplo, del cangrejo azul introducido de forma intencionada por su alto valor económico (en restauración fundamentalmente), también presente de manera accidental.

En el proceso participativo se ha obtenido la siguiente información respecto a otras amenazas presentes en el espacio:

- Un **85,7%** de las personas consultadas cree que los cambios en el régimen salino son otra amenaza que puede afectar al espacio.
- Un **71,4%** cree que un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos puede afectar al espacio. Por ejemplo, alteraciones en regímenes de lluvia, llevando a inundaciones más frecuentes o, por el contrario, a sequías prolongadas. Se está notando el aumento del número de tormentas/año, y un cambio en la frecuencia de ocurrencia (se dan antes y cerca del verano, con una mayor intensidad). Estos momentos puntuales como consecuencia de grandes tormentas, generan avenidas o riadas de alta energía por entrada que pueden empeorar la contaminación de la zona por metales debido a la movilización y su disposición a la cadena trófica. En general, las precipitaciones en Huelva son muy estacionales y la precipitación anual puede producirse en pocos días al año, dando lugar a lluvias torrenciales. Los periodos de lluvias torrenciales coinciden con aumentos del caudal del río Odiel (Castillo *et al.*, 2000). El espigón que tiene el rol de protección aumentando la resiliencia a las lluvias torrenciales y tormentas costeras.
- Un **57,1%** cree que la modificación de las corrientes y los cambios en los patrones de afloramiento es otra amenaza que puede afectar al espacio.
- Un **42,9%** cree que la modificación del régimen de precipitaciones puede afectar al espacio.
- Un **28,6%** cree que la acidificación oceánica es una amenaza más que puede afectar al espacio. La acidificación afecta a los estuarios al reducir el pH del agua, lo que puede tener efectos adversos en organismos marinos que afectan a moluscos y crustáceos en la formación de sus conchas y esqueletos.

A la hora de tratar los impactos derivados del cambio climático sobre los ecosistemas marinos debe tenerse en cuenta que éstos pueden interactuar entre sí y con los generados por otras presiones potenciando los efectos sobre los ecosistemas y organismos (efecto sinérgico). Por tanto, aunque este estudio se centra en el aumento del nivel del mar y el aumento de temperatura del mar y el aire, no se deben obviar el resto de las amenazas y su efecto sinérgico, siendo necesario su estudio de clara a escenarios futuros.

En las tablas 3 y 4 se resume la relación entre las amenazas climáticas y su posible afección sobre los hábitats y especies objeto de estudio en este trabajo.

Tabla 3. Selección de las amenazas climáticas y relación con la agrupación de tipos de hábitat influenciados.

AMENAZAS	AGRUPACIÓN DE TIPOS DE HÁBITAT				
	Hábitat costeros y vegetaciones halofíticas (1130, 1140, 1210, 1310, 1420, 1320)	Hábitat de dunas marítimas y continentales (2130*, 2120, 2250*, 2270*, 2190, 2230, 2260)	Hábitat de agua dulce (3170*)	Formaciones herbosas naturales y seminaturales (6420)	Matorrales esclerófilos (5210, 5330)
Aumento del nivel del mar	X	X	X	X	X

Tabla 4. Selección de las amenazas climáticas y relación con especies influenciadas.

AMENAZAS	ESPECIES				
	Tortuga común	Charrancito común	Espátula común	Águila pescadora	Canastera común
Aumento de la temperatura del mar	X				
Aumento del nivel del mar			X		
Aumento de la temperatura del aire		X		X	X

Para la evaluación de la vulnerabilidad, el riesgo y las consecuencias se ha tomado de referencia la tesis realizada por Fernández (2016) sobre la respuesta de las marismas a la subida del nivel del mar mediante modelación espacial en el horizonte temporal 2050.

Los **hábitats** tendrán **distinto grado de vulnerabilidad en función de su lejanía al mar**. Esto es debido a que el efecto de la subida del nivel del mar se manifiesta de diferentes maneras en las distintas partes del sistema estuarino, dependiendo sobre todo de su historia antropogénica.

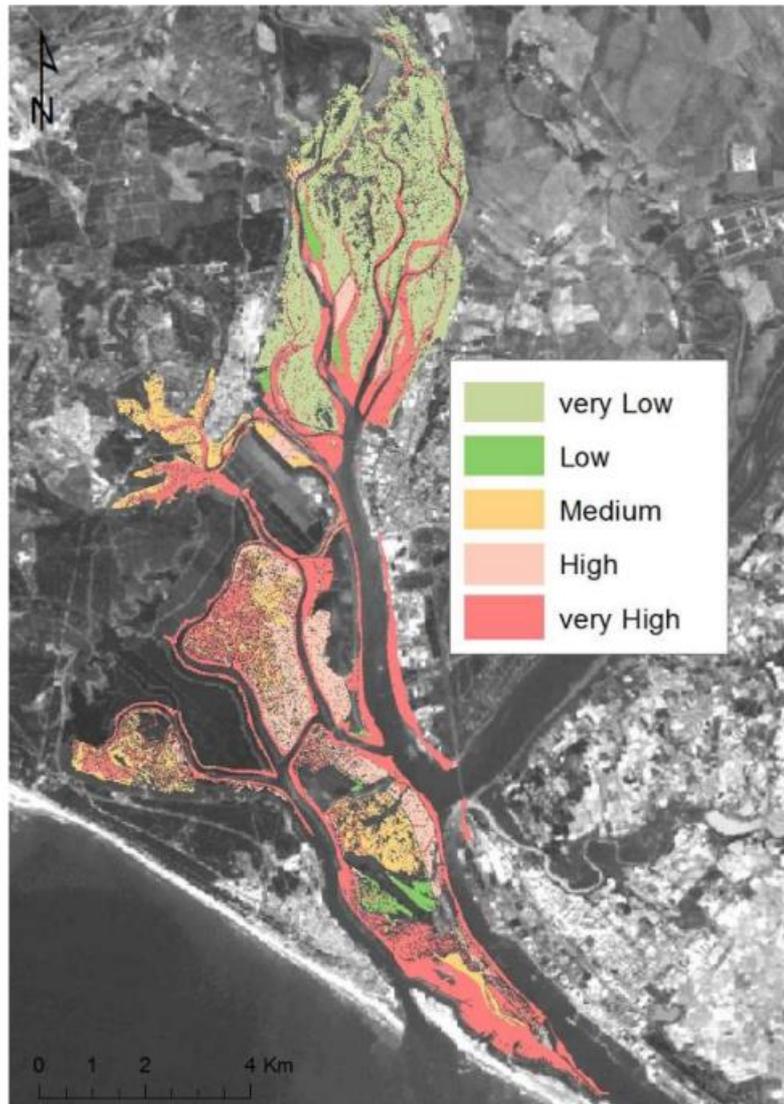


Figura 14. Clasificación de la vulnerabilidad de Marismas del Odiel por aumento del nivel del mar para 2050. Fuente: tesis doctoral de Fernández (2016).

Las **tasas de erosión y sedimentación** son otras variables muy importantes que hay que vigilar en las marismas. Expertos señalan que la tasa de acreción disminuye desde un máximo en la llanura mareal, pasando por la marisma baja, hasta un mínimo en la marisma media-alta. En la zona de marismas del Odiel se produce una sedimentación en los bordes de canal y zona de canal en torno a los 3 mm, y en zona de marismas sedimentadas en torno a 1 cm/año. No obstante, se debe tener en cuenta que estos se encuentran alterados por la presencia de infraestructuras que modifican los flujos hídricos, como la presencia de muros, infraestructuras, la presencia de diques como el Dique Juan Carlos I y el espigón de Punta Umbría, que producen la ocupación y aislamiento de la superficie intermareal.

La **tolerancia fisiológica** es otra característica clave para evaluar la vulnerabilidad, ya que los altos niveles de salinidad pueden influir en la distribución de las plantas en las marismas. Además, la salinidad del suelo también afecta a otras variables como la producción primaria y el crecimiento de las plantas.

Por último, otra característica relevante es la tolerancia de las especies individuales a los factores fisicoquímicos asociados a los periodos de emersión-inmersión y las interacciones (competencia) entre especies con tolerancias potencialmente solapadas (Castillo *et al.*, 2000).

En base a esta información, se han priorizado las amenazas para cada especie/hábitat, según la relevancia e importancia para cada caso concreto, de manera que no se analizan todas las amenazas para cada especie/hábitat. En la tabla 5 se pueden observar las combinaciones de amenazas – especie/hábitat analizadas en este estudio.

Tabla 5. Casos de estudio analizados por especie/hábitat– amenaza.

AGRUPACIÓN DE TIPOS DE HÁBITATS	ESPECIE/HÁBITAT	AMENAZA	Número caso	
Hábitats costeros y vegetaciones halofíticas	Hábitat 1130	<i>Aumento del nivel del mar</i>	1	
	Hábitat 1140		2	
	Hábitat 1320		3	
	Hábitat 1310		4	
	Hábitat 1420		5	
	Hábitat 1210		6	
Hábitats de dunas marítimas y continentales	Hábitats 2130*, 2120, 2250*, 2270*, 2190, 2230 y 2260		7	
Hábitats de agua dulce	Hábitat 3170*		8	
Formaciones herbosas naturales y seminaturales	Hábitat 6420		9	
Matorrales esclerófilos	Tortuga común		<i>Aumento de temperatura del mar</i>	10
-	Espátula común		<i>Aumento del nivel del mar</i>	11
-Especies	Charrancito común		<i>Aumento de la temperatura del aire</i>	12
-	Águila pescadora		<i>Aumento de la temperatura del aire</i>	13
-	Canastera común		<i>Aumento de la temperatura del aire</i>	14

En el Anexo 2 pueden consultarse unas fichas resumen del análisis de riesgos correspondiente a cada caso de estudio.

5.4.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS COSTEROS Y VEGETACIONES HALOFÍTICAS

CASO 1. Evaluación del riesgo del Hábitat 1130 Estuarios frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

En el estuario superior, las marismas salinas han crecido en las últimas décadas. Las tasas de sedimentación aquí (4,36 mm) son superiores al aumento histórico relativo del nivel del mar (3,3 mm) y también se han llevado a cabo importantes proyectos de restauración que han beneficiado el crecimiento de las marismas. En el estuario medio, las tasas de sedimentación son inferiores al aumento relativo del nivel del mar, por lo que es muy posible que el aumento del nivel del mar esté superando a la sedimentación en este lugar. En el estuario inferior, la configuración de la desembocadura del estuario ha cambiado completamente durante los últimos 50 años con la construcción del dique Juan Carlos. El aumento del nivel del mar puede influir en algunos de los procesos de transporte de sedimentos, pero su impacto es difícil de evaluar debido a los cambios mucho más imponentes en la configuración del estuario inferior resultantes de la construcción del dique.

En la tesis de Fernández (2016) se espera un aumento de superficie del estuario proyectada para 2050 muy similar para todos los escenarios, alcanzando valores aproximados de 2.345 ha (incremento del 68% en la superficie respecto a 2013). Dicho esto, la vulnerabilidad se considera poco sensible.

Resiliencia

Este hábitat está adaptado a la influencia marina y presenta la mayor superficie dentro del espacio, por lo que se considera resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad baja** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias menores** en ambos escenarios, pudiendo aumentar la superficie de estuarios tal y como se ha comentado con anterioridad. Algunas de las especies que habitan en los estuarios podrían verse forzadas a migrar.

➤ **Evaluación del riesgo**

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo moderado** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. En la tesis de Fernández (2016) se espera un aumento superficie del estuario proyectada para 2050 muy similar para todos los escenarios, alcanzando valores aproximados de 2.345 ha (incremento del 68% en la superficie respecto a 2013), por lo que se considera poco sensible. Este hábitat está adaptado a la influencia marina y presenta la mayor superficie dentro del espacio, siendo resiliente. La **vulnerabilidad** se considera baja en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo menores. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando en moderado.

Tabla 6. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 1.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Baja	
CONSECUENCIAS	Menores	
RIESGO	Moderado	

CASO 2. Evaluación del riesgo del HIC 1140 Llanos fangosos o arenosos frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

El hábitat 1140 se encuentra principalmente en la llanura mareal del espacio. Fernández (2016) predice una reducción de superficie de llanura mareal para 2050 entre un 40 y un 41% para todos los escenarios. En el mapa adjunto a continuación se puede observar el riesgo de pérdida de superficie de este hábitat en un escenario RCP 4.5 para 2050.



Figura 15. Riesgo de pérdida de superficie del hábitat 1140 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

En lo referente a las comunidades de *Zostera noltei*, en el informe regional de 2022 del Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz se ha constatado la pérdida de 4 Ha (4%), aunque los datos de cobertura obtenidos han sido ligeramente mayores a los de 2021. Además, se ha observado que la pradera presenta muchas zonas con un mal estado de conservación, posiblemente asociado a la eutrofización que provoca el desarrollo masivo de algas verdes del género *Cladophora* spp. sobre el sedimento, y además epífita sus hojas, lo que limita la disponibilidad de luz y favorece la anoxia de los sedimentos, ralentizando el desarrollo de la especie. También se han observado zonas con grandes excavaciones de origen desconocido donde se ha destruido el sustrato, lo que aumenta la

sensibilidad. Se estima que un aumento moderado del nivel del mar reducirá sustancialmente la disponibilidad de hábitats adecuados para esta especie. Por tanto, se considera sensible.

