

# **Cambio climático y biodiversidad en Asturias**

**Dirección:**

Nieves Roqueñi Gutiérrez. Oficina para la Sostenibilidad el Cambio Climático y la Participación

**Coordinación:**

Paz Orviz Ibáñez. Oficina para la Sostenibilidad el Cambio Climático y la Participación

**Edición:**

Gobierno del Principado de Asturias

Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras

Viceconsejería de Medio Ambiente

Oficina para la Sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación

**Diseño y maquetación:** helice.es

Papel cubierta libre de cloro 100 % / Papel interior reciclado 100 %

**Cambio  
climático y  
biodiversidad  
en Asturias**



# Índice de contenidos

6	Presentación
9	Prólogo
10	Introducción



---

## 12 **PARTE 1. DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

---

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 14 | ¿Cambia el clima de la Tierra?                              | 36 | ¿Qué es el efecto invernadero?   |
| 16 | ¿Ha cambiado en los últimos milenios el clima de la Tierra? | 38 | ¿En qué se diferencia el cambio de clima actual con los que ocurrieron en el pasado? |
| 18 | ¿Qué motivó los cambios del clima en el pasado?             | 42 | ¿Cómo responde el clima al aumento de GEI?   |
| 21 | ¿Pero a qué llamamos clima?                                 | 44 | ¿Qué va a pasar con el clima en el futuro?   |
| 24 | ¿Cómo se distribuyen las temperaturas en el mundo?          | 48 | ¿Cómo va a cambiar el clima en Asturias?   |
| 26 | ¿Cómo se distribuye la pluviosidad en el mundo?             | 50 | Bibliografía   |
| 29 | ¿Cómo es el clima en Asturias?                              |    |  |
| 31 | ¿Está cambiando el clima en la actualidad?                  |    |  |
| 34 | ¿Ha cambiado el clima en Asturias?                          |    |  |



---

## 52 **PARTE 2. DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS**

---

- 54** ¿Cómo influye el clima en especies y ecosistemas?
- 57** ¿Cuáles son los biomas de Asturias?
- 64** ¿Cómo ha sido la transformación del paisaje en Asturias?
- 67** ¿Cómo influye el clima en los recursos humanos?
- 69** ¿Qué son los servicios ecosistémicos?
- 72** ¿Qué es un suelo?
- 76** ¿Qué es un bosque y qué servicios nos presta?
- 78** ¿Qué es un matorral y qué servicios nos presta?
- 81** ¿Qué es una pradera y qué servicios nos presta?
- 84** ¿Cómo se explota el ganado?
- 87** ¿Qué son los cultivos y qué servicios nos prestan?
- 89** ¿Qué son las plantaciones forestales y qué servicios nos prestan?
- 92** ¿Cómo es una zona costera?
- 95** ¿Qué servicios ecosistémicos nos proporciona el océano?
- 98** ¿Qué tipos de recursos extraemos del océano?
- 101** Bibliografía



---

**104 PARTE 3. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

---

**106** ¿Qué impactos sufrirá la biodiversidad vegetal?

**109** ¿Qué impactos sufrirá la biodiversidad animal?

**112** ¿Cuáles serán las consecuencias en los ecosistemas terrestres?

**115** ¿Qué ocurrirá con las aguas continentales?

**117** ¿Se volverá el agua una rareza?

**120** ¿Cuáles son los principales riesgos en zonas costeras?

**124** ¿Cómo se verán afectados los océanos?

**126** ¿Estarán los recursos pesqueros amenazados?

**128** ¿Va a verse afectada la agricultura y la ganadería?

**131** ¿Qué riesgos naturales esperamos que ocurran?

**133** ¿Cómo se van a ver afectados los recursos forestales?

**135** ¿Qué va a pasar con nuestra salud?

**138** ¿Cambiarán las formas de turismo?

**140** ¿Qué pasará con el suministro de energía?

**142** ¿De qué manera se verán afectadas las sociedades y la economía?

**144** Bibliografía



---

**148 PARTE 4. MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN**

---

- 150** ¿Qué podemos hacer frente al cambio climático?
- 152** ¿Qué recursos hay disponibles para mejorar el sistema energético actual?
- 156** ¿Cómo preparar los edificios y equipos para los cambios proyectados?
- 160** ¿Qué mejoras deben realizarse en las medidas de gestión en los recursos forestales?
- 164** ¿Deberemos cambiar las técnicas de cultivo actuales?
- 167** ¿Cómo mejorar la gestión del ganado y la calidad de los pastos?
- 170** Bibliografía

---

**171 GLOSARIO**

---

# Introducción

La historia de la vida en la Tierra es el resultado de una continua aparición de nuevas formas y de desaparición de otras preexistentes. De grupos y especies que resultaron triunfadoras en algún momento de la historia de la Tierra actualmente sólo quedan restos fósiles y reconstrucciones de científicos. Algunos grupos como los dinosaurios – de los que nos quedan las aves – son admirados por las personas, personas que no existirían si esos grupos no se hubieran extinguido, pero que ven con simpatía la posibilidad de su renacimiento. En realidad no estamos hablando nada más que de evolución el proceso de cambio, adaptación y extinción de las especies. Las necesidades de cambio se deben a variaciones producidas en el ambiente, variaciones algunas veces muy drásticas; un ejemplo sería el paso de una atmósfera reductora a una oxidante hace unos miles de millones de años, en parte debido a la liberación de oxígeno por la fotosíntesis de los primeros productores primarios; sin este cambio tampoco estaríamos los organismos que ahora conocemos. A estos cambios hay que añadirles situaciones catastróficas que ocurrieron varias veces en la historia de la Tierra, catástrofes a las que se asocian extinciones masivas de especies y grupos. Nuestra propia actividad, la de los hombres se ve afectada por el ambiente en el que vivimos y se ve alterada con cambios ambientales o catástrofes.

El ambiente se modifica constantemente y en muy diversas escalas de tiempo y espacio, y ese cambio de condiciones afecta a los organismos y a la vida en general.

En un momento de la vida sobre la Tierra, hace pocos millones de años, apareció un nuevo linaje, descendiente de monos antropomorfos: los homínidos. Eran organismos con un cerebro mayor que el de los monos de los

que descendían, característica que les permitió desarrollar nuevas capacidades. Entre estas capacidades está la de un lenguaje complejo, el pensamiento simbólico, la capacidad de construir herramientas, y en general tener un control del medio perfeccionado. Ese linaje ha dado lugar a nuestra especie, el Homo sapiens, el hombre sabio, aunque ha habido otras especies de hombres con las que hemos coexistido que hoy están extinguidas. Nuestra especie ha tenido la capacidad para colonizar todas las tierras emergidas con las más diversas condiciones ambientales, desde los hielos árticos, hasta las selvas ecuatoriales, las altas montañas, los desiertos o las islas remotas. Recientemente logramos vivir incluso en la Antártida. Así como algunos organismos tienen capacidad para modificar el ambiente, nuestra especie también ha modificado el ambiente por diversas causas, la explotación de otras especies (caza y pesca), la transformación del territorio (cultivos agrícolas o forestales, ganadería, acuicultura, urbanización), el uso de energías (combustibles fósiles y nucleares, quema de madera). Las modificaciones que hemos generado se han ampliado según aumentábamos en número y en capacidad tecnológica; en el último siglo los cambios originados por los humanos se han acelerado en paralelo a nuestro número, nuestro consumo de recursos y al uso de energías no renovables.

La escala de las transformaciones provocadas por los humanos es Global, perceptible en toda la Tierra, en su ambiente y en las especies que la habitan, por lo que podemos hablar de un Cambio Global.

