



Andalucía: Parque San Jerónimo, s/n, 41015 Sevilla Tel./Fax: 954903984  
andalucia@ecologistasenaccion.org

Aragón: C/ Cantin y Gamboa 26, 50002 Zaragoza Tel./Fax: 976398457  
aragon@ecologistasenaccion.org

Asturias: C/ San Ignacio 8 bajo, 33205 Xixón Tel: 985337618  
asturias@ecologistasenaccion.org

Canarias: Paseo de Chil 13, 35003 Las Palmas de Gran Canaria Tel: 928362233 - 922315475  
canarias@ecologistasenaccion.org

Cantabria: Apartado nº 2, 39080 Santander Tel: 942240217  
cantabria@ecologistasenaccion.org

Castilla y León: Apartado nº 533, 47080 Valladolid Tel: 983210970  
castillayleon@ecologistasenaccion.org

Castilla-La Mancha: Apartado nº 322, 19080 Guadalajara Tel: 659155339  
castillalamancha@ecologistasenaccion.org

Cataluña: Can Basté - Passeig. Fabra i Puig 274, 08031 Barcelona Tel: 934296518  
catalunya@ecologistasenaccio.org

Ceuta: C/ Isabel Cabral nº 2, ático, 51001 Ceuta  
ceuta@ecologistasenaccion.org

Comunidad de Madrid: C/ Marqués de Leganés 12, 28004 Madrid Tel: 915312389 Fax: 915312611  
comunidaddemadrid@ecologistasenaccion.org

Euskal Herria: C/ Pelota 5, 48005 Bilbao Tel: 944790119  
euskalherria@ekologistakmartxan.org

Extremadura: C/ Hernán Cortes 23-06800 Mérida Tel: 927577541 - 686463570  
extremadura@ecologistasenaccion.org

La Rioja: C/ Carnicerías 2, 1º, 26001 Logroño Tel./Fax 941245114  
larioja@ecologistasenaccion.org

Melilla: C/ Colombia 17, 52002 Melilla Tel: 630198380  
melilla@ecologistasenaccion.org

Navarra: C/ San Marcial 25, 31500 Tudela Tel: 626679191  
navarra@ecologistasenaccion.org

País Valencià: C/ Tabarca 12 entresol, 03012 Alacant Tel: 965255270  
paisvalencia@ecologistasenaccio.org

Región Murciana: C/ José García Martínez 2, 30005 Murcia Tel: 968281532 - 629850658  
murcia@ecologistasenaccion.org

[www.ecologistasenaccion.org](http://www.ecologistasenaccion.org)

**ECOLOGISTAS**  
en acción

Con la colaboración de:



Fundación Biodiversidad

# Impacto del Cambio Climático en el litoral



**ECOLOGISTAS**  
en acción

# Índice

1. Presentación	3
2. ¿Qué es el cambio climático?	4
3. ¿Por qué hay cambio climático?	5
3.1 Impactos ya observados	6
3.2 Impactos previstos	7
3.2.1 Ecosistemas acuáticos continentales	9
3.2.1.1 un caso emblemático: Doñana	10
3.2.1.2 El inquietante futuro del delta del Ebro	11
3.2.2 Ecosistemas marinos	12
3.2.3 Zonas costeras	17
3.2.3.1 Nivel Medio del Mar	18
3.2.3.2 Oleaje	19
3.2.3.3 Precipitaciones	20
3.2.3.4 Zonas más vulnerables	21
a) Zonas deltaicas	22
b) Playas y costas bajas	22
c) Zonas estuarianas	24
d) Acantilados blandos	26
3.2.4 Sectores socioeconómicos	27
3.2.4.1 El sector de la Pesca	28
3.2.4.2 El sector del Turismo	29
4. Posibles soluciones	30
5. Glosario de términos	32

# PRESENTACIÓN



La Campaña "Impactos del Cambio Climático en el litoral" es un proyecto de Ecologistas en Acción que pretende hacer llegar a las personas que viven y disfrutan de las zonas costeras los efectos que tiene y tendrá el cambio climático en estos lugares. Además, incluye las líneas de actuación necesarias para modificar los hábitos de consumo que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el mismo.

El presente documento forma parte de esta Campaña e intenta acercar al gran público los estudios científicos más actualizados sobre los impactos del cambio climático en el litoral. Desde hace una década, Ecologistas en Acción pretende hacer llegar al ciudadano de la calle todos los aspectos relacionados con el mayor problema al que hace frente la humanidad, el cambio climático. De todos los ecosistemas, las zonas costeras aparecen como lugares especialmente vulnerables y de gran interés debido al gran número de personas que viven en su entorno, y que disfrutan de ellas durante todo el año.





# ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?



Según los científicos, el cambio climático es el nombre que se le da a la serie de alteraciones que se experimentan en el clima de nuestro planeta como consecuencia del aumento de temperatura que se viene produciendo en las últimas décadas. Algunos de esos cambios pueden haber sido obser-

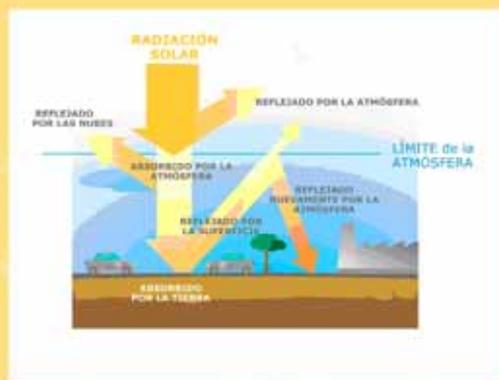
vados por cualquiera de nosotr@s sin necesidad de ningún tipo de conocimiento científico. Podemos recordar, por ejemplo, que los árboles y las plantas florecen antes, que vivimos granizadas y lluvias torrenciales más frecuentes, que sufrimos temperaturas muy altas demasiado a menudo, etc.

# ¿POR QUÉ HAY CAMBIO CLIMÁTICO?

La Tierra, gracias a los gases de la atmósfera que absorben parte del calor del Sol, mantiene una temperatura agradable para la vida. Este fenómeno se llama Efecto invernadero natural. Sin embargo, cuando emitimos a la atmósfera demasiada cantidad de estos gases llamados gases de efecto invernadero, como el dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) o el metano ( $\text{CH}_4$ ), forzamos o incrementamos este efecto invernadero. El resultado es que la temperatura de la Tierra aumenta.

A partir de la Revolución Industrial (siglo XIX) la quema de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) ha aumentado de manera espectacular. Los gases que se emiten en esas quemaduras o combustiones contienen Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), que es el gas de efecto invernadero más importante.

En la figura se puede observar cómo se produce el Efecto invernadero forzado por la emisión de gases en la actividad humana. La parte de calor que se queda dentro del límite de la atmósfera es mayor que si no existieran los gases emitidos por las actividades industriales (generación de electricidad incluida), los coches, las calefacciones, etc.