Resiliencia

En este sentido, cabe tener en cuenta el extremo dinamismo de la especie, que presenta una notable capacidad de crecimiento en ausencia de factores que lo limiten. Las angiospermas marinas tienen la capacidad de migrar hacia cotas superiores en ríos y estuarios, por lo que las pérdidas podrían compensarse con migraciones (Short *et al.* 2016). Si el área alrededor del estuario está antropizada, el espacio de alojamiento se reduce y, por lo tanto, las condiciones en las que las praderas marinas podrían migrar son limitadas. Dicho esto, se considera un hábitat moderadamente resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Evidencias recientes indican que el principal impacto del aumento del nivel del mar hará que alcance valores que son limitantes para crecimiento de este hábitat, esto podría resultar en una reducción de la biomasa y el crecimiento de las comunidades de *Zostera* (Waycott *et al.* 2007). Este hábitat juega un papel fundamental al retener y estabilizar el sedimento, absorber CO₂, propiciar alimento y refugio a otras especies, etc. que podrían perderse o reducirse. Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Este hábitat se encuentra principalmente en la llanura mareal del espacio. Fernández (2016) predice una reducción de superficie de llanura mareal para 2050 entre un 40 y un 41% para todos los escenarios. Además, se ha observado que la pradera presenta muchas zonas con un mal estado de conservación posiblemente asociado a la eutrofización. Por tanto, se considera sensible. Las angiospermas marinas tienen la capacidad de migrar hacia cotas superiores en ríos y estuarios, por lo que las pérdidas podrían compensarse con migraciones (Short *et al.* 2016). Dicho esto, se considera un hábitat moderadamente resiliente. La vulnerabilidad se considera alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo moderadas. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando en alto.

Tabla 7. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 2.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

CASO 3. Evaluación del riesgo del HIC 1320 Pastizales de *Spartina* frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Hábitat asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. El estudio realizado por Fernández (2016) estima una disminución de superficie en un 89% aproximadamente para todos los escenarios en 2050. En el mapa adjunto a continuación se puede observar el riesgo de pérdida esperado para este hábitat en RCP 4.5 para 2050 obtenido del visor PIMA – RIESGOS.



Figura 16. Riesgo de pérdida de superficie del hábitat 1320 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

Se considera muy sensible en ambos escenarios.

Resiliencia

La especie característica de este hábitat (*Espartina marítima*) mostró en el estudio de la citada tesis más tolerancia a la inundación por mareas y menos tolerancia a la salinidad. No obstante, se debe tener en cuenta la presencia de la especie invasora *Espartina densiflora* (Castillo *et al.*, 2010), de origen norteamericano que amenaza con desplazar a la autóctona *Espartina marítima*, al ser una especie con amplias tolerancias para crecer más allá de su ambiente óptimo (Snow y Vince, 1984). Por tanto, este hábitat se considera poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad muy alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias graves** en RCP 4.5 y **muy graves** en RCP 8.5, lo que podría ocasionar una pérdida de diversidad vegetal por la conversión de una gran parte de extensión de marisma inundada irregularmente (casi un 90% de la superficie) en marisma inundada regularmente en todo el estuario, el desplazamiento de especies y a la sustitución de unas especies por otras, tal y como se ha comentado con anterioridad.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo extremo** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Este hábitat está asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. El estudio realizado por Fernández (2016) estima una disminución de superficie en un 89% aproximadamente para todos los escenarios en 2050, siendo muy sensible en ambos escenarios. La especie característica de este hábitat (*Spartina marítima*) mostró en el estudio de la citada tesis más tolerancia a la inundación por mareas y menos tolerancia a la salinidad, se debe tener en cuenta la presencia de la especie invasora *Spartina densiflora* (Castillo *et al.*, 2010) especie con amplias tolerancias para crecer más allá de su ambiente óptimo (Snow y Vince, 1984). Por tanto, este hábitat se considera poco resiliente. La **vulnerabilidad** se considera muy alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** del resultado de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo graves en RCP 4.5 y muy graves en RCP 8.5. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando en extremo.

Tabla 8. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 3.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Muy alta	
CONSECUENCIAS	Graves	Muy graves
RIESGO	Extremo	

CASO 4. Evaluación del riesgo del HIC 1310 Vegetación anual pionera frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

Este hábitat está también asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. El estudio realizado por Fernández (2016) estima una disminución de superficie en un 89% aproximadamente para todos los escenarios en 2050. No obstante, del mapa adjunto a continuación donde se puede observar el riesgo de pérdida esperado para este hábitat en RCP 4.5 para 2050 se puede concluir que la superficie del hábitat afectada va a ser menor, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas. Por tanto, se considera moderadamente sensible.



Figura 17. Riesgo de pérdida de superficie del hábitat 1310 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

Resiliencia

Las especies características de este hábitat, del género *Salicornia*, mostraron en el estudio de la citada tesis menos tolerancia a la inundación por mareas y más tolerancia a la salinidad. Dado además su escasa extensión, se considera una especie poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios. Estas consecuencias se atribuyen principalmente a la conversión de una gran parte de extensión de marisma inundada irregularmente (casi un 90% de la superficie) en marisma inundada regularmente en todo el estuario. Solo unos pocos lugares del estuario superior mantienen los hábitats de marisma inundada irregularmente, parte de la superficie de tierra seca pasará a ser también los hábitats de marisma de transición (Fernández, 2016) que podrá dar lugar al desplazamiento de especies y a la sustitución de unas especies por otras, tal y como se ha comentado con anterioridad.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Este hábitat está también asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. El estudio realizado por Fernández (2016) estima una disminución de superficie en un 89% aproximadamente para todos los escenarios en 2050. No obstante, la superficie del hábitat afectada va a ser menor, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas. Por tanto, se considera moderadamente sensible. Las especies características de este hábitat, del género *Salicornia*, mostraron en el estudio de la citada tesis menos tolerancia a la inundación por mareas y más tolerancia a la salinidad. Dado además su escasa extensión, se considera una especie poco resiliente. La **vulnerabilidad** se considera alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo moderadas en ambos escenarios. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando en alto.

Tabla 9. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 4.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

CASO 5. Evaluación del riesgo del HIC 1420 Matorrales halófilos mediterráneos frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Este hábitat está también asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. El estudio realizado por Fernández (2016) estima una disminución de superficie en un 89% aproximadamente para todos los escenarios en 2050. Del mapa adjunto a continuación, donde se puede observar el riesgo de pérdida esperado para este hábitat en RCP 4.5 para 2050, se puede concluir que la superficie del hábitat afectada va a ser elevada, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas.

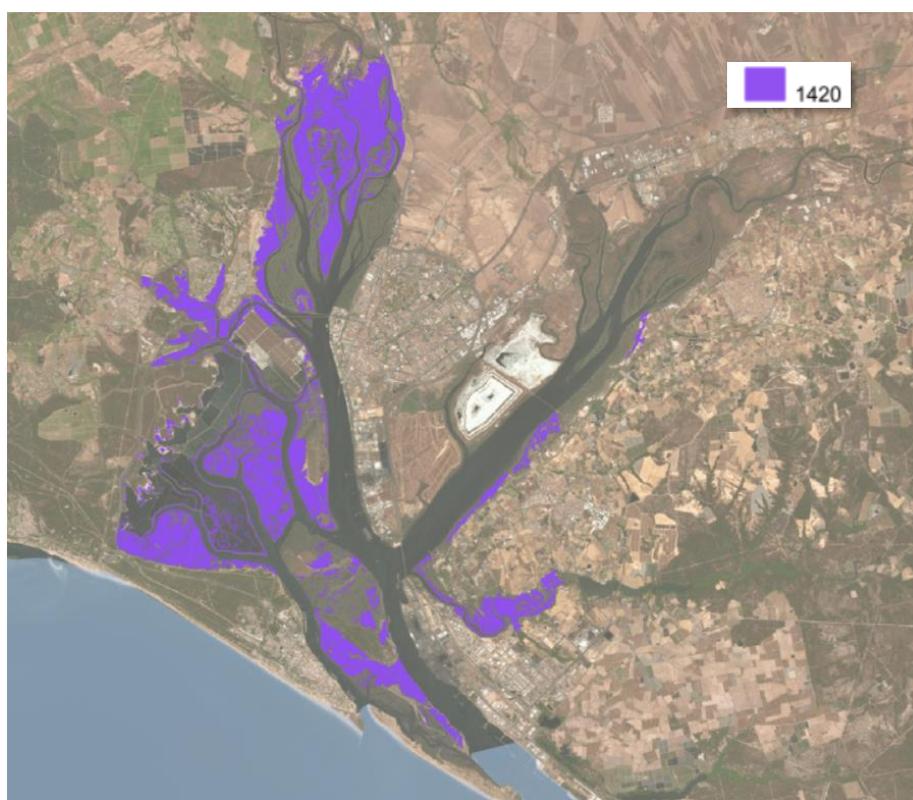


Figura 18. Riesgo de pérdida de superficie del hábitat 1420 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

En Marismas del Odiel, *Sarcocornia perennis* presenta dos subespecies, *S. perennis perennis* y *S. perennis alpini* (Redondo *et al.*, 2007) que podrían ser especies clave para identificar los cambios debidos a la subida del nivel del mar ya que, como demostraron Redondo *et al.*, 2007, el intercambio de la subsp. *alpini* por la subsp. *perenni* al tolerar cotas más altas podrían ser indicadores de la actual subida del nivel del mar en las marismas del Odiel. Dada su relevancia y extensión, se considera un hábitat muy sensible.

Resiliencia

Según Espinar (2009) este grupo de especies, por su carácter perenne, presenta cierto grado de independencia respecto a oscilaciones anuales en humedad y salinidad edáfica propias de ecosistemas de clima mediterráneo y algunas especies, como *Arthrocnemum macrostachyum*, presentan amplios rangos de tolerancia a la inundación. Concretamente, *S. perennis* puede sobrevivir en áreas más deprimidas entre +2,26 y +2,84 m. mientras que *S. alpini* sobrevive sólo a cotas entre +2,84 y +3,65 m. *Sarcocornia fruticosa* ocupa generalmente áreas más elevadas y de menor salinidad que *A. macrostachyum*, que puede tolerar situaciones de encharcamiento prolongado. En general, se considera un hábitat moderadamente resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios. Estas consecuencias se atribuyen principalmente a la conversión de una gran parte de extensión de marisma inundada irregularmente (casi un 90% de la superficie) en marisma inundada regularmente en todo el estuario. Solo unos pocos lugares del estuario superior mantienen los hábitats de marisma inundada irregularmente, parte de la superficie de tierra seca pasará a ser también los hábitats de marisma de transición (Fernández, 2016) que podrá dar lugar al desplazamiento de especies y a la sustitución de unas especies por otras, tal y como se ha comentado con anterioridad.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año metros en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Este hábitat está también asociado a la parte de la marisma inundada irregularmente. En base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas, se puede concluir que la superficie del hábitat afectada va a ser elevada. Según Espinar (2009) *S. perennis* puede sobrevivir en áreas más deprimidas entre +2,26 y +2,84 metros mientras que *S. alpini* sobrevive sólo a cotas entre +2,84 y +3,65 m. *Sarcocornia fruticosa* ocupa generalmente áreas más elevadas y de menor salinidad que *A. macrostachyum*, que puede tolerar situaciones de encharcamiento prolongado. En general, se considera un hábitat moderadamente resiliente. La **vulnerabilidad** se considera alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** del resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo moderadas en ambos escenarios. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando alto.

Tabla 10. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 5.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

CASO 6. Evaluación del riesgo del HIC 1210 Vegetación anual sobre desechos frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

La tesis de Fernández (2016) presenta unas proyecciones para la playa del estuario con una tendencia creciente para todos los escenarios y años. Del mapa adjunto a continuación, donde se puede observar el riesgo de pérdida esperado para este hábitat en RCP 4.5 para 2050, se puede concluir que prácticamente la totalidad de la superficie del hábitat podría ser afectada, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas.