Los humanos como especie animal que somos necesitamos utilizar otras especies vegetales, animales o bacterias para alimentarnos, agua para beber, oxígeno para respirar y



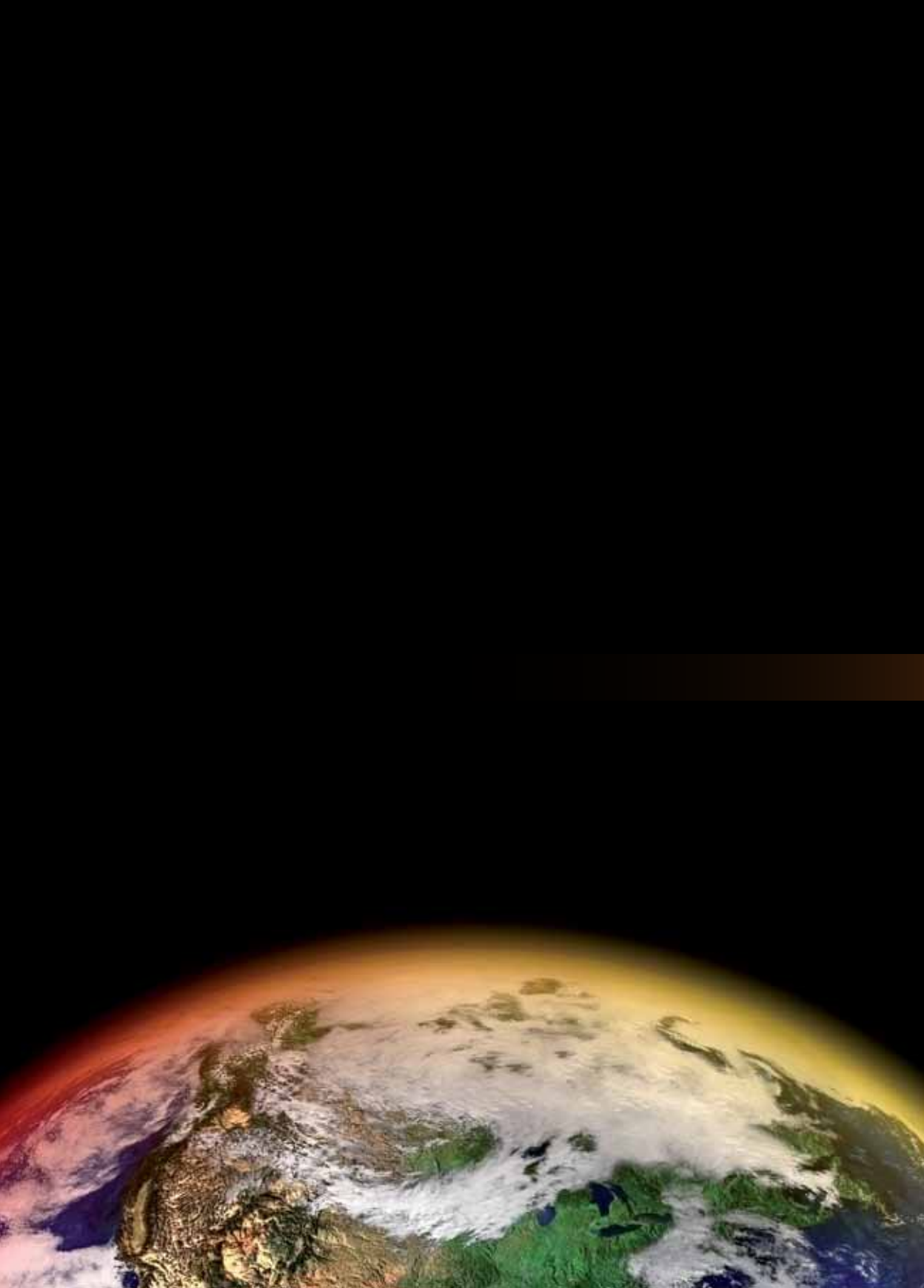
unas condiciones climáticas favorables para nuestro desarrollo. Como en la Tierra hay una distribución muy heterogénea de especies y ecosistemas, muy relacionada con el clima de cada lugar y de la evolución biológica local, los humanos no han tenido más remedio que utilizar las especies de cada lugar, aprender a conocerlas y saber para qué pueden utilizarse o domesticarse, transformarlas para mejorar su aprovechamiento. Hemos utilizado la biodiversidad local en nuestro propio provecho. Desde hace pocas décadas reconocemos el valor de especies y ecosistemas en nuestra propia vida y los denominamos Servicios Ecosistémicos. Los ecosistemas permiten nuestra actividad, depuran el agua, mantienen el clima, polinizan nuestras cosechas, regeneran el suelo, y tienen otras muchas funciones. Pero la simplificación y transformación de los ecosistemas, la desaparición de muchas especies, el aporte de especies de otros lugares, unidos a los cambios de uso del suelo y a la explotación de especies está produciendo la aparición de ecosistemas nuevos y degradados. Estos nuevos ecosistemas pierden parte de su valor y reducen los Servicios que nos prestan.

La simplificación de los ecosistemas afecta a los servicios que nos prestan y a las posibilidades de nuestra vida futura, por lo que debemos ser cuidadosos con las especies que nos acompañan y con los ecosistemas de los que dependemos.

Los humanos somos seres sociales que aprendemos viendo cómo actúan las personas que nos rodean, y hemos ido generando códigos y culturas diferentes, que ahora tenemos capacidad de ver y apreciar. Y con buenas cabezas y el desarrollo científico y tecnológico mejoramos nuestra comprensión de la naturaleza, y vemos las cosas buenas que podemos hacer.

Pero estos avances también nos permiten ver las diferencias que existen entre grupos sociales, entre los habitantes de países distintos, y los comportamientos a veces feroces que se producen entre nosotros. También nos damos cuenta de que vivimos en un planeta que es muy grande para el tamaño de una persona, pero posiblemente no muy grande para todas las personas que ahora vivimos y desde luego no para las que podrían llegar a vivir dentro de 50 o 100 años. Y esto tenemos que aprenderlo con rapidez dada la velocidad del cambio; tenemos que darnos cuenta que podemos vivir de otra manera y que estas nuevas formas nos deben llevar a pensar con los otros, y a una reducción en nuestra demanda de bienes y recursos. Nos debe llevar a generar nuevas culturas, nuevas formas de entender nuestra vida que permitan vivir con bienestar a los actuales y a los futuros habitantes de este hermoso Planeta, el único que tenemos.

Aprender a utilizar los recursos y a conocer las consecuencias de nuestras acciones es un paso imprescindible para que nos entendamos ante una situación preocupante, situación a la que nos debemos enfrentar cada uno en su lugar sin perder de vista nuestra acción global.



# PARTE 1

## Descripción del cambio climático

Estamos acostumbrados a vivir bajo un clima determinado, pero tendremos que acostumbrarnos a las nuevas condiciones que nos impone el cambio de clima en el que nos adentramos.



# ¿ Cambia el clima de la Tierra?

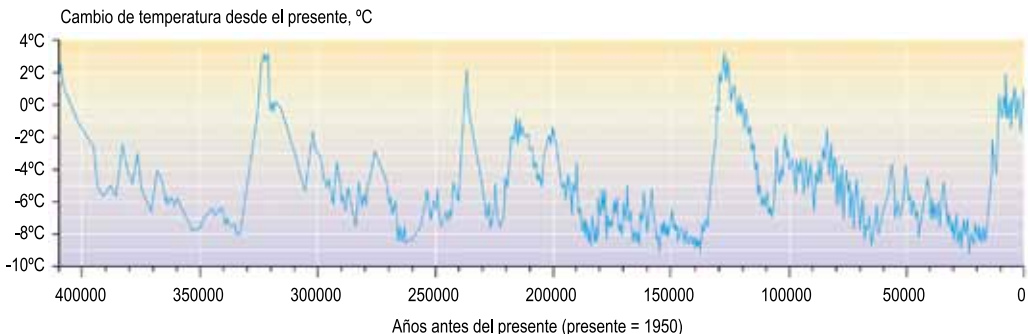
Es importante conocer los cambios del clima en el pasado (paleoclimatología) para entender los cambios que tendrán lugar en el futuro, ya que los procesos que tuvieron lugar en el pasado afectarán a la evolución actual y futura del clima de la Tierra.

El clima en la Tierra no se ha mantenido constante a lo largo de la historia, sino que ha cambiado muchas veces y de forma muy diferente. La tendencia a largo plazo en los últimos 65 millones de años (m.a.) ha sido de un enfriamiento gradual, aunque hace 50 m.a. la Tierra fue muy cálida, un periodo conocido como Paleoceno Eoceno Termal Máximo (PETM).