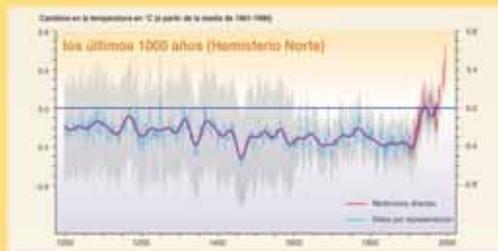
Efecto Invernadero forzado

“El Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el gas de efecto invernadero más importante”

# IMPACTOS

# YA OBSERVADOS

Durante el último siglo la temperatura media del planeta ha subido **0,74 °C**. Este aumento de la temperatura está comenzando a crear perturbaciones en los sistemas naturales que gobiernan el clima. Los últimos estudios científicos realizados a nivel mundial demuestran que ya se están notando las consecuencias del cambio climático en las zonas costeras. Estas consecuencias están relacionadas con el aumento del nivel del mar y las variaciones en la flora y fauna marina.



Fuente: IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)

## ¿Cuánto ha subido el nivel del mar?

El nivel medio del mar ha subido desde el año 1961 hasta el año 2003 alrededor de **1,8 mm cada año** de media. Sin embargo, en la última década, entre 1993 y 2003, la subida del nivel del mar fue de alrededor de **3,1 mm por año** de media. En total, durante todo el siglo XX, el nivel del mar subió unos **17 cm** como la media de todas las costas del planeta.

En contra de lo que pudiera parecer, el nivel del mar sube, principalmente, por la dilatación del agua del mar debido al aumento de las temperaturas medias del planeta.



Fuente: IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)

En segundo lugar de importancia encontramos el agua que llega de del deshielo de los glaciares y las nieves montañosas al mar.

## ¿Qué ha pasado con la flora y la fauna?

Los cambios que se han observado en los sistemas biológicos de las aguas dulces y marinas están asociados al aumento de la temperatura de las propias aguas. Estos cambios en los sistemas biológicos incluyen, entre otros:

- Se han observado cambios en la distribución y abundancia de algas, plancton y bancos de peces en los océanos del norte.
- Se han detectado variaciones estacionales en el desarrollo vital de muchas especies, adelantando su ciclo reproductivo debido a una mayor temperatura del agua.
- Se han alterado el funcionamiento natural de los ecosistemas pelágico por el incremento de la concentración de  $\text{CO}_2$  en las capas superficiales de los océanos.

# IMPACTOS PREVISTOS

La continua emisión de gases de efecto invernadero, que provocan la subida de la temperatura, inducirá una serie de cambios durante el próximo siglo aún mayores de los que se han observado en el siglo XX.

**Círculo vicioso.**- El océano actúa como una esponja que absorbe el CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el propio calentamiento, que ya se puede comprobar, hace que los océanos absorban progresivamente menos gases de los que absorberían con menos temperatura. Esto quiere decir que cada vez más cantidad de gases se quedan en la atmósfera, empeorando de esta manera el problema. En resumen, el calentamiento causa menos absorción de gases por parte de los océanos, lo que provoca más gases en la atmósfera, lo que implica más calentamiento.

**Nivel mundial.**- A nivel general las zonas costeras estarán expuestas a mayores riesgos, entre los cuales podemos nombrar:

- Incremento de la erosión de la costa debida al cambio climático y la subida del nivel del mar,

- los corales, de vital importancia para la biodiversidad de la costa, son bastante sensibles al aumento de temperatura del agua del mar. El calentamiento provocará procesos de blanqueamiento del coral mismo, lo que conduce a una gran mortalidad,

- los humedales costeros se verán afectados negativamente por la subida del nivel del mar,

- las inundaciones provocadas por la subida del nivel del mar afectarán a muchos millones de personas más que en la actualidad. Estas zonas densamente pobladas, que tienen poca capacidad de adaptarse a la nueva situación, están especialmente en riesgo. Además, estas áreas deben estar afrontando continuamente tormentas tropicales y otros problemas que causan inundaciones. Los mayores afectados serán los grandes deltas de Asia y África y las pequeñas islas.

**Europa del Sur.** - Si nos vamos acercando a nuestro caso particular, encontramos que las últimas previsiones de los científicos llegan a las siguientes conclusiones:

- el ascenso del nivel del mar es probable que origine una migración de las playas hacia el interior, con pérdidas de hasta un 20% de los humedales costeros,
- el ascenso del nivel del mar reducirá la disponibilidad de hábitats para muchas especies que se reproducen o alimentan en zonas costeras bajas,
- muchos ecosistemas acuáticos efímeros o no permanentes en el Mediterráneo desaparecerán y los permanentes se reducirán en tamaño,
- la mayoría (más del 95 %) de los anfibios y reptiles experimentará reducciones en sus áreas de distribución, debido a las dificultades para dispersarse,
- en los ecosistemas acuáticos continentales, la diversidad disminuirá,
- los vertebrados del área mediterránea también se encuentran entre las especies vulnerables al cambio climático,
- las altas temperaturas pueden desencadenar mortalidades infectivas a gran escala en los delfines del mediterráneo,
- el turismo de verano en el Mediterráneo es probable que disminuya, y aumente en primavera y otoño.

**En resumen:** la población que vive en la costa del sur de Europa deberá migrar hacia el interior; una gran cantidad de anfibios y reptiles desaparecerán de estas zonas, así como algunos de los vertebrados que podemos encontrar en la actualidad; los delfines mediterráneos morirán con más facilidad; y el turismo disminuirá en verano pero podrá aumentar en primavera y otoño, aunque no en la misma cantidad.

**¿Cuál es nuestro legado?.**- Si en este preciso momento se dejasen de emitir a la atmósfera todos los gases de efecto invernadero para siempre, el aumento de la temperatura sería de **0,6 °C**. Lo que quiere decir que los gases acumulados en la atmósfera en las últimas décadas ya tienen un efecto perjudicial para los habitantes del planeta. Parar todas las emisiones mundiales significaría dejar de quemar carbón, petróleo y gas, además de dejar de incendiar bosques, talar árboles de forma masiva, y reducir drásticamente la producción de ganado.

Además, algunas de las consecuencias del cambio climático que ya estamos padeciendo no tienen marcha atrás, y la única forma de afrontarlas será adaptarse a ellas. La pérdida de ecosistemas y de especies animales y vegetales, por ejemplo, es irrecuperable.



# ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES

¿Qué efectos tendrá el aumento del nivel del mar?

La subida del nivel del mar será de entre 11 y 77 cm durante este siglo XXI. Aunque pueda parecer una cifra muy pequeña, los efectos que tendrá en los humedales costeros serán muy importantes, porque o bien serán inundados y destruidos, o incrementarán la llamada "intrusión salina" debido a la disminución del aporte de agua dulce. El incremento de la "intrusión salina" significa que el agua del humedal pasará de ser dulce a ser salina, y eso implica un cambio radical en la naturaleza del humedal. De todos modos, el efecto sobre las zonas costeras probablemente sea muy dispar, según las distintas zonas de la Península Ibérica [véase el Capítulo de Zonas Costeras].

¿Los efectos en los lagos y embalses afectarán a la costa?

Los cambios causados por el calentamiento en la naturaleza de los ecosistemas de los lagos y embalses, y en el propio nivel de los mismos, tendrán un efecto negativo en la zona litoral, ya que las aguas procedentes de estos lugares alimentan los ecosistemas de la costa.

¿Y qué hay de una reorganización natural?

El litoral se reorganizará lentamente de modo natural para adaptarse a los cambios en el nivel del mar. Sin embargo, dado que en nuestras costas hay multitud de obras civiles, como puertos, espigones, carreteras, etc., dicha reorganización será muy limitada. Las playas y ecosistemas del litoral, como los humedales, tendrán enormes dificultades para desplazarse más hacia el interior porque van a encontrar obstáculos en su evolución, en forma de obras civiles.