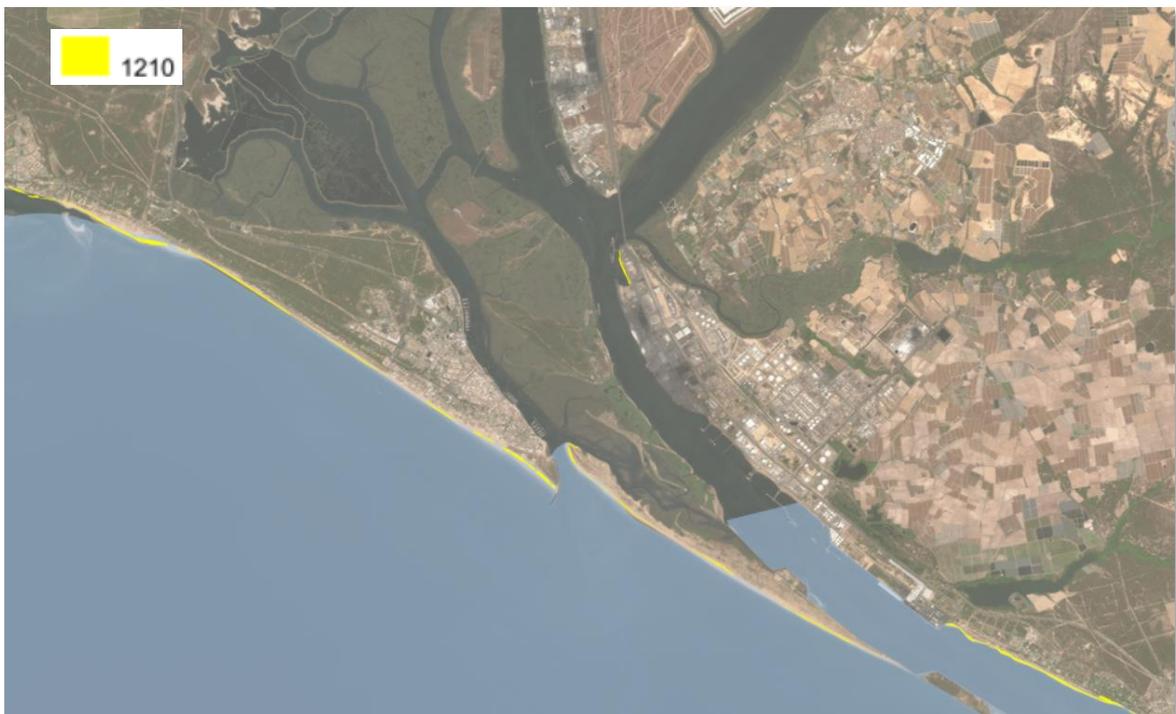


Figura 19. Riesgo de pérdida de superficie del hábitat 1210 en RCP 4.5 para 2050 (en amarillo). Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

A las amenazas y presiones debidas al cambio climático se suman las presiones humanas asociadas a las actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio. Dado que existen indicios, pero no hay evidencias se considera un hábitat moderadamente sensible.

Resiliencia

Según la información disponible del hábitat, se trata de una banda de vegetación de carácter migratorio y pionero de escaso desarrollo de carácter nitrófilo pero al mismo tiempo tolerantes a elevadas concentraciones salinas, por lo que se considera moderadamente resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad media** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias menores** en RCP 4.5 y **moderadas** en RCP 8.5. Estas consecuencias se atribuyen principalmente a la posible desaparición o desplazamiento del hábitat.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un riesgo **moderado** en RCP 4.5 y **alto** en RCP 8.5.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año metros en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. La tesis de Fernández (2016) presenta unas proyecciones para la playa del estuario con una tendencia creciente para todos los escenarios y años, se puede concluir que prácticamente la totalidad de la superficie del hábitat podría ser afectada, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas. Se trata de una banda de vegetación de carácter migratorio y pionero de escaso desarrollo de carácter nitrófilo pero al mismo tiempo tolerantes a elevadas concentraciones salinas, por lo que se considera moderadamente resiliente. La **vulnerabilidad** se considera media en ambos escenarios. Las **consecuencias** del resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo **consecuencias menores** en RCP 4.5 y **moderadas** en RCP 8.5. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, resultando en moderado en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5.

Tabla 11. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 6.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Media	
CONSECUENCIAS	Menores	Moderadas
RIESGO	Moderado	Alto

5.4.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE DUNAS MARÍTIMAS Y CONTINENTALES

CASO 7. Evaluación del riesgo de los HIC de dunas marítimas y continentales frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

Estos hábitats son particularmente sensibles a la subida del nivel del mar por el cambio climático o a las alteraciones en las cuencas hidrográficas que afecten a los aportes sedimentarios. A esto se suma los impactos de origen antrópico debidos a los bañistas y aficionados a la pesca en la playa y el espigón.

Losada *et al.* (2014) aseguran que las playas, dunas y acantilados, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y, en menor medida, por aumento en la intensidad del oleaje o cambios de dirección. Fernández (2016) predijo en su estudio que los hábitats costeros se reducirían en aproximadamente un 37% en 2050 con respecto a la superficie de 2013. En el mapa a continuación donde se puede observar el riesgo de pérdida esperado para este hábitat en RCP 4.5 para 2050, se puede concluir que gran parte de la superficie del hábitat podría ser afectada, en base al visor de PIMA-RIESGOS del proyecto PIMA Adapta Costas.

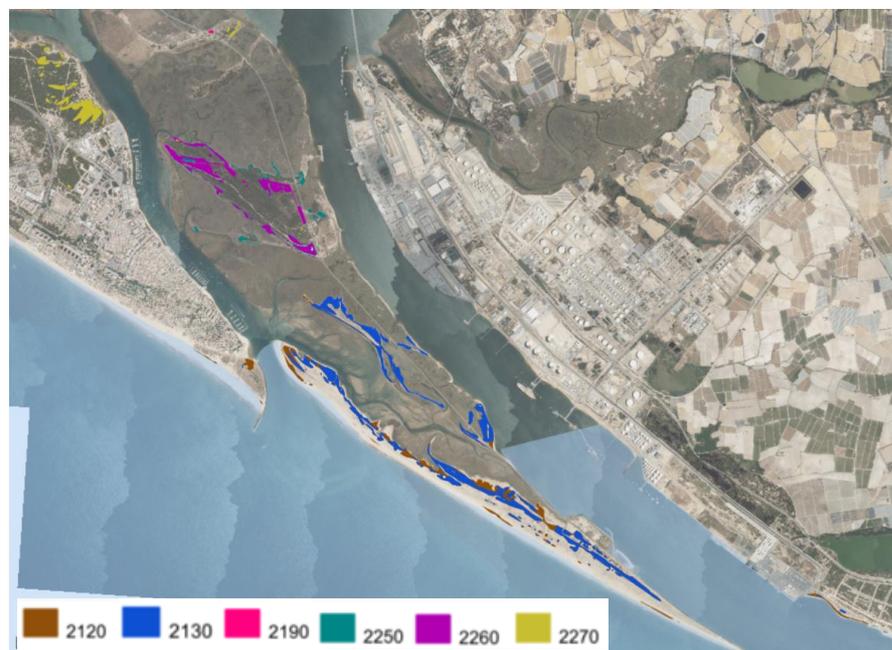


Figura 20. Riesgo de pérdida de superficie de los HIC de dunas marítimas y continentales en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

Dado que hay indicios de que parte de esta unidad podría desaparecer esta unidad ambiental se considera sensible en ambos escenarios.

Resiliencia

Estos sistemas destacan por la peculiaridad de su fauna y flora, adaptadas a unas condiciones ambientales extremas (escasez de agua dulce y de nutrientes, gran movilidad del sustrato, concentración de sales, etc.). Por desgracia, los sistemas dunares costeros españoles no se han estudiado hasta la fecha con el suficiente detalle, lo que dificulta enormemente la evaluación de la resiliencia, consideramos que se trata de un hábitat moderadamente resiliente en ambos escenarios.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

En las dunas compiten la flora y la fauna terrestres que soportan altos niveles de salinidad, dando lugar a una biodiversidad singular. En cuanto a la flora, encontramos una clara graduación en la vegetación, desde el barrón característico de las dunas primarias hasta especies como el pino marítimo, fijado en las dunas terciarias. Son lugares de nidificación del charrancito y del chorlitejo patinegro. Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios, asociadas a la pérdida de superficie y servicios ecosistémicos de este hábitat.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Losada *et al.* (2014) aseguran que las dunas, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar. Dado que hay indicios de que puedan desaparecer esta unidad ambiental, se considera sensible. Por desgracia, los sistemas dunares costeros españoles no se han estudiado hasta la fecha con el suficiente detalle, lo que dificulta enormemente la evaluación de la resiliencia, consideramos que se trata de un hábitat moderadamente resiliente en ambos escenarios. La vulnerabilidad se considera alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo moderadas en ambos escenarios. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, siendo alto en ambos escenarios.

Tabla 12. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 7.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

5.4.3. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE AGUA DULCE

CASO 8. Evaluación del riesgo del HIC 3170 de estanques temporales mediterráneos frente al aumento del nivel del mar para 2050 en RCP 4.5 y RCP 8.5

➤ Definición de la amenaza

Sensibilidad

La relevancia de los factores climáticos en este hábitat se refiere, principalmente, a su capacidad de asegurar, mediante alimentación puntual por lluvias, una fase de balance hídrico positivo o neutro que permita la inundación y una fase de balance negativo, por evaporación, que permita la desecación (Camacho *et al.*, 2009). El aumento del nivel del mar podría alterar esta aclimatación natural, dando lugar a una permanente o más prolongada inundación. Dada su ubicación en las salinas y zonas antropizadas, alejadas de la marisma media, se cataloga como poco sensible en ambos escenarios.



Figura 21. Riesgo de pérdida de superficie del HIC 3170 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

Resiliencia

Responde rápidamente ante variaciones del clima, pero sus escasas dimensiones en el espacio las hacen especialmente sensibles a cualquier presión (Camacho *et al.*, 2009), por lo que se considera un hábitat poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad media** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias menores** en RCP 4.5 y **moderadas** en RCP 8.5, pudiendo quedar inundando permanentemente, alterando su diversidad biológica.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo moderado** en RCP 4.5 y **alto** en RCP 8.5.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. El aumento del nivel del mar podría alterar esta aclimatación natural, dando lugar a una permanente o más prolongada inundación, dada su ubicación en las salinas y zonas antropizadas alejadas de la marisma media se cataloga como poco sensible en ambos escenarios. Sus escasas dimensiones en el espacio las hacen especialmente sensibles a cualquier presión (Camacho *et al.*, 2009), por lo que se considera un hábitat poco resiliente. La **vulnerabilidad** se considera media en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo menores en RCP 4.5 y moderadas en RCP 8.5. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, siendo moderado en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5.

Tabla 13. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 8.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Media	
CONSECUENCIAS	Menores	Moderadas
RIESGO	Moderado	Alto

5.4.4. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES

CASO 9. Evaluación del riesgo del HIC 6420 Prados húmedos mediterráneos frente al aumento del nivel del mar

➤ Definición de la amenaza

Sensibilidad

Este hábitat se encuentra en la marisma media donde los hábitats presentan una tendencia a la regresión impulsada por varios factores, como la recuperación de tierras, las olas generadas por el aumento del paso de embarcaciones y, posiblemente, la subida del nivel del mar. Las tasas de sedimentación en esta parte son inferiores al aumento relativo del nivel del mar, por lo que es muy posible que el aumento del nivel del mar supere a la sedimentación (Fernández, 2016). Un aumento del nivel del mar, y consecuentemente, de la influencia de la salinidad, puede dar lugar a un cambio en las especies ya que, según la información disponible sobre este HIC en MITECO, cuando las aguas se enriquecen en sales entran en la comunidad, o aumentan su dominancia, especies halófilas como *Juncus acutus*, *J. maritimus*, *Linum maritimum*, *Plantago crassifolia*, *Schoenus nigricans*, etc. La superficie en riesgo de ser afectada para 2050 se muestra a continuación:



Figura 22. Riesgo de pérdida de superficie del HIC 6420 en RCP 4.5 para 2050. Fuente: visor PIMA – RIESGOS (https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html).

Por tanto, este hábitat se considera moderadamente sensible en ambos escenarios.

Resiliencia

Sus escasas dimensiones las hacen especialmente sensibles a cualquier presión, por lo que se considera poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la **magnitud** se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la **probabilidad** se considera casi segura en ambos escenarios. Este hábitat se encuentra en la marisma media donde los hábitats presentan una tendencia a la regresión impulsada por varios factores, entre ellos la subida del nivel del mar (Fernández, 2016). Un aumento del nivel del mar, y consecuentemente, de la influencia de la salinidad, puede dar lugar a un cambio en las especies ya que, según la información disponible sobre este HIC en MITECO, cuando las aguas se enriquecen en sales entran en la comunidad, o aumentan su dominancia, especies halófilas como *Juncus acutus*, *J. maritimus*, *Linum maritimum*, *Plantago crassifolia*, *Schoenus nigricans*, etc. Por tanto, este hábitat se considera moderadamente sensible. Sus escasas dimensiones las hacen especialmente sensibles a cualquier presión, por lo que se considera poco resiliente. La **vulnerabilidad** se considera alta en ambos escenarios. Las **consecuencias** resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo moderadas en ambos escenarios. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, siendo alto en ambos escenarios.

Tabla 14. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 9.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

5.4.5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS HÁBITATS DE MATORRALES ESCLERÓFILOS

Según el proyecto de Decreto que declara la Zona Especial de Conservación Marismas de Odiel y aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural Marismas del Odiel y de las Reservas Naturales Isla de Enmedio y Marismas de El Burro de 2023, para especies características de estos entornos, como *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, los cambios climáticos no supondrán un obstáculo estricto para su futura conservación, según los escenarios previstos de cambio climático. Se prevé que las principales amenazas provendrán de otros factores como la degradación del hábitat y la fragmentación. Además, la falta de información cartográfica actualizada y de estudios detallados dificulta el análisis de riesgos para estos hábitats, subrayando la necesidad de más investigación en un contexto de cambio global.

5.4.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TORTUGA COMÚN (*CARETTA CARETTA*)

En el contexto del cambio climático, los patrones migratorios, el uso del hábitat, la proporción de sexos y el desarrollo embrionario de las tortugas marinas podrían verse influidos por los efectos del aumento de la temperatura (Pietrolungo *et al.*, 2023). Por tanto, aunque se analice el impacto del cambio climático de la especie en el LIC sería interesante también considerar los efectos del cambio climático en las áreas de reproducción y anidación, fuera del espacio protegido.