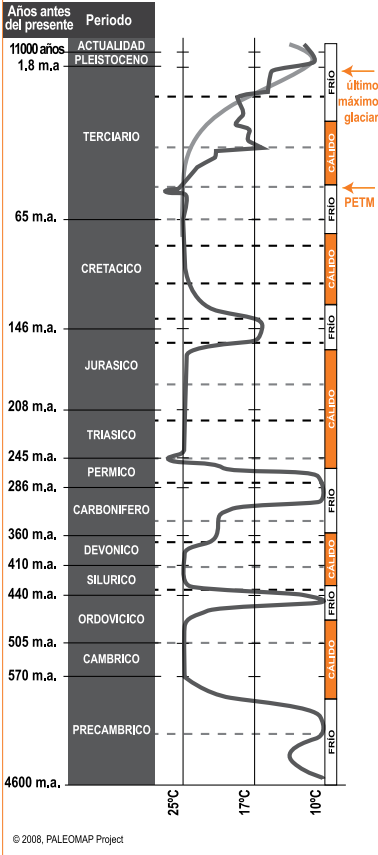
Durante el último millón de años, la Tierra ha oscilado entre periodos fríos y cálidos, lo que se conoce como ciclos glaciares, en los que se distinguen:

- **Periodos glaciares** muy fríos, que se caracterizan por la formación de grandes placas de hielo en los continentes y por bajas concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.
- **Periodos interglaciares**, que corresponden con épocas cálidas y altas concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.

Variación de la temperatura atmosférica en los últimos 400000 años (Adaptado de Petit *et al.* 1999).



**Periodos fríos y cálidos a lo largo de la historia de la Tierra desde el Precámbrico (650 millones de años aproximadamente) (Redibujado de Scotese, 2008).**



Pero ha sido hace unos 10 mil años en el que se estabilizó el clima de la Tierra en condiciones similares a las actuales. Este calentamiento coincidió con el inicio de la agricultura en una región del Asia Menor y Oriente próximo llamada Creciente Fértil.

Distribución en Europa de tipos de vegetación en el presente, dominada por bosques (arriba) y en el máximo glaciar cuando estaba cubierta por una cubierta de hielo de gran extensión, con una extensión de bosque muy reducida (abajo) (Adaptado de Foster, 1971).




Los ciclos glaciares/interglaciares marcan la etapa para el comienzo de la evolución de la especie humana.

La última edad de hielo fue hace tan solo 20000 años, etapa que se conoce como Último Máximo Glaciar. Durante este periodo, el retroceso de las grandes placas de hielo del Norte de Europa dio lugar a la vegetación que hoy en día conocemos, dominada por bosques en el Norte y por matorrales en el Sur de Europa.

Desde entonces nos encontramos en un periodo interglaciar.

**Expansión de la agricultura en Europa desde el creciente fértil (norte y el este del Mediterráneo) uno de los lugares en los que se produjo la domesticación de plantas y animales, un gran avance tecnológico para la humanidad, al final de la última glaciación (Adaptado de Roberts, 1998).**





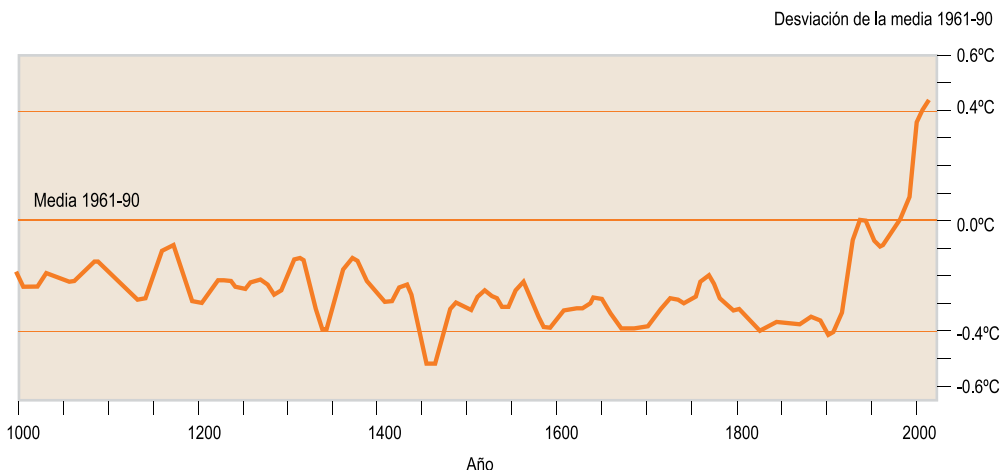
## ¿ Ha cambiado en los últimos milenios el clima de la Tierra?

Los cambios climáticos en los últimos 2000 años pueden ser explicados por la influencia de los factores naturales que regulan el clima.

En cambio, el calentamiento de las últimas décadas no se puede explicar únicamente por estos factores naturales, sino que la única forma de explicarlo es como resultado de las actividades humanas.

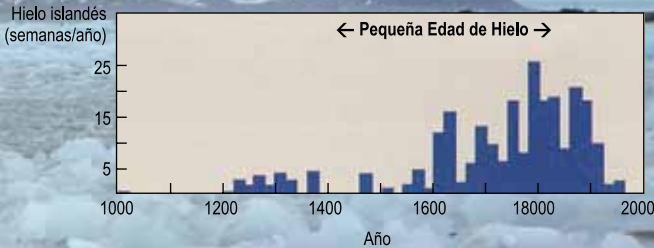
Durante el último milenio, la temperatura media del Hemisferio Norte ha oscilado con calentamientos y enfriamientos consecutivos de pequeña magnitud. Pero es a partir de la segunda Revolución Industrial cuando la temperatura media experimenta un aumento acelerado de hasta 0.4 °C cada 50 años, siendo la segunda mitad de los años 90 la de mayor aumento, probablemente el mayor en los últimos 2000 años.

Cambio de la temperatura media en el Hemisferio Norte en el último milenio, en el que se aprecia un aumento de 0.8 °C desde 1900 (Redibujado de Dow y Downing, 2006).



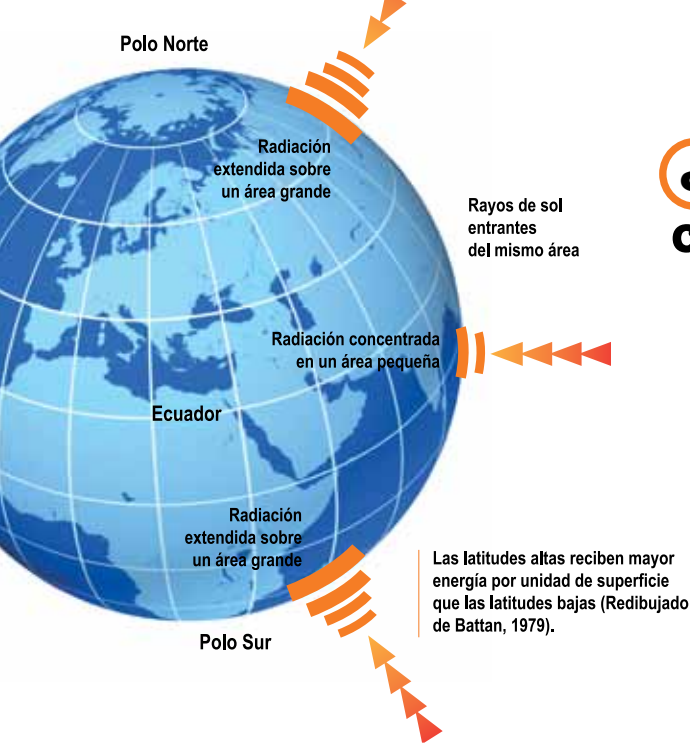
El siglo XI comenzó con un periodo relativamente cálido conocido como el Óptimo Climático Medieval. Pero desde principios del siglo XIV hasta mediados del XIX tuvo lugar un enfriamiento, el periodo conocido como Pequeña Edad de Hielo. Este periodo se caracteriza por la expansión de glaciares en zonas de montaña de Europa. Aparentemente no afectó al Hemisferio Sur.

Evolución de la cobertura de hielo marino en la costa de Islandia. La mayor cobertura se observa entre los años 1600 y 1900, lo que lo relaciona con la Pequeña Edad de Hielo (Adaptado de Lamb, 1977).



Evolución de los glaciares en los Alpes franceses durante la Pequeña Edad de Hielo (izquierda) y en el año 2000 (derecha).  
<http://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/little-ice-age-two-en.html>

El enfriamiento que tuvo lugar entre 1400-1900 afectó seriamente a las poblaciones europeas. El avance de los glaciares tuvo su efecto en las poblaciones de los Alpes de Suiza y Austria y en las montañas de Noruega, destruyendo granjas y pueblos. Con inviernos más fríos y una menor temporada de crecimiento, los cultivos de uvas y granos dejaron de crecer en el norte de Europa en las cuales habían crecido de forma satisfactoria durante el Óptimo Climático Medieval, causando hambruna y abandono de asentamientos. También se congelaron lagos, ríos y puertos de todo el norte de Europa durante varios inviernos.