“La subida del nivel del mar será de entre 11 a 77 cm durante este siglo XXI”



Sus ecosistemas acuáticos principales están compuestos por una marisma de 40.000 hectáreas de extensión y por un complejo de lagunas costeras de 40.000 hectáreas.

### ¿Los ambientes acuáticos de Doñana sufrirán cambios?

La respuesta es sí. En las lagunas costeras se sufrirá un descenso de la superficie inundada. Algunas de las especies vegetales de la zona se verán sustituidas por otras de menor valor para la conservación natural. Esta sustitución afectará también a algunos ambientes del Parque Nacional de Doñana, que albergan gran parte de la flora singular de la zona, entre otras a las plantas carnívoras.

Además, la marisma se colmatará y se reducirá la superficie inundada a una velocidad muy elevada, acelerándose también la mortalidad de los organismos vivos de la misma.

### ¿Sufrirá cambios el tamaño de sus ecosistemas acuáticos?

La tendencia más probable será hacia una simplificación de los hábitats naturales,

y de la biodiversidad de la marisma y de las lagunas continentales. Habrá disminución de la biodiversidad, al disminuir la heterogeneidad de hábitat. Asimismo, se incrementarán las posibilidades de que se instalen especies exóticas invasoras (como está ocurriendo con el helecho Azolla)

### ¿Afectará a Doñana el ascenso del nivel del mar?

La respuesta vuelve a ser sí. Buena parte de los terrenos de la marisma están prácticamente al nivel del mar y sólo separados de éste por pequeños diques dunares, de alturas inferiores a un metro. Por tanto, una porción extensa de Doñana se vea ocupada por el mar en un siglo.



Cormorán común hembra



Zampullín cuellinogro



Cigüeñuela

### ¿Sufrirá intrusión marina?

Aunque en la actualidad no existe invasión del agua salada del mar dentro de los ecosistemas acuáticos de Doñana, no pueden descartarse cambios futuros si hay conflictos por el uso del agua freática (acuíferos) en una zona de agricultura intensiva bajo plástico (los famosos invernaderos) y extensas urbanizaciones turísticas litorales (también desgraciadamente famosas).

# EL INQUIETANTE FUTURO DEL DELTA DEL EBRO



Durante los pasados 50 años, la construcción de embalses en los tramos medio y bajo del río Ebro ha disminuido el aporte de sedimentos al delta, el cual ha visto reducido su tamaño a consecuencia de ello.

La combinación de este hecho y la subida del nivel del mar provocará la **desaparición progresiva del delta del Ebro**.

Recordemos que en el delta del Ebro viven 50.000 personas que se dedican principalmente a la agricultura (frutales, cultivos de huerta, arroz), la pesca, la acuicultura y el turismo.





# ECOSISTEMAS MARINOS

¿Cómo son los ecosistemas marinos de nuestras costas?

De manera general, las especies clave en un ecosistema son aquellas que organizan o estructuran los propios ecosistemas. Entre estas especies se encuentran aquellas que por sus características crean ambientes nuevos o tienen la capacidad de alterar las redes tróficas dentro de un ecosistema. Existen algunos casos emblemáticos de este tipo de especies en nuestras costas:

**Fanerógamas marinas:** las fanerógamas marinas se distribuyen en el fondo marino formando praderas de alta importancia para el funcionamiento de los ecosistemas marinos de la zona.

Tienen funciones muy importantes, como la de estructurar el fondo, sirviendo de cobijo, alimento y lugar reproductivo a una enorme diversidad de plantas y animales.

Por ejemplo, la *Posidonia oceánica*, cuyas praderas en el Mediterráneo albergan 400 especies de plantas y 1000 especies de animales. O por su control de la erosión, ya que crean arrecifes-barrera en aguas someras que mantienen el equilibrio sedimentario con el litoral y, porque sus hojas frenan el oleaje.

Las principales especies son *Zostera marina*, *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*. *Zostera marina* crece principalmente en las aguas del norte de la Península Ibérica, en zonas someras o superficiales intermareales y submareales. *Posidonia oceanica* y la *Cymodocea nodosa* se distribuyen por el Mediterráneo, siendo *P. oceanica* una especie endémica de este mar. Ambas son consideradas hábitats naturales de interés comunitario de la Directiva Hábitats de la Unión Europea (Directiva 92/43/CEE).

¿Cuál es la situación de las fanerógamas marinas?.- Actualmente, las praderas de fanerógamas marinas están sufriendo un declive acusado en el litoral español y en todo el mundo; la tasa de pérdida global es del 2 % anual. El ritmo de pérdida de las praderas de *P. oceanica* en el mar Mediterráneo es aún mayor, con una pérdida cercana al 10 % anual en la costa de la Península, y algo inferior (3% anual) en las costas de las islas Baleares.

En las islas Canarias la pradera de la especie *Zostera noltii* también se encuentra en regresión. De hecho, desde hace algunos años, la especie ha quedado reducida a escasos ejemplares y ha tenido que ser considerada "especie en peligro de extinción". Esta pérdida refleja aspectos derivados del cambio climático, como la tendencia generalizada a la erosión submarina que se deriva del incremento del nivel del mar, y que descalza las raíces de estas plantas, aumentando su vulnerabilidad a temporales y oleaje intenso.

El incremento de temperatura puede favorecer el crecimiento de especies exóticas, como es el caso de *Caulerpa racemosa*, alga de origen australiano que crece muy rápidamente con temperaturas altas. Por otra parte el incremento de temperatura puede afectar a la fisiología de las planta, haciendo que su respiración se incremente afectando a su capacidad de crecimiento.

¿Sólo el cambio climático?.- Además de los efectos del cambio climático, en la pérdida de la superficie de estos ecosistemas intervienen otras causas relacionadas con la **actividad humana**:

“ El incremento de la temperatura puede favorecer el crecimiento de especies exóticas ”

- ▶ Deterioro de la calidad del agua debido al aumento de los vertidos desde tierra
- ▶ Proliferación de construcciones en la línea de costa que inducen la erosión submarina
- ▶ Impactos directos por anclas y artes de arrastre en la pesca

**Pérdidas irreversibles.**- Si tenemos en cuenta que la recuperación de las praderas de *Z. noltii* y *P. oceanica*, fanerógamas marinas de crecimiento más lento, conlleva periodos de tiempo estimados en varios siglos, se puede considerar su pérdida como irreversible a fines de gestión de los ecosistemas costeros. La pérdida de *P. oceanica* praderas conlleva la pérdida de las especies que alberga, alguna de ellas protegida, como la nacra (*Pinna nobilis*), un bivalvo que alcanza hasta 1 m de longitud en el Mediterráneo. Además una buena parte de especies de peces de interés pesquero dependen de estas especies para el desarrollo de sus juveniles, por lo que la pérdida puede ser muy importante para recursos pesqueros.



#### ¿Son vulnerables al cambio climático?

La vulnerabilidad de los ecosistemas marinos a los múltiples cambios simultáneos que se derivan del cambio climático son grandes, afectando sobre todo a los ecosistemas costeros. Los siguientes cambios simultáneos pueden tener las siguientes consecuencias o efectos en los ecosistemas costeros:

**Aumento del nivel del mar:** este cambio

puede hacer vulnerables a las fanerógamas marinas que viven entre 0,5 m y 45 m de profundidad. Esto, además, causará erosión submarina y modificación de las características del hábitat, según los diferentes casos.