Por ejemplo, el sexo de las tortugas marinas está determinado por la temperatura del aire (Davenport, 1997), que determina en la primera mitad del desarrollo embrionario el sexo de los individuos. Existe una temperatura a la cual se produce una proporción sexual 1:1, es la denominada temperatura pivotal (Davenport, 1997), así como un pequeño intervalo alrededor de la temperatura pivotal en el que se producen ambos sexos, conocido como el intervalo térmico de transición. Al rebasar esos límites, las crías serán 100% hembras si las temperaturas son mayores que el límite superior y 100% machos si son menores que el límite inferior (Mrosovsky y Yntema, 1980).

La temperatura pivotal de la tortuga común ronda alrededor de los 25°C – 35°C (Ackerman, 1997). El aumento de temperatura en los lugares de anidación podría afectar a la proporción de individuos macho y hembra, llevando a unas poblaciones altamente sesgadas en cuanto al sex ratio, siendo mayoritariamente en hembras. Existen diversos estudios, como los realizados por Mcniell *et al.* (2016) en poblaciones de tortuga común en aguas americanas, así como otro estudio realizado por Pérez *et al.* (2016) en otras poblaciones de Cabo Verde, siguiendo un escenario conservador de cambio climático, que aseguran no encontrar cambios significativos en la proporción de sexos, poniendo de manifiesto la posible resistencia o adaptación de estas poblaciones al cambio climático.

CASO 10. Evaluación del riesgo de la tortuga común frente al aumento de temperatura del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

El aumento de temperatura podría repercutir en las relaciones tróficas, asociado a variaciones en la disponibilidad de alimento (Witt *et al.*, 2007). Según afirman Tomas *et al.* (2001) es poco probable que la limitación de alimentos específicos afecte a la distribución de esta especie a menos que haya una baja abundancia general de alimentos potenciales al tener una amplia dieta generalista. Estudios genéticos como el de Carreras *et al.* (2006), ponen de manifiesto la influencia de los patrones de circulación oceánica en la dispersión de individuos juveniles y la fidelidad a masas de agua particulares. Por ello, la variación de las corrientes debido a cambios en la temperatura oceánica podría provocar un gran impacto si estos cambios superan la capacidad de adaptación de las tortugas.

Teniendo en cuenta la información recopilada, la especie se considera moderadamente sensible.

Resiliencia

Las temperaturas favorables para las tortugas bobas adultas son superiores a los 15°C y se trata de una especie con dieta generalista, podrían realizar posibles adaptaciones al aumento de temperatura, considerándose una especie moderadamente resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad media** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias del calentamiento del agua del mar sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias menores** en RCP 4.5 y moderadas en RCP 8.5. Esto implica que las alteraciones que el calentamiento del agua producirá sobre esta especie serán moderadas, los cambios en el medio marino no afectan a una especie de manera aislada por lo que, si se produce un cambio de distribución de la especie es probable que también ocurra en las especies asociadas, alterando también los servicios ecosistémicos que proporcionan en el LIC.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo moderado** en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5.

Síntesis

Según los datos obtenidos del visor PIMA Peligrosidad, en la actualidad la temperatura superficial del mar media ronda alrededor de los 18,14 – 18,50 °C. En el RCP 4.5 se espera un aumento entre 0,07 – 0,23 °C y en RCP 8.5 entre 0,09 – 0,27 °C para mediados de siglo (2026 – 2045). Por tanto, la **magnitud** se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5, siendo la **probabilidad** de ocurrencia es casi segura en ambos escenarios. El aumento de temperatura podría repercutir en las relaciones tróficas, asociado a variaciones en la disponibilidad de alimento (Witt *et al.*, 2007), la variación de las corrientes debido a cambios en la temperatura oceánica podría provocar un gran impacto si estos cambios superan la capacidad de adaptación de las tortugas, por tanto, se considera moderadamente sensible. Las tortugas podrían realizar posibles adaptaciones al aumento de temperatura, considerándose una especie moderadamente resiliente. La vulnerabilidad se considera media. Las **consecuencias** del calentamiento del agua del mar sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, siendo menores en RCP 4.5 y moderadas en RCP 8.5. El **riesgo** se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, siendo moderado en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5.

Tabla 15. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 10.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Media	
CONSECUENCIAS	Menores	Moderadas
RIESGO	Moderado	Alto

5.4.7. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA ESPÁTULA COMÚN (*PLATALEA LEUCORODIA*)

CASO 11. Evaluación del riesgo de la espátula común frente al aumento del nivel del mar

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

Las colonias de **espátula común** en Odiel se sitúan sobre sustratos bajos, por lo que se verán muy afectadas por la subida del nivel de mar y los fenómenos meteorológicos extremos. Según la ficha de espátula común disponible en la guía de aves de SEO/Birdlife (2019), la subida del nivel de mar afecta directamente a la supervivencia de colonias reproductoras localizadas en zonas más altas del intermareal, donde los nidos se encuentran muy expuestos a inundaciones, es decir, ante un escenario de subida del nivel del mar, existen amenazas asociadas a la ubicación de los nidos. Por ejemplo, durante las mareas vivas, las marismas del Odiel han sufrido pérdidas de hasta el 20-50% de la población nidificante. A esto se le suma la pérdida del hábitat de *Spartina marítima* por la colonización de la especie invasora *Spartina densiflora*, ya que es su principal lugar de reproducción. Además, la espátula común es muy sensible a las perturbaciones humanas en periodos críticos de reproducción y en las proximidades de las colonias. Dado que existen indicios y hay evidencias de pérdidas de población nidificante, así como del principal hábitat de reproducción, la especie se considera sensible.

Resiliencia

Un modelo de favorabilidad desarrollado por SEO/Birdlife (2012) sugiere la existencia de zonas muy adecuadas para la cría en otros sectores como las cuencas del Guadalquivir, Guadiana y Tajo, también existiría algo de favorabilidad en la costa gallega o el valle del Ebro. En conjunto, el modelo sugiere que existe un margen amplio para que la especie pueda expandirse y adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, considerándose moderadamente resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias de la subida del nivel del mar sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios, que se resumen en la reducción de la población nidificante y del éxito reproductivo por la subida del nivel del mar. Como se ha comentado, en episodios de mareas vivas se ha dado una pérdida de hasta el 50% de la población nidificante. No obstante, parte de ese terreno que se inunda sólo con mareas vivas o en coeficientes mayores a la pleamar media, podría pasar a estar inundado permanentemente por la subida del nivel del mar, aumentando la pérdida.

➤ **Evaluación del riesgo**

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

Para 2050, se espera un aumento del nivel del mar entre 0,268 – 0,272 metros/año en RCP 4.5, por lo que la magnitud se considera media. Para el RCP 8.5, se encuentra entre 0,295 y 0,298 metros, presentando una magnitud alta. Se ha considerado un percentil del 95%, por lo que la probabilidad se considera casi segura en ambos escenarios. Dado que existen indicios y hay evidencias de pérdidas de población nidificante en episodios de mareas vivas, la especie se considera sensible. Existe un margen amplio para que la especie pueda expandirse y adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, considerándose moderadamente resiliente. Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios. Las consecuencias de la subida del nivel del mar sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios, que se resumen en la reducción de la población nidificante y del éxito reproductivo por la subida del nivel del mar. El riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Tabla 16. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 11.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

5.4.8. EVALUACIÓN DEL RIESGO DEL CHARRANCITO COMÚN (*STERNULA ALBIFRONS*)

CASO 12. Evaluación del riesgo del charrancito común frente al aumento de la temperatura del aire

El cambio climático resulta una amenaza por el incremento de temporales que afectan a la franja de las playas donde anida la especie y por el aumento de la temperatura. En este caso, al tratarse de una especie estival en el espacio se ha optado por valorar el efecto del aumento de temperatura del aire en relación con el cambio climático, aunque la especie también verá reducida sus áreas de nidificación (arenales y dunas litorales) por el aumento del nivel del mar.

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

El momento de llegada de la especie en primavera y el inicio de la puesta de huevos están vinculados a las condiciones meteorológicas (Halkka *et al.* 2011). De hecho, el momento de la cría está vinculado a las temperaturas ambientales locales experimentadas antes del inicio de la puesta de huevos (Pakanen, 2018).

El aumento de las temperaturas hace que la primavera cada vez empiece antes. Numerosos estudios científicos de SEO/Birdlife han demostrado que las aves están adelantando sus fechas de llegada y el inicio de la reproducción en respuesta al cambio climático. Además, es sabido que en especies de estas características (ligadas a ambientes costeros) el aumento de temperatura genera un estrés térmico que daña a las puestas. A esto se suma la pérdida de hábitat debido a las actividades humanas y una mayor duración de la temporada turística en las playas por el “buen tiempo”, que produce molestias para la especie. Dado que hay evidencias generales del efecto del cambio climático sobre la migración, pero se carecen de datos específicos de la especie, esta se considera moderadamente sensible.

Resiliencia

La llegada temprana mucho antes del inicio de la reproducción sugiere que estos migrantes de larga distancia deberían ser capaces de seguir el avance de las primaveras e iniciar su reproducción en el momento más óptimo (Valtonen *et al.* 2017). No obstante, según la información obtenida del proceso participativos, esto puede suponer no encontrar suficiente alimento para criar los polluelos, lo que va a reducir su probabilidad de sobrevivir. Una merma en el éxito de cría reduce el reclutamiento de juveniles y a la larga repercute negativamente en la abundancia de las poblaciones. Por tanto, la especie se considera poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ **Identificación y valoración de las consecuencias**

Las consecuencias del aumento de temperatura sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios, que se resumen en la reducción de la población nidificante y del éxito reproductivo.

➤ **Evaluación del riesgo**

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

En general, la temperatura media en España ha aumentado alrededor de 1,7 °C desde la época preindustrial. En Huelva se espera un aumento de 1°C para el futuro cercano en el escenario RCP 4.5 (más optimista). Por el contrario, en el escenario más pesimista se espera un aumento de 1-1.5°C. Por tanto, la **magnitud** se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5. El aumento es claro y progresivo a lo largo del siglo XXI, mayor en verano y para el escenario de cambio climático más emisor, por lo que la **probabilidad** de ocurrencia es casi segura en ambos escenarios. Numerosos estudios científicos de SEO/Birdlife han demostrado que las aves están adelantando sus fechas de llegada y el inicio de la reproducción en respuesta al cambio climático, considerándose moderadamente sensible. Una merma en el éxito de cría reduce el reclutamiento de juveniles y a la larga repercute negativamente en la abundancia de las poblaciones. Por tanto, la especie se considera poco resiliente y se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios. Las consecuencias resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios, que se resumen en la reducción de la población nidificante y del éxito reproductivo. El riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto**.

Tabla 17. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 12.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

5.4.9. EVALUACIÓN DEL RIESGO DEL ÁGUILA PESCADORA (*PANDION HALIAETUS*)

CASO 13. Evaluación del riesgo del águila pescadora frente al aumento de la temperatura del aire

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

La península ibérica es una importante área de paso y de escala para las águilas pescadoras migratorias de Europa occidental (Sanz, 1997). Estas aves principalmente invernan en el oeste de África (Saurola, 2002). Sin embargo, cada vez es más frecuente observar águilas pescadoras que pasan el invierno en la península ibérica (Dennis, 2008). Este aumento de la población invernante está probablemente relacionado con la marcada recuperación que la especie ha experimentado en Europa durante los últimos 40 años (Schmidt-Rothmund *et al.*, 2014). Además, diversos estudios demuestran que los efectos del cambio climático afectan a muchas especies de aves migratorias, provocando que éstas acorten sus viajes migratorios gracias a la existencia de unos inviernos con temperaturas cada vez más suaves en el sur de Europa, es decir, cada vez más individuos pasan este periodo en el sur de la península ibérica en lugar de viajar hasta sus cuarteles invernales tradicionales en África (Triay y Siverio, 2008).

La especie está acortando su distancia migratoria debido al cambio climático y a los cambios relativamente recientes que están teniendo lugar en los usos del suelo (Martín *et al.*, 2018). En principio, estos acortamientos en la distancia de migración deberían contribuir a incrementar la supervivencia de los individuos que tienen este comportamiento (Klaassen *et al.*, 2014), contribuyendo así al aumento en el número de los que acortan su viaje migratorio, lo que a largo plazo debería producir un aumento aún mayor en el número de los que invernan en España. La reducción de la distancia de migración no afecta por igual a todas las clases de edad, siendo más común en ejemplares juveniles.

Concretamente, la población más numerosa de águila pescadora en Marismas del Odiel es la invernante que se reproduce en el norte de Europa, y en mucho menor número están las reproductoras que, o bien pasan el invierno en África, o tienen un comportamiento sedentario. La población invernante en el espacio ha ido aumentando en los últimos años, pero a la larga podría disminuir si se siguen acortando las distancias cada vez más al norte de la península a causa del cambio climático, aunque de manera general la población en España seguiría aumentando. No obstante, un número creciente de individuos de la población reproductora están también acortando sus rutas migratorias y ya no cruzan el estrecho de Gibraltar (Martín *et al.*, 2018), esto sumado a la recuperación de la población reproductora y el aumento de la población invernante hasta ahora experimentado apunta que el efecto del cambio climático podría estar favoreciendo la recuperación de la especie, considerándose poco sensible.