# ¿ Qué motivó los cambios del clima en el pasado?

El clima del pasado depende de varios factores:

Morfología esférica de la Tierra

Cambios de albedo

Actividad volcánica

Gases de efecto invernadero (GEI) que componen la atmósfera

Ciclos solares

## Morfología esférica de la Tierra

La radiación que llega en latitudes elevadas del Norte y Sur se reparte en un área más grande, que en latitudes bajas próximas al Ecuador. Por tanto estas últimas reciben más energía por unidad de superficie. Esta diferencia está en la base de las estaciones y de la existencia de climas fríos y cálidos.

## Cambios de albedo

La cantidad de radiación que llega a la Tierra ha variado a lo largo de la historia. La radiación solar se ve afectada por elementos reflectantes tales como: nieve, hielo, nubes y otros componentes de la atmósfera que han cambiado a lo largo del tiempo. Todos ellos reflejan la radiación solar y la devuelven al espacio (esta fracción de luz reflejada es conocida como albedo). Este fenómeno provoca que esta fracción de la radiación no se utilice en calentar la superficie terrestre o los océanos y, por lo tanto, no caliente la Tierra. *Ejemplo: periodos glaciares con gran cobertura de hielo reflejaban la mayoría de la radiación solar, lo que ayudaba a mantener el clima frío.*

Bucle de retroalimentación positiva que existe entre la temperatura del aire y la cubierta de nieve. La cubierta de nieve provoca una disminución de la temperatura ya que su superficie refleja la mayoría de la radiación solar, anulando el efecto invernadero y provocando una disminución de la temperatura (Redibujado de Cuadrat y Pita, 2006).

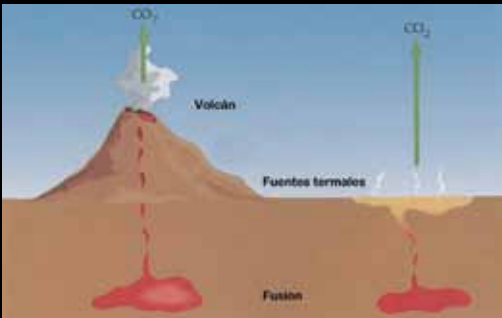




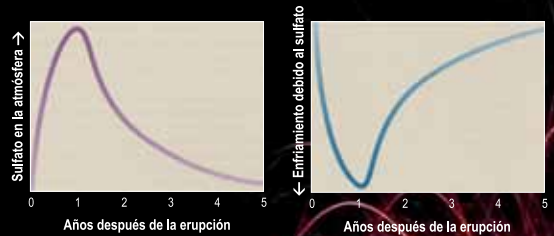
## Actividad volcánica

Las erupciones volcánicas y las fuentes termales inyectan dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) en la atmósfera, donde se transforma en sulfato que actúa como condensador de nubes incrementando el albedo. Las cenizas volcánicas emitidas por encima de la estratosfera también ayudan a apantallar la Tierra reduciendo la temperatura de manera muy efectiva. El efecto es temporal y permanece hasta que se depositan las cenizas y el sulfato es arrastrado por la lluvia.

Emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera procedente de volcanes y fuentes termales que pueden incrementar el efecto invernadero en la atmósfera (Adaptado de Ruddiman, 2001).



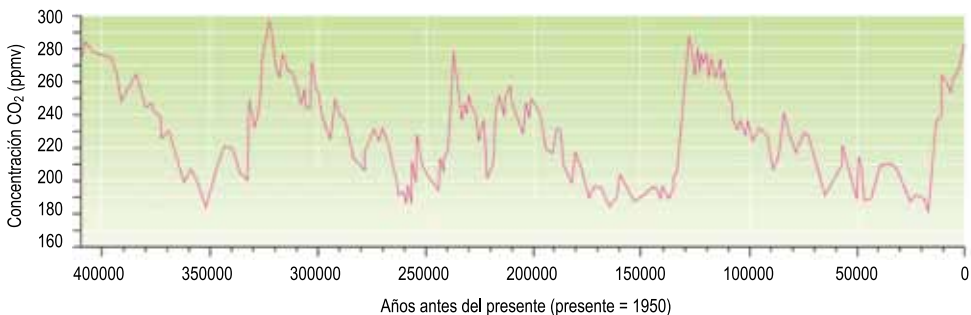
Las erupciones volcánicas liberan sulfato a la atmósfera (arriba) lo que hace que el clima se enfríe debido a la condensación que genera el sulfato en suspensión en el aire (Adaptado de Bradley, 1988).



## Gases de efecto invernadero (GEI) que componen la atmósfera

El gas de efecto invernadero más importante de la atmósfera es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el cual absorbe parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra, disminuyendo la pérdida de calor hacia el espacio. En una escala de millones de años el clima de la Tierra ha sufrido grandes cambios en la concentración de  $\text{CO}_2$ . Durante las épocas de baja concentración de  $\text{CO}_2$  era retenida menos energía y se formaron grandes placas de hielo en los continentes. Los periodos cálidos, como el PETM, corresponden con épocas de calentamiento debido, probablemente, a la acumulación de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera proveniente de fuentes biológicas como el carbono orgánico o el metano.

Evolución en la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera durante los últimos 400000 años. Si se compara con los cambios de temperatura durante este periodo (ver figura pág. 14) se aprecia un paralelismo entre ambas (Adaptado de UNEP, 2005).



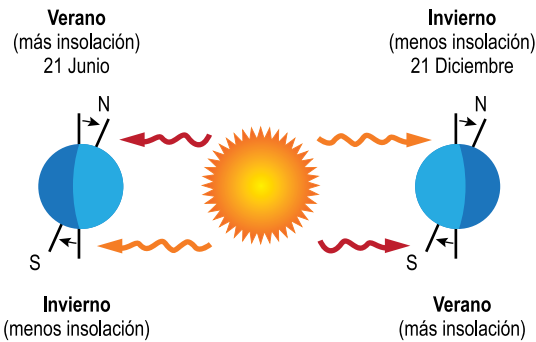
## Ciclos solares

La geometría de la órbita de la Tierra no ha sido la misma a lo largo de la historia, sino que varía de forma cíclica (cada 100000 años) y regular debido a la atracción gravitacional que otros planetas ejercen sobre la Tierra. Esto motiva que cambie la cantidad de radiación solar que recibe la Tierra y que, en último lugar, se traduce en cambios en el clima.

Otros ciclos solares se deben a:

- Cambios en la de inclinación del eje de rotación de la Tierra
- Balanceo en el eje de rotación de la Tierra

La posición oblicua del eje de rotación de la Tierra respecto al plano de su órbita alrededor del Sol da lugar a cambios en la energía recibida en ambos hemisferios generando las estaciones (Redibujado de Ruddiman, 2001).



## Cambios del eje rotación (Precesión)

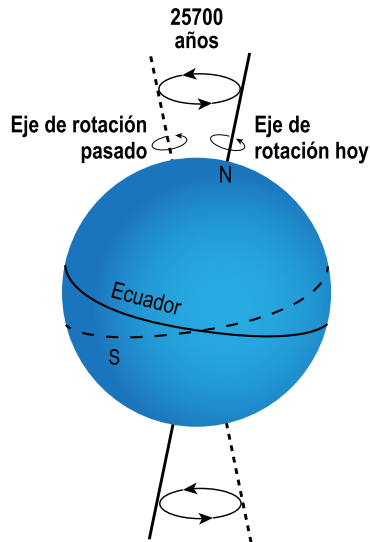
La atracción gravitacional que el Sol y la Luna ejercen sobre la Tierra hace que cambie la orientación del eje de rotación a lo largo del tiempo. Un ciclo completo de la Tierra se completa cada 25700 años. Cambios en el eje de rotación afectan a la radiación solar recibida en cada estación del año.