“Será más difícil para las especies poder respirar en un mar con más CO<sub>2</sub> y menos oxígeno”

**Cambios en la temperatura del agua:** estos cambios en la temperatura del agua del mar serán de aumento, con lo que el agua estará más caliente. El agua más caliente hará vulnerables a muchas especies, provocará cambios en la distribución de las mismas, fomentará la proliferación de especies subtropicales y desplazará a las especies septentrionales de nuestras costas. Además, la temperatura del agua de mar afecta a los ciclos de vida de las especies, y las variaciones en la reproducción que se deriven de estos cambios generarán cambios en los balances demográficos de las especies implicadas, originando modificaciones en la composición de las comunidades. Otra causa de vulnerabilidad para muchas especies o ecosistemas es el incremento del gasto respiratorio, sensible al aumento de la temperatura, que conducirá a un incremento del consumo de oxígeno, y de producción de CO<sub>2</sub> en los ecosistemas marinos. Será más difícil para las especies poder respirar en un mar con más CO<sub>2</sub> y menos oxígeno.



Ya se ha detectado mortalidad de una especie de coral mediterráneo, *Cladocora caespitosa*, debido al incremento anormal de temperatura en verano en la reserva marina de las islas Columbretes. Las colonias se mueren y difícilmente se recuperan por tan solo unos grados más en la temperatura del agua. Este síntoma puede darnos una idea de la magnitud del efecto sobre las comunidades marinas.

**Acidificación del agua del mar:** el agua del mar absorbe continuamente  $\text{CO}_2$  de la atmósfera. Como el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera aumenta día tras día, el mar absorbe cada vez más  $\text{CO}_2$ . Esto provoca que el agua del mar sea más ácida según pasan los años. Un mar más ácido significa que los organismos que viven en sus aguas y que tienen esqueletos o conchas calcificadas, como moluscos bivalvos o corales formadores de arrecife, serán muy vulnerables y verán detenido su crecimiento alrededor del año 2050. Mientras que para finales de siglo XXI, el nivel de acidez del mar será suficientemente intenso como para iniciar la disolución de los carbonatos de estas especies, lo que afectará a la absorción de  $\text{CO}_2$  por el océano al acercarse a la saturación.

**Variaciones en las corrientes:** las variaciones en los patrones de corrientes y circulación oceánica derivados de los cambios en la

distribución de masas de aguas y régimen de vientos generados por el cambio climático afectan al reclutamiento de todas las especies que dependen de estas corrientes, y en algunos casos al aporte de nutrientes.



**Efectos sinérgicos:** las presiones derivadas del cambio climático no tienen lugar de forma aislada respecto a la presión directa de la actividad humana sobre los ecosistemas. Las respuestas de los ecosistemas y los organismos a estas presiones simultáneas pueden desencadenar respuestas sinérgicas que magnifican los efectos del cambio climático en relación a los que tendrían lugar en ecosistemas no sometidos a presiones adicionales. Por todo ello, la predicción de las consecuencias del cambio climático sobre los ecosistemas marinos no será la suma de las respuestas de cada una de las dimensiones del cambio climático, sino que el efecto será mayor que la simple suma de ellas.



**¿Cuáles son esas presiones adicionales?** Las presiones adicionales a las generadas directamente por el cambio climático son: (1) el incremento de vertidos de nutrientes y materia orgánica a la costa, (2) la debilitación de los stocks pesqueros, (3) la degradación de los fondos marinos por las actividades de arrastre y fondeo de embarcaciones, (4) la destrucción y afección del hábitat por la urbanización de la zona costera y proliferación de estructuras y construcciones sobre la línea de costa, y (5) el aumento del riesgo de episodios contaminantes asociados al incremento del transporte marino derivado de la globalización de la economía.

**¿Y cuáles son los ecosistemas más vulnerables?** Los ecosistemas más vulnerables son, por tanto, aquellos donde concurren todas estas presiones; tanto el cambio climático como las presiones adicionales anteriormente enumeradas. Especialmente los que están conformados por organismos más longevos y de crecimiento más lento, como son los corales rojos del Mediterráneo y los corales negros de Canarias; los campos de algas de cierta profundidad, marismas y praderas de *Posidonia oceanica* del Mediterráneo, las praderas de *Cymodocea nodosa* y poblaciones de *Zostera noltii* de Canarias, y las praderas de *Zostera noltii* y *Zostera marina* de la costa atlántica Ibérica, y las praderas de algas pardas del conjunto de las costas españolas.



# ZONAS COSTERAS



Los **factores** que modelan la zona litoral se relacionan, por un lado, con procesos que tienen lugar en las cuencas fluviales y, por otro lado, con la dinámica marina. Entre los primeros factores estarían los que influyen en la generación y transporte de sedimentos hacia la costa (cambios de cobertura y usos del territorio, construcción de embalses, cambios en el régimen de precipitaciones, etc.). Entre los segundos se pueden señalar las variaciones del nivel medio del mar, intensidad, frecuencia y dirección dominante de los vientos y del oleaje. Todos ellos influyen en el equilibrio entre erosión y sedimentación, pero también en la extensión y estado de las zonas húmedas, y en las tasas de erosión en acantilados.

**Presiones adicionales:** La situación actual y las tendencias de cambio observadas en el pasado reciente, junto con las proyecciones, por ejemplo, de aumento de temperatura y cambios en las lluvias a partir de los modelos climáticos dibujan un escenario muy determinado. A la magnitud de las variaciones esperables, no sólo relacionadas con el aumento del nivel medio del mar, sino también con respecto al oleaje, la marea, aporte de agua y sedimentos, y por tanto, en la estabilidad de la costa (fundamentalmente de las playas), habría que sumar los efectos que sobre esos procesos han tenido y pueden tener las acciones humanas.



El término "nivel del mar" indica una situación teórica, y se refiere a un punto del litoral que se supone fijo y estable. En España se utiliza una marcación fijada oficialmente en Alicante. Al hablar de "nivel medio", se acepta cierta variabilidad vertical del nivel del mar que se considera "normal" y que tiene en cuenta ciertas oscilaciones de período más largo que las olas de largo período presentes en la costa.

“En el Cantábrico oriental podrían inundarse 23,5 km<sup>2</sup> de zonas bajas”

**Reparto según la costa:** Para las costas del Este y Sur la tendencia generalizada será de estabilidad o ligero descenso del Nivel Medio del Mar, aunque localmente la subsidencia pueda contrarrestar este efecto (por ejemplo, en el delta del Ebro). Esta tendencia se manifiesta, entre otras cosas, en relleno de estuarios y desaparición de humedales.

Por el contrario, en la costa Norte los datos indican una tendencia al ascenso del nivel del mar.

En las costas bajas (deltas, humedales costeros y zonas de uso agrario o construidas en el entorno de estuarios o en llanuras aluviales costeras) la subida del nivel del mar implicaría una inundación de las mismas. En el Cantábrico oriental podría suponer la inundación de parte de las zonas bajas estimada en 23,5 km<sup>2</sup>.