Resiliencia

Estudios anteriores han demostrado la capacidad de los juveniles, de especies longevas y de migrantes de larga distancia para alterar sus patrones migratorios en función de las condiciones ambientales, lo que permite a estas aves responder al cambio climático (Martín *et al.* 2016). En el momento de la reproducción, es una especie muy versátil que cría sobre una gran variedad de estructuras como acantilados, plataformas artificiales, postes, tendidos eléctricos, árboles, cortados e incluso sobre el suelo si carecen de predadores (Poole, 1989). En base a esto, la especie se considera resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad baja** en ambos escenarios.

➤ **Identificación y valoración de las consecuencias**

Las consecuencias del aumento de temperatura sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias menores** en ambos escenarios, siendo una especie que podría verse favorecida por el cambio climático.

➤ **Evaluación del riesgo**

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo moderado** en ambos escenarios.

Síntesis

En general, la temperatura media en España ha aumentado alrededor de 1,7 °C desde la época preindustrial. En Huelva se espera un aumento de 1°C para el futuro cercano en el escenario RCP 4.5 (más optimista). Por el contrario, en el escenario más pesimista se espera un aumento de 1-1.5°C. Por tanto, la **magnitud** se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5. El aumento es claro y progresivo a lo largo del siglo XXI, mayor en verano y para el escenario de cambio climático más pesimista, por lo que la **probabilidad** de ocurrencia es casi segura en ambos escenarios. Dado que hay indicios generales de que el efecto del cambio climático podría estar favoreciendo la recuperación de la especie, se considera poco sensible. Estudios anteriores han demostrado la capacidad de los juveniles, de especies longevas y migrantes de larga distancia para alterar sus patrones migratorios en función de las condiciones ambientales, lo que permite a estas aves responder al cambio climático (Martín *et al.* 2016), siendo resiliente. Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad** baja en ambos escenarios. Las consecuencias del aumento de temperatura sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias** menores en ambos escenarios, siendo una especie que podría verse favorecida por el cambio climático. Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo** moderado en ambos escenarios.

Tabla 18. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 13.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Baja	
CONSECUENCIAS	Menores	
RIESGO	Moderado	

5.4.10. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA CANASTERA COMÚN (*GLAREOLA PRATINCOLA*)

CASO 14. Evaluación del riesgo de la canastera común frente al aumento de la temperatura del aire

➤ Evaluación de la vulnerabilidad

Sensibilidad

Se trata de una especie estival, cuya reproducción suele iniciarse en abril. En esa época, la hembra deposita los huevos en una pequeña depresión del suelo, que normalmente no recibe aporte alguno y que se sitúa en lugares despejados y cercanos al agua, desde barbechos hasta pedregales, pasando por orillas y caminos. Se prevé que la superficie de tierra seca no urbanizada disminuya en torno a un 60%, convirtiéndose en marisma de transición, lo que podría dar lugar a una menor disponibilidad de lugares de anidación.

Numerosos estudios científicos han demostrado que las aves están adelantando sus fechas de llegada y el inicio de la reproducción en respuesta al cambio climático, ya que el aumento de las temperaturas hace que la primavera cada vez empiece antes en nuestras latitudes. Además, se ha comprobado que los cada vez más secos inviernos en el área de invernada tienen un efecto negativo en la supervivencia anual de adultos y jóvenes.

Dado que hay indicios generales de que el efecto del cambio climático podría estar afectando a la fenología, reproducción y supervivencia de esta especie, se considera moderadamente sensible.

Resiliencia

La llegada temprana mucho antes del inicio de la reproducción puede suponer no encontrar suficiente alimento para criar los polluelos, lo que va a reducir su probabilidad de sobrevivir. Una merma en el éxito de cría reduce el reclutamiento de juveniles y a la larga repercute negativamente en la abundancia de las poblaciones. Por tanto, la especie se considera poco resiliente.

Por tanto, se obtiene una **vulnerabilidad alta** en ambos escenarios.

➤ Identificación y valoración de las consecuencias

Las consecuencias del aumento de temperatura sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias moderadas** en ambos escenarios.

➤ Evaluación del riesgo

Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo alto** en ambos escenarios.

Síntesis

En general, la temperatura media en España ha aumentado alrededor de 1,7 °C desde la época preindustrial. En Huelva se espera un aumento de 1°C para el futuro cercano en el escenario RCP 4.5 (más optimista). Por el contrario, en el escenario más pesimista se espera un aumento de 1-1.5°C. Por tanto, la **magnitud** se considera media en RCP 4.5 y alta en RCP 8.5. El aumento es claro y progresivo a lo largo del siglo XXI, mayor en verano y para el escenario de cambio climático más emisoro, por lo que la **probabilidad** de ocurrencia es casi segura en ambos escenarios. Dado que hay indicios generales de que el efecto del cambio climático podría estar afectando a la fenología, reproducción y supervivencia de la canastera común, se considera moderadamente sensible. Una merma en el éxito de cría reduce el reclutamiento de juveniles y a la larga repercute negativamente en la abundancia de las poblaciones. Por tanto, la especie se considera poco resiliente. Se obtiene una **vulnerabilidad** alta en ambos escenarios. Las consecuencias del aumento de temperatura sobre la especie resultarán de la integración de la vulnerabilidad y de la magnitud de la amenaza, resultando en **consecuencias** moderadas en ambos escenarios. Una vez definidas las consecuencias, el riesgo se determinará en función de la probabilidad de que la amenaza se produzca, que resultaría en un **riesgo** alto en ambos escenarios.

Tabla 19. Resumen de vulnerabilidad, consecuencias y riesgo para el caso de estudio 14.

	RCP 4.5	RCP 8.5
VULNERABILIDAD	Alta	
CONSECUENCIAS	Moderadas	
RIESGO	Alto	

6. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

El riesgo obtenido frente a las diferentes amenazas para cada una de las especies y hábitats analizados se encuentra recopilado a continuación:

Tabla 20. Tabla resumen de los diferentes hábitats y especies y su riesgo frente a las diferentes amenazas.

ESPECIE/HÁBITAT	AMENAZA	RIESGO			
		Bajo	Moderado	Alto	Extremo
Hábitat 1130 Estuarios	Aumento del nivel del mar		Ambos escenarios		
Hábitat 1140 Llanos fangosos o arenosos				Ambos escenarios	
Hábitat 1210 Vegetación anual sobre desechos			RCP 4.5	RCP 8.5	
Hábitat 1310 Vegetación anual pionera				Ambos escenarios	
Hábitat 1320 Pastizales de <i>Spartina</i>					Ambos escenarios
Hábitat 1420 Matorrales halófilos mediterráneos				Ambos escenarios	
Hábitat 3170 Estanques temporales mediterráneos			RCP 4.5	RCP 8.5	
Hábitat 6420 Prados húmedos mediterráneos				Ambos escenarios	
Hábitats de dunas marítimas y continentales: ¹				Ambos escenarios	
Tortuga común	Aumento de temperatura del mar		RCP 4.5	RCP 8.5	
Espátula común	Aumento del nivel del mar			Ambos escenarios	
Águila pescadora	Aumento de la temperatura del aire		Ambos escenarios		
Canastera común	Aumento de la temperatura del aire			Ambos escenarios	
Charrancito común	Aumento de la temperatura del aire			Ambos escenarios	

¹ 2130*: Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises), 2120: Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria*, 2250*: Dunas litorales con *Juniperus* spp, 2270*: Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster*, 2190: Depresiones intradunares húmedas, 2230: Pastizales de arenales interiores mediterráneos y 2260: Tomillares y matorrales en dunas y arenas litorales.

Como conclusión del análisis de riesgos, se puede extraer que el principal hábitat afectado por el cambio climático será el **Hábitat 1320 pastizales de *Spartina*** con un riesgo extremo frente al aumento del nivel del mar en ambos escenarios, dado que la resiliencia de las especies características es menor que la del resto de especies y comunidades presentes en el espacio, por la existencia de la especie invasora *Spartina densiflora* (Castillo *et al.*, 2010), con amplias tolerancias para crecer más allá de su ambiente óptimo, colonizando el espacio de *Spartina marítima*, que es a su vez el principal hábitat de reproducción de la **espátula común**, especie que presenta un riesgo alto frente al aumento del nivel del mar por una posible pérdida de población nidificante.

Otros hábitats presentan un riesgo alto frente al aumento del nivel del mar, como es el caso de los **hábitats de dunas marítimas y continentales**, el **hábitat 1140 de llanos fangosos o arenosos**, el **hábitat 1310 de vegetación anual pionera**, el **hábitat 1420 de matorrales halófilos mediterráneos** y el **hábitat 6420 de prados húmedos mediterráneos**. En general, para 2050 se espera que una gran extensión de marisma inundada irregularmente se convierta en marisma inundada regularmente en todo el estuario, donde solo unos pocos lugares del estuario superior mantendrán los hábitats de marisma inundada irregularmente (como, por ejemplo, los hábitats 1310 y 1420). La llanura mareal se espera que se reduzca aproximadamente un 40%, sobre todo en los canales principales y en los arroyos, dominadas principalmente por el hábitat 1140. Sin embargo, también se prevé la aparición de nuevas llanuras mareales en el estuario medio y bajo debido a la conversión de marismas inundadas regularmente. También se prevé que la superficie de tierra seca no urbanizada disminuya en torno a un 60%, convirtiéndose en marisma de transición. Así pues, los hábitats de marisma de transición podrían desplazarse a cotas más altas en función de su adaptabilidad y resiliencia.

Los hábitats que presentan un riesgo moderado frente al aumento del nivel del mar podrían verse favorecidos o adaptarse positivamente a esta amenaza. Concretamente, se prevé que el **hábitat 1130 de estuarios** aumente su superficie. Existen otros hábitats, donde la respuesta prevista a la subida del nivel del mar sugiere una posible ganancia o pérdida de los hábitats con respecto a la actualidad, dentro de la incertidumbre en cuanto a la adaptabilidad de las comunidades y especies. Estos hábitats presentan un riesgo moderado en RCP 4.5 y alto en RCP 8.5, como es el caso del **hábitat 1210 de vegetación anual sobre desechos** y el **hábitat 3170 de estanques temporales mediterráneos**.

Para estos hábitats se han incluido las sinergias con otros posibles efectos locales, como las actividades recreativas, el marisqueo, la pesca, la contaminación por la actividad industrial o la infraestructura viaria dentro del espacio. Si bien se deberá tener en cuenta en los escenarios futuros las sinergias con otras numerosas infraestructuras que, a pesar de que no están dentro del espacio, sí lo afectan y están íntimamente relacionadas con el mismo, como por ejemplo la ejecución de presas en la cuenca vertiente, la modificación de la ría por obras portuarias con el aumento de calados, dragados periódicos o ejecución de balsas de depósitos que modifican la configuración de todo el estuario. La subida del nivel del mar tendrá una repercusión negativa sobre el aprovechamiento salinero, sobre la acuicultura y también sobre la biota asociada a estos usos, ya que los muros de las salinas y de las instalaciones acuícolas pueden resultar afectadas por rebose durante las máximas pleamares vivas.

Además, tal y como se ha comentado previamente, un aspecto clave a tener en cuenta es que Odiel no es un punto aislado, sino que se encuentra vinculado con toda la cuenca vertiente y el resto de los espacios de los alrededores, como Doñana o las marismas del Guadalquivir, estando asociada la riqueza biológica y el movimiento de especies al conjunto de los espacios. Por tanto, la modificación del LIC Marismas del Odiel por el aumento del nivel del mar influirá con toda seguridad en el resto de los espacios, y viceversa.

En cuanto a las especies, la **tortuga común** presenta un riesgo entre moderado (RCP 4,5) y alto (RCP 8,5) frente al aumento de temperatura del mar, aunque su capacidad de aclimatación a las futuras condiciones climáticas se podría considerar alta. En este caso, se debe tener en cuenta la influencia de actividades humanas como la pesca, el tráfico marítimo o la contaminación, que suponen un estrés adicional junto a los efectos del cambio climático para este tipo de especies, por captura accidental, colisiones, etc.

En especies como el **charrancito** o la **canastera** comunes, además de la reducción de superficie de anidación, al tratarse de especies estivales presentan un riesgo alto frente al aumento de la temperatura del aire, podría darse una alteración en la llegada de estas a las marismas (zonas de reproducción) y, por ende, en su ciclo reproductivo, asociado al adelanto de la primavera. En el caso del **águila pescadora**, presenta un riesgo moderado frente al aumento de la temperatura del aire, ya que podría verse favorecida por el aumento de temperatura, mediante un crecimiento de su población en el espacio.

Desde el punto de vista de la aplicación de medidas de conservación y la elaboración de medidas de adaptación se plantea poner el foco en estos hábitats y especies, al ser prioritarios a nivel ecosistémico y de capital natural, sin obviar al resto de especies presentes en el espacio no consideradas en el análisis.