## Cambios del eje de inclinación (Oblicuidad)

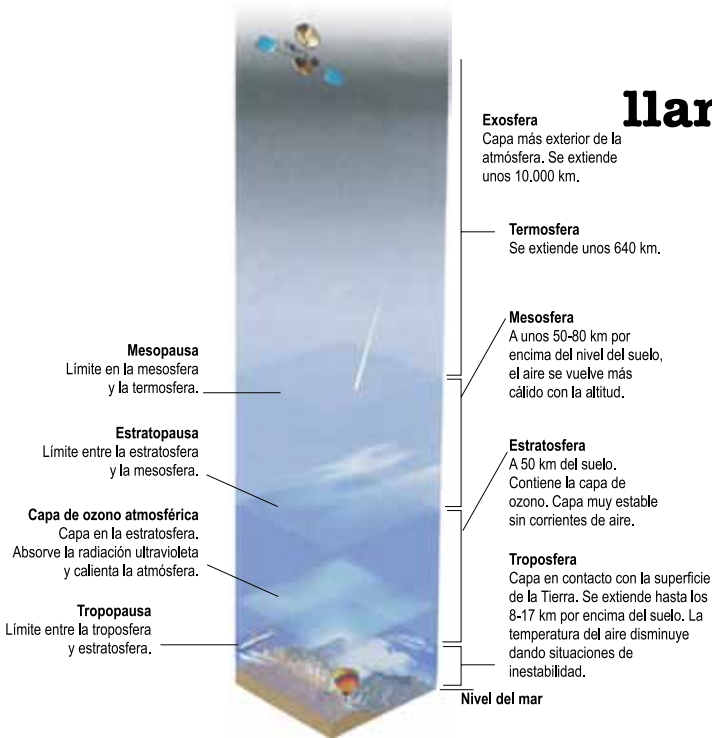
El eje de inclinación de la Tierra determina la intensidad de las estaciones y cambia su inclinación de forma cíclica cada 41000 años, amplificando o suprimiendo las estaciones.

- Ángulos mayores de inclinación hacen que durante el verano las regiones polares estén más cerca del Sol y por lo tanto reciben mayor radiación solar. Durante el invierno, las regiones polares están más lejos del Sol y reciben menos radiación. Esto se traduce en mayores diferencias estacionales.
- Ángulos menores de inclinación disminuyen estas diferencias, ya que la radiación solar que recibe la Tierra a lo largo del año es más uniforme.

Los cambios en el eje de rotación de la Tierra están detrás de los cambios climáticos durante la época glacial (Redibujado de Imbrie e Imbrie, 1979).



# ¿ Pero a qué llamamos clima?



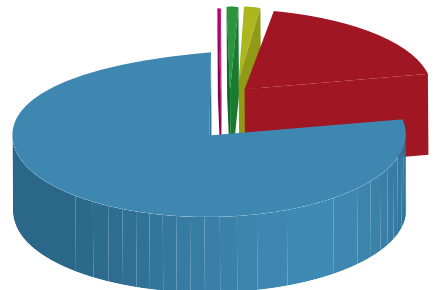
El clima de la Tierra es el resultado de la conexión entre los factores físicos que lo componen, y cuyo funcionamiento está dominado principalmente por el balance energético del planeta, aunque también por variaciones en la precipitación y en la humedad relativa. Su actividad implica flujos y transferencia de energía y materia entre los distintos componentes de la Tierra: atmósfera, océano, biosfera, rocas y suelos.

Organización vertical de la atmósfera en la que se pone de manifiesto la extensión de las distintas capas gaseosas que la componen (Adaptado de Mann y Kump, 2009).

La atmósfera es el componente más importante del sistema climático. Es una cobertura gaseosa que rodea el planeta y que se divide en capas horizontales, cada una con diferentes características.

Los dos gases principales que componen la atmósfera son el nitrógeno ( $N_2$ ) y el oxígeno ( $O_2$ ). Pero los gases con mayor importancia en la regulación del clima componen una fracción muy pequeña de la atmósfera y son los llamados gases de efecto invernadero (GEI): vapor de agua ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

Elementos que componen la atmósfera (Redibujado de Mann y Kump, 2009).



- Nitrógeno ( $N_2$ ) 78.09%
- Oxígeno ( $O_2$ ) 20.95%
- Argón (Ar) 0.93%
- Dióxido de carbono ( $CO_2$ ) 0.038%
- Trazas diminutas de neón (Ne), helio (He), metano ( $CH_4$ ), vapor de agua ( $H_2O$ ), criptón (Kr), hidrógeno (H), xenón (Xe) y ozono ( $O_3$ ).

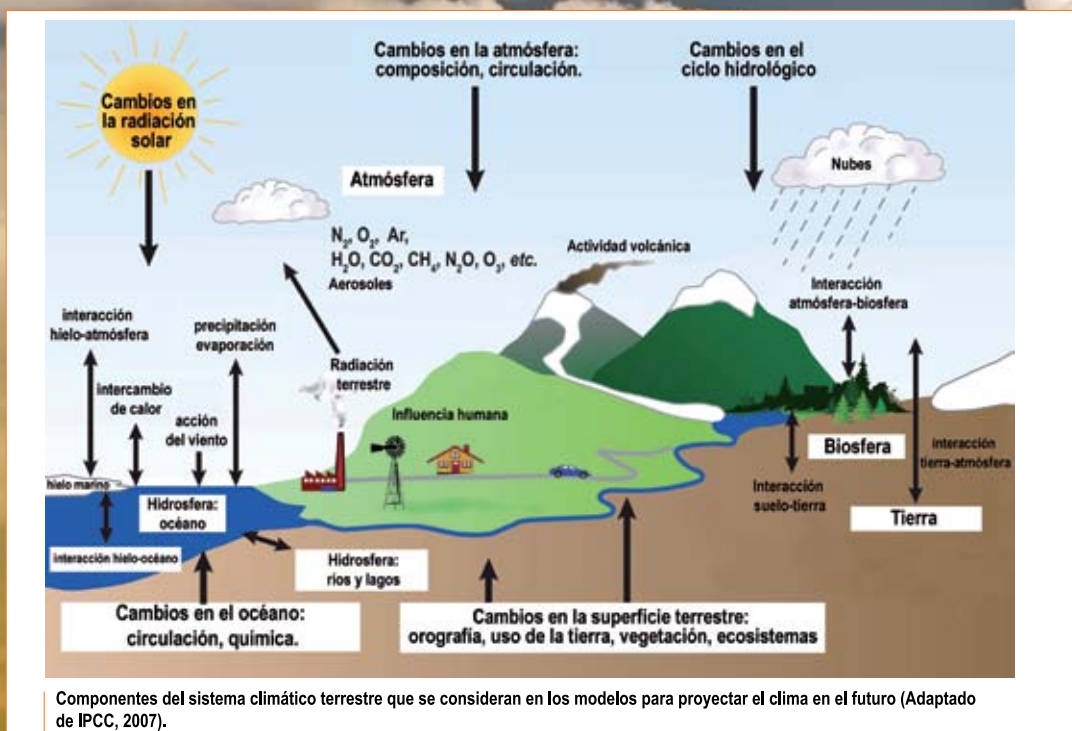
## Componentes del sistema climático

### Atmósfera

La atmósfera juega un papel crucial en la regulación del clima del planeta regulando las entradas y salidas de radiación solar y de calor entre el espacio y la Tierra.

### Océanos, lagos, ríos y aguas subterráneas.

Las partes líquidas de la Tierra son parte del ciclo del agua. Pueden regular el clima regional, gracias a que las corrientes marinas además de agua transportan calor a lo largo del planeta, corrientes cálidas desde el ecuador a latitudes polares. Gracias a su elevado calor específico puede acumular mucho calor sin incrementar mucho la temperatura, lo que ayuda a mantener el balance de calor de la Tierra y a regular el clima.



### Hielo y nieve

Las placas de hielo, los glaciares y el hielo marino son claves en el balance de radiación, ya que incrementan el albedo. También son importantes en la transferencia de humedad entre la atmósfera y el océano.

### Biomasa

La vida del planeta puede afectar al albedo de la Tierra, a los flujos de ciertos gases de efecto invernadero y a la composición de la atmósfera.