En el Mediterráneo y Baleares, suponiendo una subida máxima de 0,5 m, las zonas más amenazadas, aparte de los deltas (Ebro y Llobregat), son: la Manga del Mar Menor (unos 20 km), las lagunas de Cabo de Gata (5 km) y, en el Golfo de Cádiz, alrededor de 10 km de la costa de Doñana y unos 100 km<sup>2</sup> de marismas. Parte de esas zonas están ocupadas por edificios o infraestructuras, pero afortunadamente muchas de ellas tienen uso agrícola o son parque natural, y podrían permitir la formación de nuevos humedales que compensarían por desplazamiento la previsible pérdida de los que sean anegados.

Aumento de la temperatura media por encima de los niveles pre-industriales (°C)	Subida del Nivel Medio del Mar por encima de los niveles pre-industriales (solo incluye la dilatación térmica del agua) (m)
2 - 2,4	0,4 - 1,4
2,4 - 2,8	0,5 - 1,7
2,8 - 3,2	0,6 - 1,9
3,2 - 4	0,6 - 2,4
4 - 4,9	0,8 - 2,9
4,9 - 6	1 - 3,7

Tabla: Proyecciones recientes bajo distintos escenarios de la elevación del Nivel Medio del Mar (fuente: IPCC 2007).

# OLEAJE



El oleaje es uno de los mayores factores modeladores de nuestra costa. Según los científicos, la evolución del oleaje en las últimas décadas ha seguido la siguiente tendencia:

**Costa Cantábrica:** se experimenta un aumento en la energía del oleaje. La dirección predominante del oleaje tiende a ser más del Oeste con mayor intensidad en la costa occidental.

**Costa Gallega:** se experimenta también un aumento en la energía del oleaje. El cabo Finisterre hace que el clima marítimo en las Rías Bajas sea más suave.

**Costa Mediterránea:** no se experimentan variaciones en la energía del oleaje, aunque sí destacan ciertas peculiaridades en Cabo de la Nao debidas a su situación geográfica.

**Costa Brava:** se experimenta una disminución de la energía del oleaje. Destacan ciertas peculiaridades en el oleaje dada su cercanía al Golfo de León (sur de Francia). Respecto a la dirección predominante del oleaje, se ha detectado una tendencia de giro en los oleajes en el sentido de las agujas del reloj, de forma que la dirección predominante tiende a ser más oriental.

**Noreste Balear:** se experimenta también una disminución de la energía del oleaje. Respecto a la dirección predominante del oleaje, también se ha detectado una tendencia de giro en los oleajes en el sentido de las agujas del reloj, de forma que la dirección predominante tiende a ser más oriental.

**Golfo de Cádiz:** se experimenta una tendencia muy negativa de energía del oleaje, lo que provoca claramente un clima marítimo más suave.

Finalmente, los resultados indican que se ha producido un incremento de los temporales en el Norte y una tendencia a la disminución energética y giro en el sentido de las agujas del reloj de las direcciones del oleaje en el Sur.

**En el futuro:** los cambios en la altura de ola afectarán, entre otros, a la altura de inundación de la costa, al transporte de sedimentos o a la longitud del perfil activo de la playa. La variación en el ángulo de la energía de las olas puede producir retrocesos adicionales de la costa, además de los producidos por la sobrelevación del nivel del mar.



# PRECIPITACIONES



Los posibles efectos en la zona costera de los cambios en el régimen de precipitaciones están más relacionados con las precipitaciones en el interior de las cuencas fluviales que con las lluvias en el propio litoral. Las previsiones apuntan a una reducción de la precipitación total anual y una variación de la frecuencia y/o intensidad de las lluvias torrenciales.

**¿Cuáles son los riesgos?** Y esto es muy importante desde el punto de vista de los posibles efectos ya que, la coincidencia de lluvias intensas y temporales, proporciona las condiciones ideales para que tenga lugar el deslizamiento de acantilados.

Además, el aumento de la frecuencia y/o intensidad de las tormentas en el interior de las cuencas de los ríos puede dar lugar a un aumento del riesgo de inundación en los cursos bajos de los mismos y zonas próximas a las desembocaduras, particularmente las costas bajas del entorno de los estuarios. Naturalmente estos efectos se verán agravados si el nivel del mar sube en estos lugares.

# ZONAS MÁS



# VULNERABLES



Las zonas vulnerables pueden ser de tres tipos diferentes según sus características:

- ▶ **Estructuras o bienes con un valor monetario:** corresponde a las áreas que se pueden inundar de forma permanente o intermitente de manera que queden afectados edificios, terrenos de cultivo o infraestructuras que se encuentren en las mismas. Esas áreas se sitúan, sobre todo, en los entornos de deltas y estuarios, correspondiendo en muchos casos a antiguas zonas húmedas desecadas. También existen algunos lugares ubicados en la parte alta de playas, con edificios o estructuras que se podrían ver afectados por un aumento del nivel del mar y/o de la intensidad de las tormentas.
- ▶ **Elementos naturales que son la base de actividades económicas:** corresponde esencialmente a las playas confinadas que podrían ver reducida su extensión de manera apreciable o incluso desaparecer totalmente.
- ▶ **Unidades naturales valiosas no ligadas a actividades económicas directamente:** incluye ciertos humedales y zonas cercanas a la línea de la costa que podrían desaparecer por elevación del nivel del mar. Por otra parte, la vulnerabilidad será menor en los campos de dunas asociados a playas, aunque en algunos casos también podrían ver reducida su extensión o desaparecer como consecuencia de un ascenso del nivel medio del mar o intensificación de los temporales.

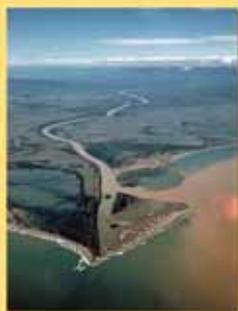
### a) Zonas deltaicas

Las zonas deltaicas son un primer ejemplo de áreas amenazadas y que presentan un elevado riesgo de desaparición. A los problemas generados por el cambio climático hay que sumar la falta de aportación de sedimentos debidos a causas humanas, como los embalses. La concentración en estas zonas de valores humanos (por ejemplo, el delta del Llobregat), y naturales y humanos (por ejemplo, el delta del Ebro) explican su alta vulnerabilidad.

Es cuestión de tiempo: en este tipo de zonas ocurre un hecho bastante curioso relacionado con el paso del tiempo. Algunos sucesos que, en principio, pueden no tener unas consecuencias graves, sin embargo, a largo plazo suponen un problema importante. Por ejemplo, las prácticas de riego de las cosechas y la construcción de presas y embalses no afectan a la erosión costera a corto plazo, pero sí que juegan un papel determinante en la dinámica costera a medio y largo plazo.



**¿Cuál es su futuro?.**- Una subida del nivel del mar provocará un retroceso erosivo de las playas con una reducción de la superficie útil total o un desplazamiento de las mismas. El retroceso dependerá de las características específicas de cada playa. De manera general, los científicos asumen que por cada centímetro de subida en vertical del nivel del mar, el avance erosivo del mar es de un metro en horizontal.



### b) Playas y costas bajas

Existe cierta variedad en los valores y las funciones de las playas debido tanto a su naturaleza como a su ubicación. Aunque las especies de seres

vivos que contienen no son especialmente ricas, sí que son muy específicas de estas zonas.