En general, es necesario reforzar la investigación y mejora del conocimiento, no solo de las amenazas, especies y hábitats analizados sino también de otras amenazas planteadas de las que se carece información en la actualidad y que son más complejas de evaluar, dada la retroalimentación de unas con otras. Algunas de esas amenazas son: el aumento de incendios forestales en la zona de bosque y/o matorral, las tormentas costeras que pueden dar lugar a avenidas y riadas (ya se ha observado un aumento de su frecuencia e intensidad durante el verano), el desplazamiento de especies y condiciones más favorables para especies invasoras, así como cambios en la salinidad, el pH y las corrientes del entorno. Estos cambios están afectando, por ejemplo, a las especies de interés comercial dando lugar a variaciones en su temporada de captura y también a las medusas, causando una mayor proliferación durante un periodo más prolongado de lo habitual.

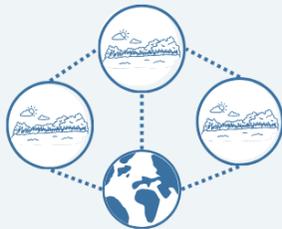
La siguiente infografía ofrece un resumen de las consecuencias del cambio climático en el EMP:

LIC Marismas del Odiel

Hábitat 1130 Estuarios

- **Hábitat 1420** Ecosistema principal que sustenta la presencia de otros hábitats de marismas.
- **Hábitat 1320**
- **Hábitat 1140**

La respuesta a la **subida del nivel del mar** sugiere una posible ganancia o pérdida de los hábitats en función de la adaptabilidad de comunidades y especies.



Los ecosistemas de **humedales** funcionan como una **red interconectada**, estando asociada la riqueza biológica y el movimiento de especies al conjunto de espacios. Por tanto, una modificación de un espacio influirá con toda seguridad en el resto.

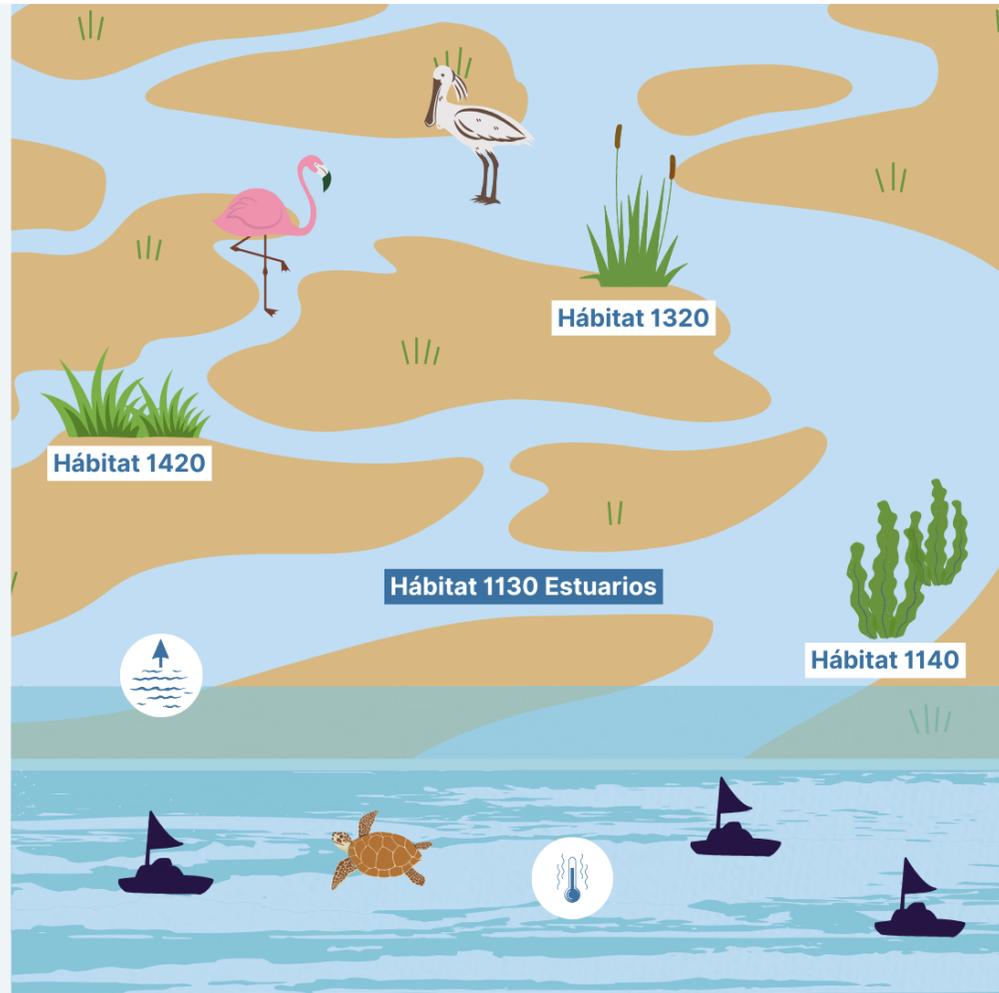


Figura 23. Consecuencias del cambio climático en el LIC Marismas del Odiel con especial hincapié en el Hábitat 1130 Estuarios y sus hábitats asociados. Fuente: elaboración propia.

7. VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

7.1. METODOLOGÍA DE PARTIDA

Se ha tomado como base la metodología desarrollada por el IHCantabria en el marco del proyecto LIFE INTEMARES, donde el procedimiento metodológico se estructura en siete fases, de las cuales las seis primeras se han aplicado en esta fase del trabajo:

1. Definición de los objetivos específicos y el alcance de la evaluación
2. Caracterización de la exposición o selección de las unidades ambientales de interés
3. Análisis de la amenaza
4. Evaluación de la vulnerabilidad
5. Identificación y cuantificación de las consecuencias
6. Evaluación del riesgo
7. Definición de medidas de adaptación y seguimiento ambiental

Como primera conclusión, la metodología constituye una buena base de partida para guiar a los gestores en la puesta en marcha de procedimientos de evaluación del riesgo asociado al cambio climático de los EMPs, centrándose en hábitats, especies y servicios ecosistémicos.

Según la guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático (Abajo *et al.*, 2023), la metodología sigue los principios del IPCC para el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos, presentando algunas adaptaciones en la definición de algunos de los conceptos utilizados para la definición de la vulnerabilidad (consideración del concepto de resiliencia) y en la especificación de consecuencias en lugar de impactos.

Los conceptos se encuentran claramente definidos, lo que ha facilitado la aplicación de la metodología. El uso de la resiliencia en lugar del concepto de capacidad adaptativa se encuentra mejor alineado con el análisis de la vulnerabilidad de especies y ecosistemas. En otros marcos metodológicos, la capacidad adaptativa se liga a la capacidad de los sistemas socio-ecológicos (entendidos como el continuo de actividades socioeconómicas en el marco biofísico y que dependen o condicionan la provisión de servicios ecosistémicos) para adaptarse a las amenazas climáticas. La resiliencia refleja de manera más precisa la capacidad de especies y ecosistemas para recuperarse de alteraciones severas, ya que la capacidad adaptativa se refiere de forma habitual a capacidades, recursos e instituciones que pueden ayudar a una mejor adaptación de sectores socioeconómicos.

Para la evaluación de la vulnerabilidad se ha consultado la mejor información disponible sobre la ecología y respuesta de las especies y hábitats frente a las distintas amenazas climáticas.

7.2. PRINCIPALES BARRERAS DE APLICACIÓN

Para la evaluación de la vulnerabilidad se ha consultado la mejor información disponible sobre la ecología y respuesta de las especies y hábitats frente a las distintas amenazas climáticas. Sin embargo, los siguientes factores han limitado la aplicación de la metodología:

- la falta de datos precisos sobre la exposición de especies y hábitats.
- la falta de información y conocimiento de detalle acerca de cómo las variables climáticas afectan al estado de conservación de especies y hábitats.
- la dificultad de analizar los impactos sinérgicos de numerosas variables climáticas, así como de integrar impactos climáticos con los impactos antrópicos.
- la necesidad de definir criterios claros para realizar un análisis cualitativo comparable entre diferentes especies y hábitats, y que pueda ser además comparable a análisis similares realizados en otros espacios naturales.
- la dificultad de elaborar análisis de tipo cuantitativo que requieren del uso de modelos y procesos complejos y que generalmente se pueden ver limitados por la disponibilidad de datos de entrada.

Para la aplicación de la metodología, hemos profundizado en un análisis del estado del arte, basándonos en el conocimiento científico existente. Se han identificado y documentado aquellos procesos de análisis entre “amenazas-elemento expuesto” para los que no se ha encontrado suficiente conocimiento o evidencias científicas para poder tomar conclusiones sólidas en la valoración de vulnerabilidad o riesgos (“gaps” de información).

Las variables climáticas se encuentran en general bien caracterizadas. Sin embargo, se ha desarrollado una actualización de los escenarios climáticos en el sexto informe del IPCC (IPCC AR6), que se conocen por los "Shared Socioeconomic Pathways" (SSP). El uso de los SSP (en lugar de los RCP de informes anteriores) junto con la aplicación de la técnica de “downscaling” para generar escenarios climáticos a nivel regional y local, pueden aportar proyecciones más fiables, que pueden utilizarse para actualizar el presente análisis.

7.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS: ESCALAS Y ELEMENTOS DE ANÁLISIS

A partir de la información recopilada, se han elaborado **escalas cualitativas** para la evaluación de los riesgos. Para la evaluación de los conceptos de sensibilidad y resiliencia, se ha construido la escala mediante la caracterización de la información científica según el siguiente esquema:

- i) Caracterizamos ejemplos para los valores intermedios (por ejemplo, valores de “poco sensible” y “sensible” para el análisis de sensibilidad). Esta caracterización requiere fijar casos que determinan qué entendemos de forma concreta por estos valores. Por ejemplo, cuando la literatura indica que por encima de un cierto umbral de aumento de temperatura pueden producirse algunos efectos que pueden afectar de forma leve a la funcionalidad de algunos hábitats, hemos considerado el valor de “poco sensible”. Cuando los efectos pueden potencialmente llevar a la mortalidad o desplazamiento de especies o limitar de forma significativa la funcionalidad de hábitats, hemos otorgado el valor de “sensible”.
- ii) Caracterizamos el resto de valores, tomando como referencias los valores intermedios. Por ejemplo, cuando hemos encontrado estudios que indican mortalidades masivas de especies claves en un hábitat en condiciones de aumento drástico de temperatura y en un contexto similar a la zona de estudio (zona biogeográfica mediterránea), hemos asignado el valor de “muy sensible”, ya que se trata de un escalón diferenciado frente a la caracterización previa de “sensible”. Los valores de máxima sensibilidad y mínima resiliencia se han asignado, como regla general, cuando hemos encontrado evidencias claras de impactos ante variables climáticas.

De esta manera, la **sensibilidad** se ha puntuado en función de indicios – evidencias (menor valor si solo se han encontrado indicios; mayor valor si hay evidencias de reducción de superficie de hábitats o cambios en la presencia de una especie) ya fuese en este o espacios similares. La **resiliencia** se ha valorado en función de la capacidad de respuesta y adaptación a la amenaza en cuestión. En todo momento, se ha integrado en la valoración el efecto sinérgico de cada amenaza con las presiones humanas presentes en el espacio para cada una de las especies/hábitats, ya que podrían presentar una mayor capacidad de recuperación o un menor impacto sin la incidencia de presiones humanas, y viceversa.

Las **consecuencias** han resultado ser la característica más compleja de valorar, dada la falta de datos cuantitativos en el espacio en cuestión. La participación social, tanto previa como posterior al análisis, ha permitido la identificación en detalle de las consecuencias a distintos niveles (ambiental, económico, social...) de cada una de las amenazas. Se recomienda la realización de estudios de detalle, mediante la aplicación de modelos que trabajen con datos actualizados para llegar a un análisis cuantitativo de las consecuencias, que pueda respaldar con un rango de cifras las posibles consecuencias sobre especies, hábitats y actividades socioeconómicas.

7.4. PUNTOS DE MEJORA

Consideramos que valorar solamente el riesgo de hábitats y especies de interés comunitario o amenazadas resulta en una obtención de valores del riesgo limitada, dada la elevada biodiversidad del espacio y la conectividad de unas comunidades con otras.

De manera adicional al análisis detallado por amenaza, para buscar medidas de adaptación adecuadas para las diferentes especies/hábitats, se hace necesario una mejora de la metodología que permita estudiar la **retroalimentación y dependencia existente entre amenazas y los diferentes riesgos generados** en los hábitats y especies bajo estudio. A la hora de aplicar las medidas de adaptación, habrá que tener en cuenta que hay medidas que pueden reducir el riesgo de varias amenazas al mismo tiempo. También es importante considerar el riesgo de “maladaptación” que puede ocurrir si no se evalúan adecuadamente los efectos negativos de estas medidas.

Resaltar además el valor añadido que ha aportado al análisis la **inclusión de procesos participativos** durante la aplicación de la metodología, resaltando una vez más la importancia de no tratar problemáticas tan transversales como el cambio climático de manera aislada. Las visiones y conocimientos aportados por los actores implicados han sido de gran valor para la identificación de las amenazas climáticas en el espacio, las especies afectadas por tales amenazas y las consecuencias esperadas.