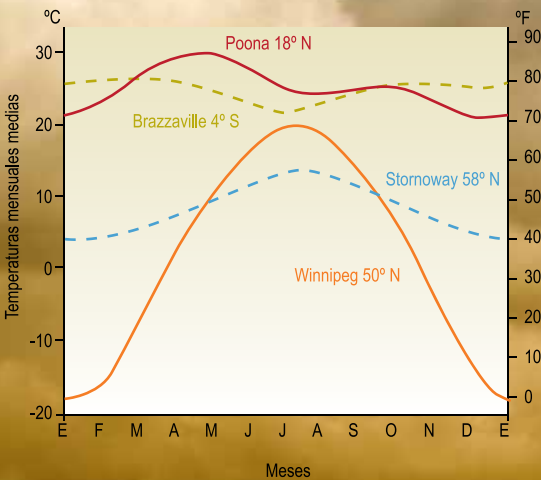
## Suelos y sedimentos

Los procesos químicos y físicos que ocurren en los suelos son importantes en la disponibilidad de humedad y en el flujo de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera y los océanos.

## Influencia humana

Las actividades humanas influyen el clima, especialmente por la emisión de gases a la atmósfera por combustión o cambio de uso de la tierra, alterando su composición en el último siglo y medio.

Variación anual de la temperatura en localidades situadas a distintas latitudes. Serían representativas de diferentes climas. Cerca del ecuador (Brazzaville) la oscilación térmica es reducida, se transforma en dos máximos en primavera y otoño en latitudes intertropicales (Poona) y deja un solo máximo en latitudes medias medias y altas (Stornoway, Winnipeg). La lejanía de mar incrementa las diferencias térmicas entre invierno y verano (Winnipeg) (Redibujado de Barry y Chorley, 1972).



## Variables climáticas

Dentro del sistema climático existen determinadas variables climáticas que no son constantes a lo largo de todo el año, sino que cambian de forma estacional. Tampoco es igual su distribución latitudinal. Por otro lado, estas variables también se ven afectadas por procesos locales.

### Radiación solar

El sistema climático está dirigido fundamentalmente por la energía solar proveniente del Sol, siendo la principal fuente de calor para el planeta. Solo una parte de la radiación va a conseguir llegar a la superficie de la Tierra y ejercer su papel en la regulación del clima.

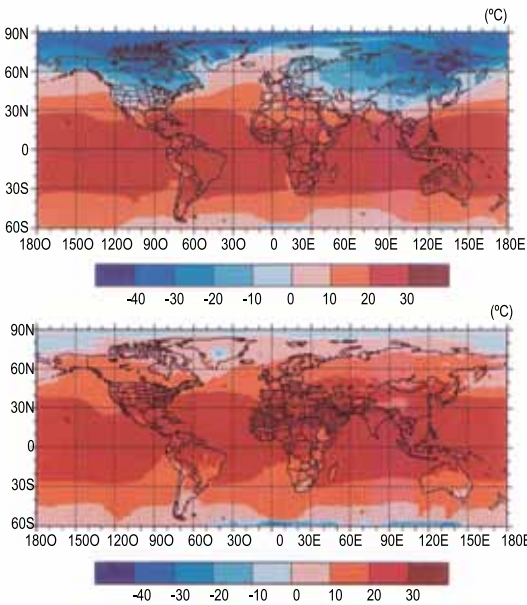
### Humedad atmosférica

La cantidad de vapor de agua existente en el aire también tiene un papel importante en la regulación del clima. Esta va a determinar principalmente el balance de calor que la Tierra retiene.

### Precipitación

Las nubes son la principal fuente de precipitación del planeta. Su distribución temporal y espacial, y la cantidad y la frecuencia van a modular no solo el clima, sino también los paisajes y biomas de la Tierra. Regionalmente las nieblas pueden aportar agua a la vegetación y el suelo.

Distribución de la temperatura media para enero (arriba) y julio (abajo) (Adaptado de Bonan, 2002).



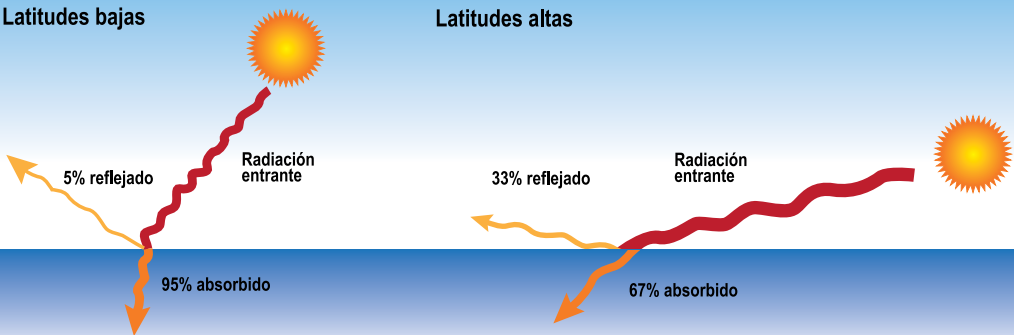
## ¿Cómo se distribuyen las temperaturas en el mundo?

La distribución de las temperaturas a lo largo del planeta varía, principalmente, en función de la estación del año y de la latitud en la que nos encontremos.

El ángulo con el que el sol incide sobre una superficie influye en la absorción de calor por el sustrato (ver figura pág.18). En las latitudes bajas el ángulo de inclinación es menor, por lo que se absorbe mayor radiación. En las latitudes altas el ángulo es mayor y la superficie absorbe menor radiación (Redibujado de Battan, 1979).

Latitudes bajas

Latitudes altas



En el ecuador la radiación solar incidente es casi constante, y más intensa ya que los rayos caen perpendiculares a la Tierra y se concentran en un área pequeña. Por el contrario, en latitudes altas la radiación que llega es menor, ya que los rayos inciden de forma oblicua a la Tierra y se distribuyen en un área mayor, haciendo que el calentamiento sea menor. En el océano además se da reflexión de la luz lo que reduce su calentamiento. Esta es la principal razón por la que los trópicos son más cálidos que los polos.



La diferente distribución de la radiación sobre la Tierra determina la circulación atmosférica en circuitos convectivos. En el ecuador se constituye la célula de Hadley:

1. En el ecuador, la radiación solar calienta los continentes y los océanos, lo que causa que parte del agua se evapore.
2. El aire cálido cargado de vapor de agua asciende y da lugar a las lluvias tropicales típicas.
3. El aire que asciende en el ecuador se mueve en dirección a los polos hasta alcanzar los trópicos (30°N y 30°S).
4. El aire que desciende en los trópicos es seco y frío, ya que la mayoría del vapor de agua que contenía se perdió en forma de precipitación. Esta es la causa de que en estas latitudes se encuentren los mayores desiertos.

Estos patrones de circulación atmosférica ayudan al transporte de calor desde la región ecuatorial hacia las latitudes altas y haciendo que se diferencien tres bandas climáticas:

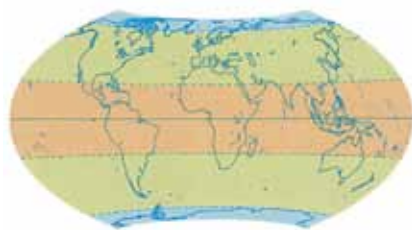
- Las zonas tropicales son cálidas y húmedas.
- Las zonas templadas son cálidas y secas.
- Las zonas polares son frías y secas.

**Circulación atmosférica en la Tierra.** El aire cálido se eleva en la Zona de Convergencia Tropical (ZCT) donde la Tierra recibe mayor insolación y es transportado en las capas altas de la Troposfera hacia la zona subtropical, donde desciende como aire frío y denso. Este patrón es conocido como la "Célula de Hadley". Dos células de circulación convectiva localizadas en latitudes medias y altas completan el movimiento de la atmósfera (Adaptado de Mann y Kump, 2009).

**Bandas climáticas latitudinales** asociadas a los patrones de circulación general de la atmósfera (Adaptado de Mann y Kump, 2009).



**Principales corrientes superficiales del océano.** Las corrientes que provienen de los trópicos transportan calor hacia los polos (rojo). Las corrientes que provienen de las regiones polares transportan agua fría hacia el ecuador (azul) (Redibujado de Smithson et al. 2002).



**Bandas climáticas**

- Regiones polares
- Zonas templadas
- Los trópicos

La circulación oceánica también ayuda al transporte del exceso de calor recibido en el ecuador. Estos movimientos pueden estar dirigidos por los vientos y las mareas, pero otros están dirigidos por diferencias en la temperatura y concentraciones de sales

del océano. Durante el día el océano y la tierra absorben calor que liberan por la noche, con mayor intensidad en la tierra, que se enfría de forma más rápida debido a su calor específico.