#### 1) Playas de País Vasco y Cantabria:

Aplicando esta regla para la subida del nivel del mar más probable para los científicos a finales de siglo XXI, es decir, 50 cm, se produciría la desaparición de unos 22 km de la longitud de las playas del País Vasco y Cantabria, lo que equivale al 30% del total aproximadamente. Esta desaparición afectará fundamentalmente a playas confinadas con anchura y pendiente reducidas; las playas

confinadas anchas (de más de 50 ó 100 m) verían mermada su extensión sin llegar a desaparecer. No obstante, esta estimación no tiene en cuenta una posible aportación de arena, tanto natural como artificial. Si se produce entrada de sedimento por el aporte natural de los ríos, o si este aporte de sedimentos se realiza de forma artificial, las pérdidas de superficie de playa pueden ser inferiores.

A pesar de todo, estimar los efectos del cambio climático basándose únicamente en la variación del nivel del mar supone una simplificación, para ser más completa debería incluir también los efectos derivados de las variaciones en la altura y dirección del oleaje.

	Playas totalmente confinadas			Playas no confinadas (1)
	Actualidad	Ascenso 50 cm		
País Vasco	95	33	35%	17
Gulizuzoa	17	12	70,6%	2
Vizcaya	22	10	45,4%	3
Cantabria	56	11	19,6%	12
Longitud (km) (2)	45	25,6	51,0%	25,4
Gulizuzoa	8,42	6,6	77%	2,85
Vizcaya	9,2	5	53,4%	1,5
Cantabria	26,37	12,15	46,1%	21,1

Tabla: Probables efectos de dos escenarios de subida del nivel del mar sobre las playas de País Vasco y Cantabria (Fuente: UCLM y MMA)

(1) Flechas o cordones. Algunos de ellos se encuentran confinados en una parte de su longitud por acantilados (ej. Oyambre) o por estructuras artificiales (ej. Zarauz) por lo que una parte de estas playas también desaparecería ante el ascenso del nivel del mar.

(2) La reducción será incluso mayor ya que se ha tenido en cuenta la anchura promedio de las playas pero muchas de ellas en gran parte de su longitud tienen una anchura muy inferior a esa cifra media.

En playas no confinadas, especialmente flechas y cordones de arena asociados a campos de dunas, es de esperar que la pérdida de superficie sea mucho más reducida o incluso nula, aunque se reduzcan los campos de dunas adyacentes.

## 2) Playas del Mediterráneo:

La franja arenosa que constituía la frontera tierra-mar natural en estas costas bajas ha ido desapareciendo progresivamente en las últimas décadas debido principalmente a la alteración del balance sedimentario en la zona costera, cuyo resultado es la disminución alarmante en las entradas de sedimento y, como consecuencia, el retroceso de la línea de costa y la pérdida de playas. Otro problema añadido es la pérdida de calidad ambiental de las aguas que daña las praderas de *Posidonia* y otros ecosistemas costeros, y cuya pérdida acabará repercutiendo en el balance climático.

### ¿Cómo influye la intervención humana?

La intervención humana (construcción de embalses, regulación fluvial, y construcción de estructuras costeras y portuarias) ha provocado la disminución progresiva de los aportes de sedimentos a la costa. Ello ha desencadenado la erosión y el retroceso de la línea de costa. Además, la ocupación masiva de la parte más alta de la playa impide su recuperación tras las tormentas altamente erosivas, que tienen lugar principalmente en el invierno.

La ocupación de la "tras-playa" y las cadenas de dunas posterior a la urbanización masiva del litoral mediterráneo, no sólo ha consumido buena parte de la reserva natural de arena de las playas, sino que también ha alterado la dinámica del viento creando auténticos "pasillos" entre los edificios de mayor altura por donde se canaliza, aumentando de esta forma la erosión del mismo en determinadas zonas de playa.

## Ejemplos:



Maresme (Barcelona)



Torre Vieja (Alicante)



Almería



Cádiz

**Maresme (Barcelona):** un buen ejemplo de lo comentado es la costa barcelonesa del Maresme, formada por un complejo de núcleos urbanos y limitada por un ferrocarril y una carretera que discurren a pocos metros del mar, muchas veces separados de él sólo por una escollera longitudinal.

**Guardamar de Segura y Torre Vieja en Alicante, y La Manga del Mar Menor en Murcia:** la gran ocupación urbanística de la franja costera, particularmente la de los cordones arenosos parcialmente consolidados de las costas bajas, ocasiona un aumento del hundimiento del terreno debido a la sobrecarga. En La Manga se da, de manera especialmente intensa, la pérdida de calidad ambiental de las aguas que daña las praderas de Posidonia y otros ecosistemas costeros, y cuya pérdida acabará repercutiendo en el balance climático.

**Costas bajas de Málaga, y sobre todo Almería:** aquí los problemas vienen de la ocupación de las llanuras aluviales costeras naturales por cultivos de invernadero. Esta ocupación conlleva la pérdida de los suelos naturales y la sobre-explotación de los acuíferos, que desencadena su salinización (al invadir el agua salada del mar los acuíferos de agua dulce que se van vaciando por dicha sobre-explotación).

**Golfo de Cádiz:** al ser un lugar donde existen muchas estructuras portuarias y costeras se agudiza la erosión de los acantilados blandos en beneficio de algunas playas, tales como las de oeste de los estuarios del Guadiana y el Odiel-Tinto.

### c) Zonas estuarianas

En estas zonas se encuentran una alta diversidad de valores socioeconómicos y naturales, y por ello existe mayor vulnerabilidad. Estas zonas albergan los principales puertos del litoral Norte, Noroeste y Suroeste, y también muchos de los principales núcleos de población, situándose en su entorno inmediato buena parte de las actividades económicas.

Su potencial turístico y recreativo es considerable por sus valores paisajísticos.

Los daños esperables en el entorno de los estuarios o zonas bajas se deben, sobre todo, al ascenso del nivel medio del mar y el riesgo de anegamiento de antiguos humedales. Una parte importante de esas zonas están ocupadas por **edificaciones** (residenciales, industriales, servicios, infraestructuras); parte de ellas se encuentran a menos de 1 m por encima de las mareas altas actuales, por lo que una elevación del nivel del mar afectaría gravemente a las mismas.



**Cuando suba el nivel del mar:** Un ascenso del nivel del mar significaría la recuperación de una gran extensión de humedales, lo que representaría un impacto positivo. Parte de las zonas situadas por debajo de 0,5 m están simplemente aisladas y desecadas, y dedicadas a usos agrícolas o forestales, o incluso sin uso definido, por lo que podrían recuperar su funcionalidad original como humedales. Si el ascenso fuera de 1 m, las áreas recuperables como humedales probablemente superarían los 30 km<sup>2</sup>. Parece probable que el resultado neto entre pérdida y ganancia de extensión de humedales no implique un cambio importante, sino esencialmente un desplazamiento de los mismos.

En estas zonas la subida del nivel del mar también afectará a los acuíferos, provocando la salinización de los mismos y convirtiéndolos en prácticamente irrecuperables.

“ Los acuíferos se salinizarán y se volverán prácticamente irrecuperables ”

**Playas asociadas a estuarios:** según se ha indicado anteriormente, algunas de esas playas pueden desaparecer, pero otras, como las flechas de arena en las desembocaduras, experimentarán con mayor frecuencia los eventos en los que se sobrepasan en temporales con olas muy altas y desplazamiento lateral de las bocanas, y finalmente un desplazamiento hacia el interior.