8. PROPUESTA DE APLICACIÓN Y TRANSFERIBILIDAD DE LOS RESULTADOS A OTRAS ÁREAS

La metodología puede ser aplicada en EMPs de diferentes características dada su versatilidad de aplicación en gran variedad de especies y hábitats, constituyendo una guía metodológica para los gestores de dichos espacios. Ahora bien, como propuesta de aplicación y transferibilidad de los resultados de este análisis a otras áreas, teniendo en cuenta los criterios adicionales añadidos, se considera que los resultados obtenidos podrían servir de base para otros EMPs con la presencia de hábitats de marismas, que se encuentren cercanos o presenten cierta relación ecológica. Tener una visión global integrando todos estos espacios podría ofrecer mayores resultados de conservación y medidas de adaptación integrales, donde no solo se tiene en cuenta el EMP en cuestión, sino toda una red de EMPs en común e interconectados, de los que se podría obtener una recopilación de datos del estado y respuesta de los ecosistemas de la red de humedales y marismas frente al cambio climático, dando lugar a una comparativa entre espacios e integrando la conectividad de unos con otros, en cuanto a corredores migratorios, desplazamientos de especies, afloramientos y zonas de alimento.

Para un mayor éxito en la aplicación y transferibilidad de resultados a estas áreas consideramos que debería tenerse en cuenta las siguientes observaciones:

- i) La metodología puede ser aplicada no solo en especies y hábitats amenazados o de interés comunitario. Hasta la fecha, casi todos los estudios que consideran la adaptación al cambio climático se han centrado en hábitats y especies de interés comunitario al estar incluidos en los planes de gestión, dedicando menos esfuerzo el resto de los ecosistemas presentes. El trabajo futuro también debería centrarse en evaluar el riesgo de otras comunidades y especies formadoras de hábitats.
- ii) En general, los EMPs ofrecen una solución basada en la naturaleza para apoyar los esfuerzos globales hacia la adaptación y mitigación del cambio climático, albergando todo tipo de hábitats prioritarios como arrecifes de coral, bosques de laminariales, praderas marinas, etc. Estos hábitats albergan una gran biodiversidad y actúan como barrera protectora contra tormentas, otros fenómenos meteorológicos extremos y la erosión costera, entre otros. Al mismo tiempo, actúan como sumideros de carbono constituidos mayormente por praderas de fanerógamas marinas como el caso de las praderas de *Zostera noltii*. Los sumideros de carbono son depósitos de carbono, es decir, espacios que absorben más carbono del que expulsan y que por lo tanto reducen la cantidad de carbono de la atmósfera. Por esta razón es que los ecosistemas son muy importantes a la hora de plantear acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y, por ende, debería priorizarse evaluar el nivel de riesgo frente al cambio climático respecto al de las especies, sin su exclusión. Además, proporcionan una gran variedad de servicios ecosistémicos y sustentan las actividades económicas ligadas al medio marino.
- iii) A pesar de tratarse de áreas marinas se considera importante su inclusión a la hora de realizar los análisis de riesgos, ya que se encuentran prácticamente ligadas e

influenciadas. Lo que ocurra en la parte terrestre repercute o condiciona de alguna manera a la parte marina, y viceversa.

- iv) Incluir el efecto combinado de las amenazas y de las presiones, una amenaza en concreto interactuará con otros factores climáticos y no climáticos, lo que podría generar impactos sinérgicos.
- v) Incluir procesos participativos a lo largo del desarrollo del análisis de riesgos y diseño de medidas de adaptación que ayuden a la identificación de amenazas, especies, hábitats y consecuencias.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, R. A. (1997). The nest environment and the embryonic development of sea turtles. En P. L. Lutz & J. A. Musick (Eds.), *The biology of sea turtles I* (pp. 83-106). Nueva York: CRC Press.
- Adam, P. (1990). *Saltmarsh Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Almela, E. D., Juncal, N. P., Roig, M. S., Méndez, C. M., Belshe, E. F., Dueñas, C. L., ... & Mateo, M. Á. (2021). Las marismas de marea andaluzas como sumidero y almacén de carbono orgánico. *Chronica naturae*, (8), 35-56.
- Bartolomé, C., Álvarez, J., Vaquero, J., Costa, M., Casermeiro, M., Giraldo, J., & Zamora, J. (s.f.). *Tipos de hábitat de interés comunitario de España*.
- Boorman, L. A. (2003). *Saltmarsh Review. An overview of coastal saltmarshes, their dynamic and sensitivity characteristics for conservation and management* (JNCC Report No. 334). Peterborough: JNCC.
- Braun McNeill, J., Avens, L., Goodman Hall, A., Goshe, L. R., Harms, C. A., & Owens, D. W. (2016). Female-bias in a long-term study of a species with temperature-dependent sex determination: monitoring sex ratios for climate change research. *PloS One*, 11(8), e0160911.
- Cahoon, D. R., French, J. R., Spencer, T., & Reed, D. J. (2000). Vertical accretion versus elevational adjustment in UK saltmarshes: an evaluation of alternative methodologies. *Geological Society, London, Special Publications*, 175(1), 223–238. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.175.01.18>
- Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Cirujano, S., Soria, J. M., ... & Gosálvez, R. U. (2009). Lagunas y charcas temporales mediterráneas. En VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* (1ra ed., pp. 1–87). Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Carreras, C., Pont, S., Maffucci, F., Pascual, M., Barceló, A., Bentivegna, F., ... & Aguilar, A. (2006). Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology*, 149, 1269-1279.
- Castillo, J. M., Rubio-Casal, A. E., Figueroa, M. E., & Jorrín-Novo, J. V. (2010). The production of hybrids with high ecological amplitude between exotic *Spartina densiflora* and native *S. maritima* in the Iberian Peninsula. *Diversity and Distributions*, 16(4), 547–558.
- Castillo, J. M., Luque, C. J., Rubio Casal, A. E., Nieva, F. J., & Figueroa, M. E. (2000). Causes and consequences of salt-marsh erosion in an Atlantic estuary in SW Spain. *Journal of Coastal Conservation*, 6(1), 89–96. <https://doi.org/10.1007/BF02730472>
- Chapman, V. J. (1941). Studies in ecology VIII. *Journal of Ecology*, 29, 69–82.
- Crain, C. M., Silliman, B. R., Bertness, S. L., & Bertness, M. D. (2004). Physical and biotic drivers of plant distribution across estuarine salinity gradients. *Ecology*, 85(9), 2539–2549.

- Davenport, J. (1997). Temperature and life-history strategies of sea turtles. *Journal of Thermal Biology*, 22, 479-488.
- Consejería de Medio Ambiente, & Ordenación del Territorio. (2015). *Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz-Informe 2022*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente, & Ordenación del Territorio. (2015). *Valores ambientales del lugar de importancia comunitaria Dunas del Odiel (ES6150013)*. Junta de Andalucía.
- Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Duffy, J. M., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., ... & Talley, L. D. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 4, 11–37.
- Espinar, J. L. (2009). 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*). En Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (Ed.), *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* (pp. 1–33). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Fernández, M. (2017). *Fusion of airborne LiDAR, multispectral imagery and spatial modelling for understanding saltmarsh response to sea-level rise* (Doctoral dissertation, UCL (University College London)).
- Gehu, J. M., & Rivas-Martínez, S. (1984). Classification of European salt plant communities. En K. S. Dijkema (Ed.), *Salt marsh in Europe* (pp. 34–40). Strasbourg: Council of Europe.
- Groenendijk, A. M. (1987). Primary production and biomass on a Dutch salt marsh: emphasis on the below-ground component. *Vegetatio*, 70, 21–27.
- IPCC (2019). *Informe especial del IPCC sobre cambio climático, océanos y criosfera: guía resumida*.
- Kersting, D. (2016). *Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones.
- Levine, J. M., Brewer, J. S., & Bertness, M. D. (1998). Nutrients, competition and plant zonation in a New England salt marsh. *Journal of Ecology*, 86(2), 285–292.
- Lillebø, A. I., Flindt, M. R., Pardal, M. A., & Marques, J. C. (1999). The effect of macrofauna, meiofauna and microfauna on the degradation of *Spartina maritima* detritus from a salt marsh area. *Acta Oecologica*, 20(4), 249–258. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(99\)00141-1](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(99)00141-1)
- Losada, I., Izaguirre, C., & Diaz, P. (2014). *Cambio climático en la costa española*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25–33.
- Mrosovsky, N., & Yntema, C. L. (1980). Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: Implications for conservation practices. *Biological Conservation*, 18, 271–280.

- Perez, E. A., Marco, A., Martins, S., & Hawkes, L. A. (2016). Is this what a climate change-resilient population of marine turtles looks like?. *Biological Conservation*, 193, 124-132.
- Pezeshki, S. R. (2001). Wetland plant responses to soil flooding. *Environmental and Experimental Botany*, 46, 299–312.
- Pietroluongo, G., Centelleghé, C., Sciancalepore, G., Ceolotto, L., Danesi, P., Pedrotti, D., & Mazzariol, S. (2023). Environmental and pathological factors affecting the hatching success of the two northernmost loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nests. *Scientific Reports*, 13(1), 2938.
- Poloczanska, E. S., Limpus, C. J., & Hays, G. C. (2009). Vulnerability of marine turtles to climate change. *Advances in Marine Biology*, 56, 151–211.
- Pratolongo, P. D., Kandus, P., & Iribarne, O. O. (2009). Temperate coastal wetlands: Morphology, sediment processes and plant communities. En B. G. Healy & J. C. Healy (Eds.), *Coastal Wetlands: An integrated ecosystem approach* (pp. 89–112). Elsevier.
- Redondo-Gómez, S., Castillo, J. M., Luque, C. J., Rubio Casal, A. E., & Figueroa, M. E. (2007). Fundamental niche differentiation in subspecies of *Sarcocornia perennis* on a salt marsh elevational gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 347, 15–20. <https://doi.org/10.3354/meps07088>
- Short, F. T., Kosten, S., Morgan, P. A., Malone, S., & Moore, G. E. (2016). Impacts of climate change on submerged and emergent wetland plants. *Aquatic Botany*, 135, 3–17.
- BirdLife, S.E.O. (2019). Guía de Aves de España. <https://seo.org/guia-de-aves/>
- SEO/BirdLife. (2012). *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife.
- Snow, A., & Vince, S. (1984). Plant zonation in an Alaskan salt marsh II: An experimental study of the role of edaphic conditions. *Journal of Ecology*, 72, 669–684.
- VISOR PIMA IMPACTOS. (s.f.). https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_IMPACTOS.html
- VISOR PIMA PELIGROSIDAD. (s.f.). https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_PELIGROSIDAD.html
- VISOR PIMA RIESGOS. (s.f.). https://portalrediam.cica.es/mapea/PIMA_RIESGO.html
- VV.AA. (2009). *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.
- Waycott, M., Collier, C., McMahon, K., Ralph, P., McKenzie, L., Udy, J., & Grech, A. (2007). Vulnerability of seagrasses in the Great Barrier Reef to climate change. En J. Johnson & P. A. Marshall (Eds.), *Climate change and the Great Barrier Reef: A vulnerability assessment* (pp. 193–235). Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority.

10. ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE VULNERABILIDAD, CONSECUENCIAS Y RIESGO

Tabla 21. Matriz para la valoración de la vulnerabilidad.

SENSIBILIDAD	RESILIENCIA				
	Muy resiliente	Resiliente	Moderadamente resiliente	Poco resiliente	Nada resiliente
Nada sensible	Muy baja	Muy baja	Baja	Baja	Media
Poco sensible	Muy baja	Baja	Baja	Media	Alta
Moderadamente sensible	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
Sensible	Baja	Media	Alta	Alta	Muy alta
Muy sensible	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

Tabla 22. Matriz para la valoración de las consecuencias.

MAGNITUD AMENAZA	VULNERABILIDAD				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Baja	Insignificantes	Insignificantes	Insignificantes	Menores	Menores
Media	Insignificantes	Menores	Menores	Moderadas	Graves
Alta	Insignificantes	Menores	Moderadas	Moderadas	Muy graves

Tabla 23. Matriz para la valoración del riesgo.