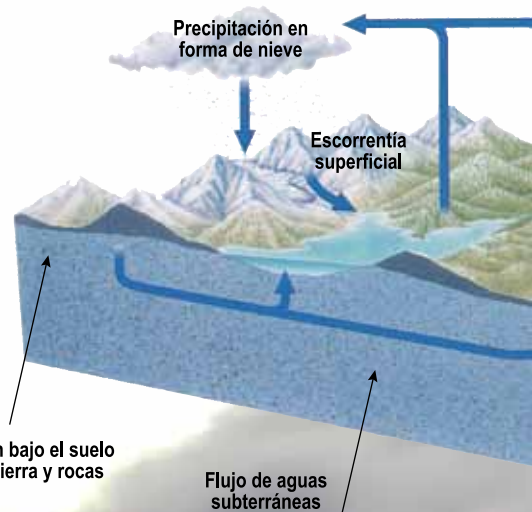
# ¿Cómo se distribuye la pluviosidad en el mundo?

El agua en todos sus estados constituye la sustancia básica del ciclo hidrológico, también del reservorio de agua dulce del planeta. Juega un papel importante en la regulación del clima ya que es con la temperatura el principal responsable de los cambios de tiempo atmosférico. La humedad atmosférica tiene un papel fundamental en el mantenimiento del balance de calor de la Tierra.

El agua se encuentra en distintos estados en la Tierra (líquido, sólido o gaseoso) intercambiándose entre ellos; el conjunto de estos intercambios constituyen el ciclo hidrológico (Adaptado de Merritts et al. 1997).

El ciclo hidrológico es el responsable de la circulación global de agua entre la superficie terrestre, los océanos y la atmósfera.

El calentamiento por el Sol hace que las masas de aguas oceánicas y continentales se evaporen en forma de vapor de agua, que se incorpora a la atmósfera. Este vapor de agua es transportado por los vientos, cuando el aire se enfría se forman nieblas y nubes. De estas se desprende lluvia, nieve o granizo que durante su caída parte es evaporada y el resto regresa a los océanos y continentes.



Infiltración bajo el suelo hacia la tierra y rocas

Flujo de aguas subterráneas

La fracción del agua que cae sobre los continentes se almacena temporalmente en el suelo (acumulación). Esta agua puede circular sobre la superficie del terreno formando los ríos, que llevan el agua a lagos o al mar. El agua restante penetra en el suelo (infiltración) a través de poros y fisuras, y puede acumularse en acuíferos por donde circula lentamente hasta alcanzar los ríos y el océano.

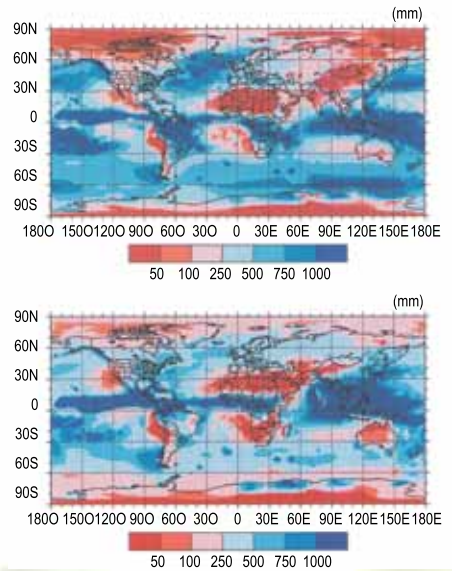


Un factor que influye en los climas y en la circulación general atmosférica es la evaporación.

En las regiones subtropicales (30 °N y 30°S) se halla un máximo de evaporación, relacionado tanto con la elevada insolación, como con la presencia del cinturón de vientos alisios que de modo constante renuevan la humedad del aire. Estas latitudes se corresponden con cinturones de baja precipitación (<1000 mm/año), ya que el aire es frío y seco.

Hacia el ecuador la evaporación disminuye, porque aquí los vientos son débiles y el aire se encuentra saturado de humedad. Esta zona se corresponden con un cinturón de fuertes lluvias (>1000 mm/año). La precipitación en las regiones polares es muy baja o casi nula.

Distribución de la precipitación media de noviembre hasta abril (arriba) y de mayo a octubre (abajo) (Adaptado de Bonan, 2002).



#### Movimiento de nubes tierra adentro



#### Precipitación

El cambio de vapor de agua a líquido (lluvia) o sólido (nieve)

#### Evaporación

El intercambio de agua de un líquido a vapor

#### Transpiración

Liberación de agua a la atmósfera por las plantas y células animales

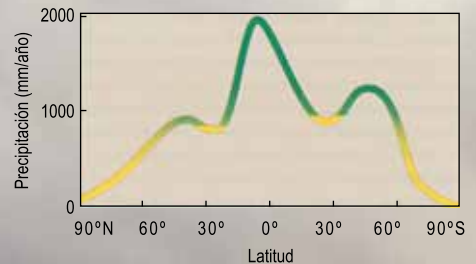
#### Infiltración

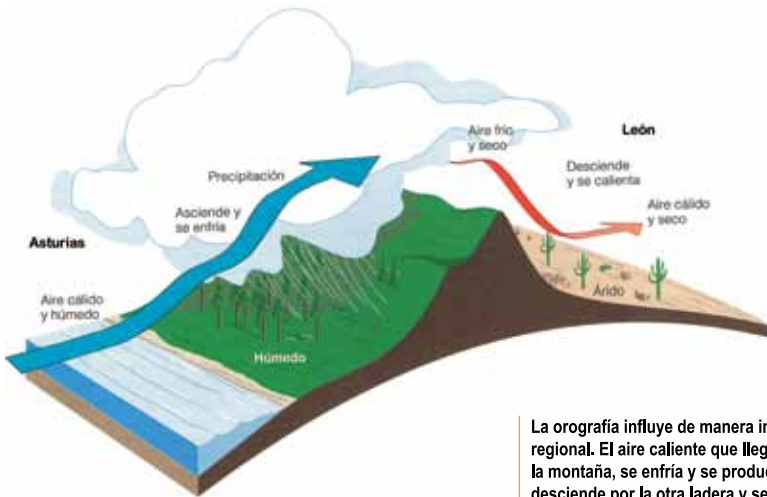
Movimiento del agua líquida hacia abajo por la superficie de la tierra a través del suelo y la roca

#### Escurrentía

La cantidad total de agua que fluye en un arroyo

Distribución idealizada de la precipitación en función de la latitud. Se encuentran valores elevados en el ecuador y valores bajos en las latitudes altas (cercana a polos) (Adaptado de Barry y Chorley, 1972).



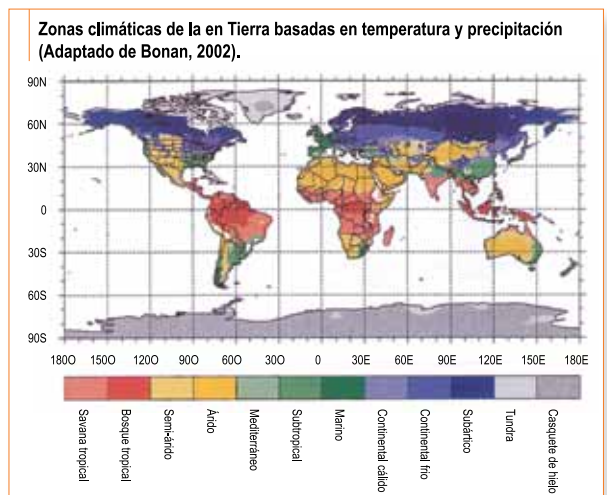


La orografía influye de manera importante en la pluviosidad local o regional. El aire caliente que llega del mar se eleva por el efecto de la montaña, se enfría y se producen precipitaciones. Al enfriarse descendiendo por la otra ladera y se vuelve a calentar (Adaptado de Smith y Smith, 2001).

La topografía también determina la precipitación, en este caso precipitación orográfica. El aire cálido proveniente del océano transporta una gran cantidad de vapor de agua. Según la masa de aire se encuentra con la montaña, el aire es forzado a ascender y se enfría (enfriamiento adiabático). El vapor de agua en la masa de aire frío se condensa y produce precipitaciones en el lado de la montaña que da al océano (Asturias).

Una vez que el aire ha perdido la mayoría del vapor de agua, descende por el otro lado de la montaña (León). Mientras descende se calienta, por lo que aumenta su capacidad de almacenar más vapor de agua. Como consecuencia, este lado de la montaña es una zona de bajas precipitaciones.