Además, son también vulnerables a las modificaciones del régimen de lluvias, y descargas fluviales y avenidas, en especial si éstas aumentan y coinciden con la subida del nivel del mar, pues ello provocaría un aumento en la frecuencia o magnitud de las inundaciones.

**Balance de los daños:** se puede estimar que en el País Vasco y Cantabria subidas del nivel del mar de medio metro afectarían a unos 25 km<sup>2</sup>, y las de 1 metro lo harían a 79 km<sup>2</sup>. El valor estimado del capital "inmueble" en situación de riesgo para el conjunto de las tres provincias analizadas (Vizcaya, Guipúzcoa y Cantabria) sería de alrededor de 2.000 millones de euros, considerando la pérdida total de los terrenos, edificios e infraestructuras existentes sobre los mismos.

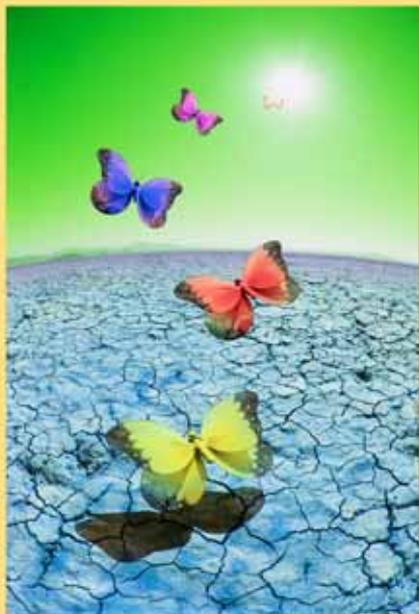
#### d) Acantilados blandos

A pesar de que las amenazas potenciales en las zonas acantiladas dependen en pequeña medida del cambio climático, y provienen sobre todo de la creciente **presión urbanizadora** a lo largo de las mismas, existen algunos casos en los que los efectos del cambio climático tendrían consecuencias.

**Lugares con problemas:** en el caso de las costas de Cantabria y el País Vasco se han identificado un total de 9 km de acantilados con importantes tasas de erosión, de los cuales dos lugares podrían presentar algún problema: uno en Cantabria (playa de Oyambre) y otro en Vizcaya.

En la costa atlántica del Golfo de Cádiz los acantilados blandos representan más del 50% del litoral y están sometidos a intensa erosión, que en el área de Mazagón los hace retroceder entre 1,25 y 2,2 m/año, actualmente. Con las subidas del nivel del mar previstas este retroceso sería aún mayor.

# SECTORES SOCIOECONÓMICOS

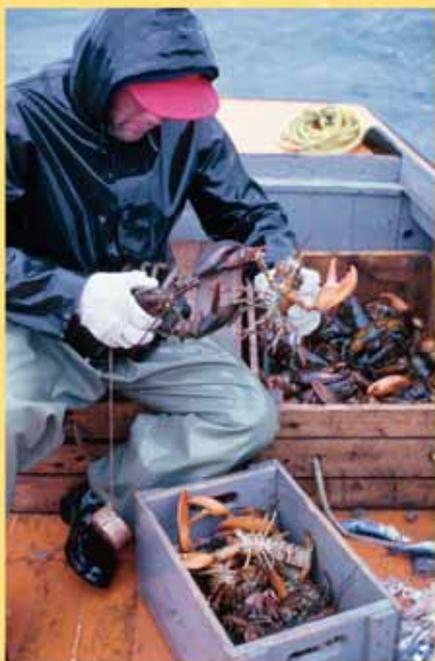


A pesar de que actualmente parece bastante complicado encontrar una relación directa entre la conservación del medio natural y el desarrollo humano, la realidad nos indica que, no sólo existe relación directa, sino que los seres humanos dependemos esencialmente de los ecosistemas.

Al producirse esta dependencia, los efectos que el cambio climático tiene sobre los sistemas naturales afectan muy directamente a diferentes sectores socioeconómicos. Entre todos los sectores afectados por el cambio climático, trataremos dos de los relativos al litoral. Estos son los sectores de la **pesca y el turismo**.

“ Los seres humanos dependemos esencialmente de los **ecosistemas** ”

# EL SECTOR DE LA PESCA



La reducción de humedales, praderas de fanerógamas marinas y otros hábitats repercutirá sobre la productividad biológica del litoral, ya que dichas zonas tienen una alta productividad y son fundamentales para la reproducción y/o alimentación de diversas especies de interés.

Si a la reducción de los recursos pesqueros como consecuencia del cambio climático le unimos la presión a la que se somete a los bancos existentes, el futuro no se presenta muy optimista.

# EL SECTOR DEL TURISMO



Este sector económico es el que más puede verse afectado por la reducción o pérdida de playas.

Además, un ambiente con temperaturas más altas (sobre todo en verano) con cada vez más frecuentes olas de calor (como la del verano de 2003) puede sobrepasar en muchos lugares lo humanamente soportable. Habría que añadir también el riesgo de propagación de enfermedades subtropicales debido al cambio climático, principalmente en las zonas más al Sur.



# POSIBLES SOLUCIONES

## ¿Qué podemos hacer?

La lucha contra el cambio climático ofrece diferentes frentes cuya acción debe ser llevada a cabo de manera simultánea. La **mitigación** se centra en reducir o eliminar las causas, es decir, la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, mientras que la **adaptación** intenta ajustarse a los efectos que ya se están produciendo o que son inevitables.

Las estrategias de gestión costera aplicables al cambio climático para adaptarse al repetido aumento del nivel del mar o un cambio en las características de las tormentas, serían: el retroceso, la adaptación y la defensa.

**Estrategia de retroceso:** esta estrategia, como su propio nombre indica, consiste en hacer retroceder las estructuras humanas que puedan verse afectadas por los efectos de la subida del nivel del mar y el resto de consecuencias del cambio climático. Requiere, en primer lugar, disponer de espacio para reubicar los usos y recursos que soporta el tramo costero. Si se dispone de

“ Hay dos frentes en la lucha contra el cambio climático: mitigación y adaptación ”

él, esta estrategia es la más concordante con el cambio climático a escala regional, y además no hipoteca la zona en el futuro.

Por ejemplo, en el caso de las playas no confinadas la estrategia más aconsejable generalmente es la del

retroceso, ya que ese es el comportamiento natural que cabe esperar en las playas y los campos de dunas asociados. Para realizar esta estrategia sería necesario promulgar lo antes posible unas normas de ordenación del territorio que eviten la instalación de nuevos elementos o actividades en las zonas vulnerables.

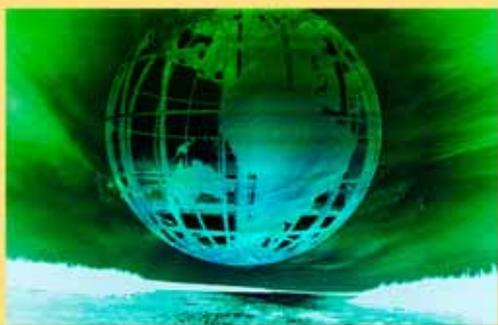
En el caso de los acantilados blandos la estrategia de retroceso para dejar que la naturaleza siga su curso tendría unas implicaciones similares a las descritas para las playas anteriores, mente sumergidos. En



otros casos es posible eliminar las barreras (por ejemplo en zonas que han sido simplemente cerradas y desecadas), facilitándose así la migración y/o la regeneración de zonas antiguamente ocupadas por humedales.