PROBABILIDAD AMENAZA	CONSECUENCIAS				
	Insignificantes	Menores	Moderadas	Graves	Muy graves
Rara	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Improbable	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado
Posible	Bajo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
Probable	Bajo	Moderado	Alto	Alto	Extremo
Casi segura	Bajo	Moderado	Alto	Extremo	Extremo

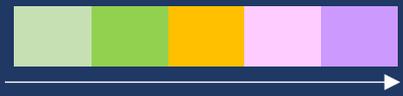


ANEXO 2. FICHAS RESUMEN ANÁLISIS DE RIESGOS

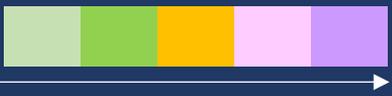
ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1130 ESTUARIOS		Conforman el paisaje predominante en el ámbito del LIC Marismas del Odiel. El hábitat se da en las desembocaduras de ríos donde las características de éstos y la influencia marina generan fuertes gradientes que además son muy variables en el tiempo, siendo el que más superficie representativa ocupa.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	BAJA	MENORES	MODERADO
	RCP 8.5	BAJA	MENORES	MODERADO
PRESIONES HUMANAS		Contaminación, actividades recreativas e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		El aumento del nivel del mar puede influir en algunos de los procesos de transporte de sedimentos y en el desplazamiento de especies.		
OTRAS OBSERVACIONES		Se espera un aumento superficie del estuario proyectada para 2050 muy similar para todos los escenarios.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1140 LLANOS FANGOSOS O ARENOSOS QUE NO ESTÁN CUBIERTOS DE AGUA CUANDO HAY MAREA BAJA		Se trata de una banda de sustratos fangosos o arenosos únicamente colonizados por macroalgas o comunidades del género <i>Zostera</i> que queda expuesta entre mareas.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Reducción de la biomasa, el crecimiento de las comunidades de <i>Zostera</i> y pérdida de servicios ecosistémicos (Waycott <i>et al.</i> 2007).		
OTRAS OBSERVACIONES		Se ha observado que las praderas presentan muchas zonas con un mal estado de conservación, posiblemente asociado a la eutrofización. También se han observado zonas con grandes excavaciones de origen desconocido donde se ha destruido el sustrato, lo que aumenta la sensibilidad.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1210 VEGETACIÓN ANUAL SOBRE DESECHOS MARINOS ACUMULADOS		Se desarrolla en localizaciones muy precisas, donde se producen inundaciones periódicas y parciales por el oleaje y se acumulan materiales orgánicos arrojados por las mareas. Presenta una extensión total de 16 ha. Se trata de comunidades de plantas anuales adaptadas a la salinidad y los aportes de nitrógeno (halonitrófilas) que colonizan las zonas de la playa donde el oleaje deposita y acumula restos orgánicos, fundamentalmente vegetales.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	MEDIA	MENORES	MODERADO
	RCP 8.5	MEDIA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Desplazamiento de especies y sustitución de unas especies por otras.		
OTRAS OBSERVACIONES		Se trata de una banda de vegetación de carácter migratorio y pionero de escaso desarrollo de carácter nitrófilo pero al mismo tiempo tolerantes a elevadas concentraciones salinas.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1310 VEGETACIÓN ANUAL PIONERA CON SALICORNIA Y OTRAS ESPECIES DE ZONAS FANGOSAS O ARENOSAS		En cotas algo superiores los espartinales son desplazados por vegetación halófila suculenta anual poco densa y pionera de este hábitat.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Desplazamiento de especies y a la sustitución de unas especies por otras.		
OTRAS OBSERVACIONES		Presentan menos tolerancia a la inundación por mareas y más tolerancia a la salinidad.		

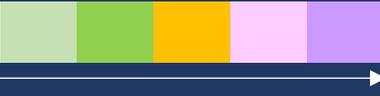
ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1320 PASTIZALES DE SPARTINA (SPARTINION MARITIMI)		Comunidades halófilas casi monoespecíficas de carácter pionero y vivaz que ocupan los suelos fangosos que inunda diariamente la marea.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	MUY ALTA	GRAVES	EXTREMO
	RCP 8.5	MUY ALTA	MUY GRAVES	EXTREMO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Pérdida de diversidad vegetal por la conversión de una gran parte de extensión de marisma inundada irregularmente (casi un 90% de la superficie) en marisma inundada regularmente en todo el estuario, el desplazamiento de especies y a la sustitución de unas especies por otras.		
OTRAS OBSERVACIONES		Se debe tener en cuenta la presencia de la especie invasora espartina densiflora (Castillo <i>et al.</i> , 2010), de origen norteamericano que amenaza con desplazar a la autóctona espartina marítima, al ser una especie con amplias tolerancias para crecer más allá de su ambiente óptimo (Snow y Vince, 1984).		

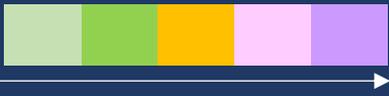
ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 1420 MATORRALES HALÓFILOS MEDITERRÁNEOS Y TERMO-ATLÁNTICOS (SARCOCORNETEA FRUCTICOSAE)		Se da en suelos arenosos y predomina una vegetación halófila vivaz, camefítica suculenta, con una superficie de 1.351 ha. Ocupan las zonas con influencia mareal esporádica. La vegetación de se caracteriza por especies de marismas mediterráneas (p. ej. <i>Salicornia fruticosa</i> , <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> y <i>Suaeda vera</i> (Gehu y Rivas-Martinez, 1984).		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Desplazamiento de especies y sustitución de unas especies por otras.		
OTRAS OBSERVACIONES		<i>Sarcocornia perennis</i> presenta dos subespecies, <i>S. perennis perennis</i> y <i>S. perennis alpini</i> (Redondo <i>et al.</i> , 2007) que podrían ser especies clave para identificar los cambios debidos a la subida del nivel del mar ya que, como demostraron Redondo <i>et al.</i> , 2007, el intercambio de la subsp. <i>alpini</i> por la subsp. <i>perenni</i> al tolerar cotas más altas podrían ser indicadores de la actual subida del nivel del mar en las marismas del Odiel.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 3170* ESTANQUES TEMPORALES MEDITERRÁNEOS		Los estanques temporales mediterráneos corresponden a dos lagunas en su porción occidental. Estas charcas son muy someras y su origen epigeo les otorga un carácter oligotrófico y oligosalino. Estas características, alejadas de la influencia marítima dominante, aportan al ámbito una mayor diversidad.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	MEDIA	MENORES	MODERADO
	RCP 8.5	MEDIA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Muy cercano a las salinas y zonas antropizadas.		
CONSECUENCIAS		Podría quedar inundado inundando permanentemente, alterando su diversidad biológica.		
OTRAS OBSERVACIONES		Responde rápidamente ante variaciones del clima, pero sus escasas dimensiones en el espacio las hacen especialmente sensibles a cualquier presión (Camacho <i>et al.</i> , 2009).		

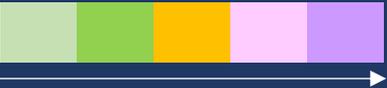
ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITAT 6420 PRADOS HÚMEDOS MEDITERRÁNEOS DE HIERBAS ALTAS DEL MOLINION-HOLOSCHOENION		Las comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas (6420) caracterizadas por la presencia de <i>Scirpus sp.</i> y <i>Juncus sp.</i> se localizan en la marisma media en zonas donde la influencia marina está muy atenuada y el nivel freático acusa una escasa o nula salinidad. A pesar de su escasa superficie, pueden jugar un papel importante en la conectividad ecológica al actuar como reservorios de humedad en el estío sirviendo de refugio a numerosas especies.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Sustitución de las especies actuales por otras más tolerantes a la salinidad y aumento del nivel del mar.		
OTRAS OBSERVACIONES		Este hábitat se encuentra en la marisma media donde los hábitats presentan una tendencia a la regresión impulsada por varios factores, como la recuperación de tierras, las olas generadas por el aumento del paso de embarcaciones y, posiblemente, la subida del nivel del mar.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
HÁBITATS DUNAS MARÍTIMAS Y CONTINENTALES		<p>Todos estos hábitats forman parte de la transición entre el medio marítimo y el terrestre. Estos sistemas juegan un papel trascendente para la protección de la costa con carácter general y de los hábitats limítrofes, en particular. Todos tienen en común unas condiciones edáficas extremas con una muy escasa capacidad de retención de agua, elevadas temperaturas superficiales, alto contenido en sales, muy acusada escasez de nutrientes-y sobre todo la gran movilidad del sustrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - HIC 2130*: Dunas costeras fijas con vegetación herbácea - HIC 2120: Dunas móviles de litoral con <i>Ammophila arenaria</i>. - HIC 2250*: Dunas litorales con <i>Juniperus spp.</i> - HIC 2270*: Dunas con bosques de <i>Pinus pinea</i> y/o <i>Pinus pinaster</i>. - HIC 2190: Depresiones intradunares húmedas. - HIC 2230: Pastizales de arenas interiores mediterráneos. - HIC 2260: Tomillares y matorrales en dunas y arenas litorales. 		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Actividades recreativas, marisqueo, pesca e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Disminución de superficie, pérdida de especies y servicios ecosistémicos asociados		
OTRAS OBSERVACIONES		Estos hábitats son particularmente sensibles a la subida del nivel del mar por el cambio climático o a las alteraciones en las cuencas hidrográficas que afecten a los aportes sedimentarios. A esto se suma los impactos de origen antrópico como consecuencia de bañistas y aficionados a la pesca en la playa y el espigón.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
ÁGUILA PESCADORA (PANDION HALIAETUS)		Se trata de una rapaz estrictamente ligada al medio acuático y de alimentación exclusivamente piscívora, muy extendida a nivel mundial. Se había dado por extinguida como reproductora en los años 80 pero volvió a introducirse gracias a un programa de reintroducción que finalizó en el 2012. Marismas del Odiel es una región idónea por la existencia de hábitats adecuados para esta emblemática rapaz, ya que es una de las principales zonas de invernada de la especie y actualmente cuenta con 5 parejas reproductoras.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento de la temperatura del aire	RCP 4.5	BAJA	MENORES	MODERADO
	RCP 8.5	BAJA	MENORES	MODERADO
PRESIONES HUMANAS		Molestias por actividades recreativas e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Aumento de la población, se trata de una especie que podría verse favorecida.		
OTRAS OBSERVACIONES		Estudios anteriores han demostrado la capacidad de los juveniles de especies longevas y migrantes de larga distancia para alterar sus patrones migratorios en función de las condiciones ambientales, lo que permite a estas aves responder al cambio climático (Martín <i>et al.</i> 2016).		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
CANASTERA COMÚN (GLAREOLA PRATICOLA)		Especie limícola que ha desarrollado una particular técnica de alimentación, consistente en la persecución de invertebrados aéreos, que se parece notablemente a la utilizada por vencejos, aviones y golondrinas. A la hora de nidificar, prefiere todo tipo de lugares despejados próximos a masas de agua, como orillas, isletas y barbechos, donde instala un somero nido en cualquier depresión del terreno. En Marismas del Odiel se sitúa la única colonia de canastera común que existe en Huelva, la cual contaba en 2020 con 40 parejas en la balsa de dragados.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento de la temperatura del aire	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Molestias por actividades recreativas e infraestructura viaria dentro del espacio y contaminación.		
CONSECUENCIAS		Alteraciones en la fenología, reproducción y supervivencia.		
OTRAS OBSERVACIONES		Se prevé que la superficie de tierra seca no urbanizada disminuya en torno a un 60%, convirtiéndose en marisma de transición, lo que podría dar lugar a una menor disponibilidad de lugares de anidación.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
CHARRANCITO COMÚN (<i>STERNULA ALBIFRONS</i>)		Los charrancitos se reproducen en diferentes lugares del Paraje Natural Marismas del Odiel, especialmente en la playa y el sistema peridunar previo a la misma, pero, sobre todo, encuentran un hábitat idóneo para reproducirse en el interior de los recintos de dragado de la ría que la Autoridad Portuaria de Huelva gestiona dentro de la Reserva de la Biosfera de Marismas del Odiel y el LIC Marismas del Odiel, donde la reproducción es mayor que en la zona de playa, siendo algunas de las colonias de cría más importantes de Andalucía.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento de la temperatura del aire	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Molestias por actividades recreativas e infraestructura viaria dentro del espacio.		
CONSECUENCIAS		Pérdida o reducción de población nidificante y destrucción de nidos.		
OTRAS OBSERVACIONES		La especie también verá reducida sus áreas de nidificación (arenales y dunas litorales) por el aumento del nivel del mar.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
ESPÁTULA COMÚN (PLATALEA LEUCORODIA)		Se trata de un ave zancuda de gran tamaño y coloración general blanca. Destaca en ella su peculiar pico, largo y aplanado en su extremo a modo de espátula, rasgo que ha dado origen a su nombre vulgar. Actualmente, cuenta con colonias de cría en la isla de Enmedio y en la isla de la Liebre (otra zona del Paraje Natural), siendo centro de recuperación y dispersión de la especie.		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento del nivel del mar	RCP 4.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
	RCP 8.5	ALTA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Molestias por actividades recreativas e infraestructura viaria dentro del espacio y contaminación.		
CONSECUENCIAS		Pérdida o reducción de población nidificante y destrucción de nidos.		
OTRAS OBSERVACIONES		Las colonias de espátula común en Odiel se sitúan sobre sustratos bajos, por lo que se verán muy afectadas por la subida del nivel de mar y los fenómenos meteorológicos extremos.		

ESPACIO		LIC MARISMAS DE ODIEL (ES0000025)		
TORTUGA COMÚN (CARETTA CARETTA)		La tortuga común (<i>Caretta caretta</i>) en sus migraciones por la costa puede adentrarse en los límites del ámbito del Paraje Natural Marismas del Odiel por el Canal del Padre Santo o el Canal de Punta Umbría		
HORIZONTE TEMPORAL		2050		
		VULNERABILIDAD (sensibilidad x resiliencia)	CONSECUENCIAS (vulnerabilidad x magnitud)	RIESGO (consecuencias x probabilidad)
AMENAZAS				
Aumento de la temperatura del mar	RCP 4.5	MEDIA	MENORES	MODERADO
	RCP 8.5	MEDIA	MODERADAS	ALTO
PRESIONES HUMANAS		Pesca, ingesta de plástico, colisiones con barcos, etc.		
CONSECUENCIAS		Cambios en la distribución y presencia de la especie en el espacio		
OTRAS OBSERVACIONES		Se debe tener en cuenta los efectos del cambio climático en zonas de anidación, que tiene una influencia indirecta en la presencia de la especie en el espacio.		