**Estrategia de adaptación:** requiere un planteamiento diferente para la erosión y la inundación. En el primer caso, la estrategia de lucha contra la erosión requiere ubicar estructuras y hacer un uso flexible de la línea de costa. Actualmente la tendencia más común consiste en utilizar una vegetación de apoyo y disipación que reduzca los riesgos de erosión.

En el segundo caso, los riesgos y costes asociados al proceso de inundación se pueden predecir. No hay que olvidar que las defensas frente a inundaciones requieren un mantenimiento continuado.



**Estrategia de defensa:** consiste en la construcción de estructuras para defender o preservar ciertas infraestructuras humanas de la subida del nivel del mar y demás efectos del cambio climático. A pesar de que esta es la estrategia que parece preferir la sociedad por su aspecto "aparentemente" monolítico frente a la erosión o la inundación, supone unos costes iniciales altos y unos importantes costes de mantenimiento, como ilustra, por ejemplo, la historia de las estructuras de defensa y protección de la costa del Maresme. Además, no se puede considerar una solución permanente a todos los problemas relacionados con el cambio climático y sus efectos sobre la costa. Por ello esta estrategia de defensa sólo puede plantearse para tramos de costa concretos, y siempre teniendo en cuenta el factor tiempo. La mejor solución para cualquier escala de tiempo seleccionada consiste en la combinación de los tres elementos de adaptación, y todo ello dentro del marco de un plan integral de la zona costera.

En el caso de los puertos marítimos, el primer paso para la toma de decisiones de adaptación sería la re-evaluación de la fiabilidad de las estructuras portuarias actuales.



# GLOSARIO DE TÉRMINOS



**Acuífero** Formación geológica subterránea con capacidad de almacenamiento y circulación de agua.

**Aportación** Volumen total de agua que fluye durante un año, usualmente referido a las salidas de un área de drenaje o cuenca fluvial.

**Autóctono** Especie, sistema o formación que es natural o propia de la zona.

**Avenida** Elevación, generalmente, rápida en el nivel de las aguas de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor.

**Balance hídrico** Cuantificación de entradas y salidas de agua en un ecosistema. Las entradas proceden de la lluvia y de los aportes desde otros ambientes próximos y desde el acuífero subterráneo. Las salidas tienen lugar por evaporación, transpiración de la vegetación e infiltración en el suelo o en el sedimento. La diferencia entre entradas y salidas es el almacenamiento de agua en el ecosistema.

**Biodiversidad** Término que hace referencia a la variabilidad de organismos (comúnmente especies, pero también variedades dentro de las especies) que habitan un territorio.

**Biosfera** La parte del sistema terrestre que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos en la atmósfera, sobre

el suelo (terrestre) o en los océanos (marino).

**Biotope** Espacio o lugar ocupado por un organismo o por una comunidad de ellos.

**Clima** Se suele considerar como el tiempo meteorológico promedio, aunque de forma algo más rigurosa se define como la descripción estadística mediante el promedio y la variabilidad de cantidades relevantes a lo largo de un periodo temporal que puede ser de meses o de miles de años. El clima en un sentido amplio es el estado del sistema climático descrito de forma estadística.

**Cresta de playa** Cordón paralelo a la orilla que debe su formación al oleaje.

**Cuenca hidrográfica** Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.

**Delta** Depósito aluvial con forma de abanico que se encuentra en la desembocadura de un río.

**Deriva litoral** Componente neta de transporte a lo largo de la costa cuando hay una dirección de oleaje dominante.

**Endémico** Propio y exclusivo de una zona o región concreta. Se aplica con más frecuencia a las especies biológicas.

**Erosividad** Agresividad erosiva de la lluvia, relacionada con su intensidad.

**Estrés hídrico** Estado de los organismos sometidos a insuficiente suministro de agua.

**Estuario** Zona de la desembocadura de un río en el mar en la que se mezclan las aguas dulces y saladas.

**Eutrofización** Proceso bioquímico por el cual un ecosistema acuático aumenta paulatinamente la cantidad de materia orgánica que alberga como resultado de la entrada de gran cantidad de sustancias nutritivas que son usadas por las plantas para crecer desmesuradamente. Los procesos de eutrofización tienen lugar poco a poco durante varios años, pero luego son difíciles de revertir.

**Fitoplancton** Organismos microscópicos vegetales que viven suspendidos en el agua en ecosistemas acuáticos.

**Flecha litoral** Acumulación elongada de arena o grava que se proyecta desde la costa hacia una masa de agua.

**Flora** Conjunto de los taxones vegetales de un territorio cualquiera o de un hábitat o ecosistema determinado.

**Hábitat** Es el ambiente físico o conjunto de factores mesológicos (luz, clima, suelo, etc.) en los que vive una especie o una comunidad biótica.

**Intrusión salina** Penetración de agua de mar en los acuíferos costeros causando una salinización del agua subterránea.

**Mitigación** Intervención humana para reducir las fuentes o incrementar los sumideros de gases de efecto invernadero.

**Nivel trófico** Nivel que ocupa un organismo en la escala de alimentación relativo a los productores primarios que son aquellos que no se nutren de otros organismos.

**Nutriente** Compuesto químico imprescindible para el crecimiento vegetal. Los principales son los de carbono, nitrógeno y fósforo.

**Ola de calor** Conjunto de varios días extremadamente cálidos sucesivos.

**Plancton** Conjunto de organismos microscópicos (tamaño inferior a 1 cm) que viven en suspensión en el agua.

**Predicción climática** Es el resultado de un intento para producir una descripción o estimación más probable sobre la evolución real del clima en el futuro.

**Reclutamiento** Incorporación de nuevos individuos a una población explotada. Se diferencia de la natalidad en que los individuos ya tienen una edad cuando se reclutan, y por tanto han sufrido mortalidad. Es decir, no se reclutan todos los individuos nacidos.

**Red trófica** Red de transferencia de energía entre las especies de un ecosistema que se produce por consumo o alimentación de unas especies sobre otras.

**Ría** Valle fluvial inundado por el mar.

**Riesgo (probabilidad)** Probabilidad de que ocurra un hecho, por ejemplo, que un individuo enferme o fallezca, dentro de un periodo de tiempo o edad determinados.

**Zooplancton** Organismos animales que viven suspendidos en el agua en los ecosistemas acuáticos, y cuya capacidad de desplazamiento horizontal es inferior a la de la velocidad de las corrientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- *Evaluación Preliminar de los impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (Universidad de Castilla La Mancha, Ministerio de Medio Ambiente), 2005.
- *Impactos en la costa española por efecto del cambio climático* (Oficina Española de Cambio Climático, Universidad de Cantabria), 2004.
- *Informe de evaluación de los resultados de la primera Fase del Plan Director de Costas: costa peninsular mediterránea, el Golfo de Cádiz y en los archipiélagos balear y canario* (Dirección General de Costas, Ministerio de Medio Ambiente), 2007.
- *4º Informe del IPCC* (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, de Naciones Unidas), 2007.