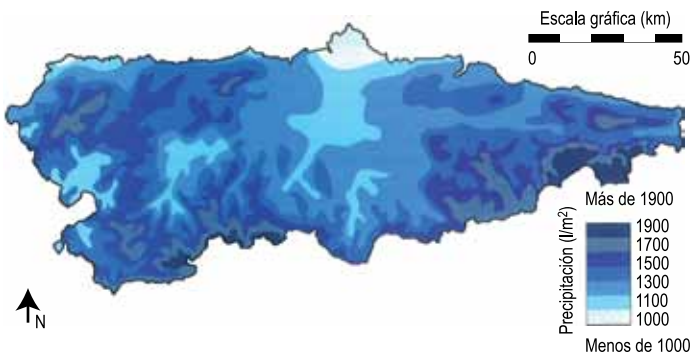
Como consecuencia de otros factores descritos anteriormente (circulación atmosférica, radiación solar, precipitación, circulación oceánica...etc.) se producen las distintas zonas climáticas, cada una con características distintivas. Estas zonas climáticas, y otros factores, también van a determinar la distribución mundial de las grandes unidades de vegetación de la Tierra, los biomas.



# ¿Cómo es el clima en Asturias?

Asturias se localiza en una zona de contacto entre el frente polar y el frente subtropical. Entre estas fronteras los vientos suelen circular desde el oeste y se forman borrascas que se desplazan en el mismo sentido. Además, el clima regional se ve afectado por su situación costera y por el efecto de las montañas, derivando en precipitación orográfica. Este contraste entre el mar y el continente y la altitud es lo que va a modular el clima regional.

Distribución de la precipitación media anual en Asturias ( $l/m^2$ ) (Felicísimo, 1992).



## Precipitaciones

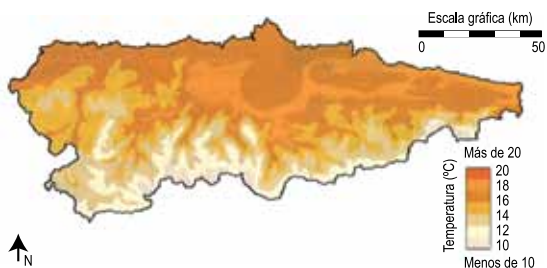
Las precipitaciones, en general, siguen un gradiente que va en aumento desde la costa hacia el interior.

- **Zonas costeras y valles interiores:** menor precipitación. Media anual de 1000 mm
- **Zonas del interior:** media anual de precipitación entre los 1000 y 1500 mm.
- **Zonas de alta montaña:** la precipitación es superior, excediendo los 1500 mm.

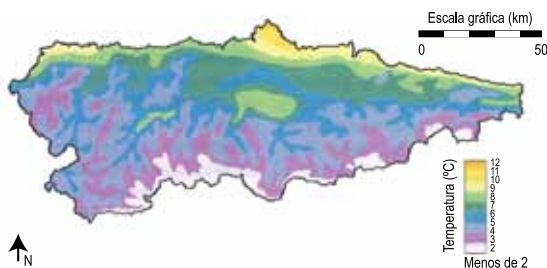
Las lluvias ocurren a lo largo de todo el año, con máximos a finales de otoño o a principios de invierno y un mínimo en verano, correspondiente al mes de julio. Un máximo secundario aparece también en primavera.



Distribución de la temperatura media máxima diaria en Asturias (°C) (Felicísimo, 1992).



Distribución de la temperatura media mínima diaria en Asturias (°C) (Felicísimo, 1992).



## Temperatura

La temperatura también sigue un gradiente disminuyendo con la altitud, alcanzando los 0 °C en las cumbres más elevadas.

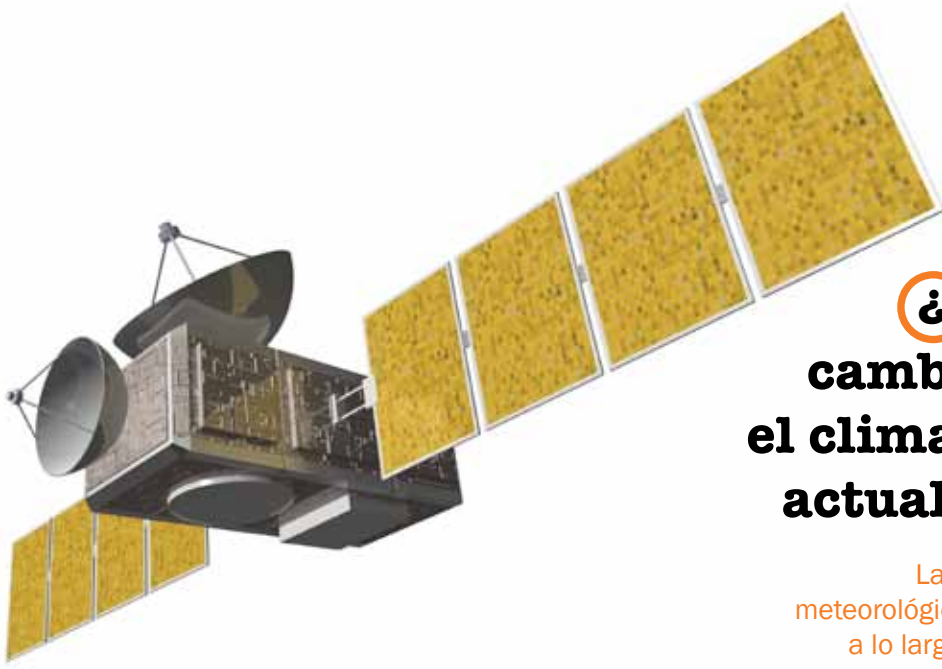
Es importante el efecto moderador que el mar ejerce sobre las temperaturas. En la costa las temperaturas medias mensuales son menores de junio a septiembre y al contrario el resto del año.

## Zonas climáticas

En base a las precipitaciones y temperaturas descritas se pueden diferenciar 4 zonas climáticas en Asturias:

Zona climática	Altitudes	Precipitación media anual	Temperatura media	Características
Costa	0-200 m	1000-1300 mm (occidente) 1000-1500 mm (oriente)	8 a 9 °C (febrero) 18 a 20 °C (agosto)	Nieblas en la costa que, con viento del Norte, penetran en tierra
Valles	200-800 m	<1500 mm (general) 1000 mm (valles bajos)	3 a 8 °C (febrero) 15 a 20°C (agosto)	Mayores oscilaciones térmicas en valles bajos
Montañas	800-1800 m	>1500 mm (general) <1300 mm (zonas protegidas) >1900 mm (cotas altas abiertas al mar)	-1 a 5 °C (febrero) 11 a 17 °C (agosto)	
Montañas altas	> 1800 m	>1600 mm	-4 a -1 °C (febrero) 5 a 11 °C (agosto)	1800 m es el límite superior del bosque

Fuente: Díaz y Mayor, 2003.



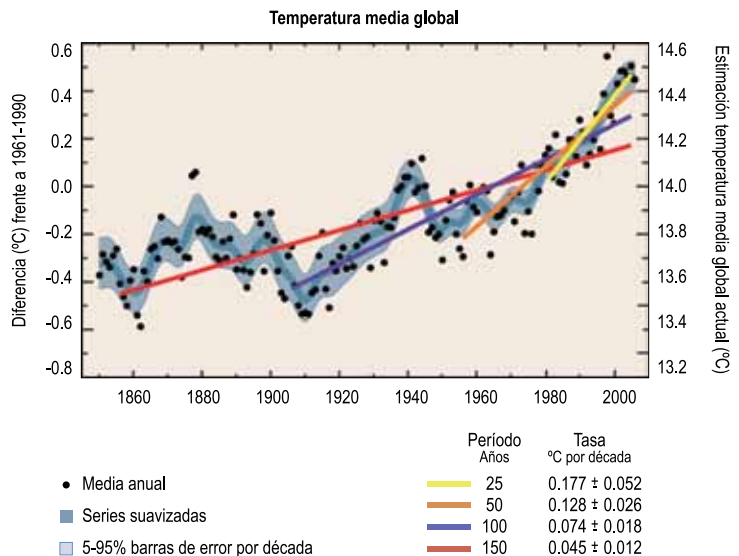
# ¿ Está cambiando el clima en la actualidad?

Las estaciones meteorológicas registran a lo largo del tiempo cambios en la temperatura superficial de la Tierra.

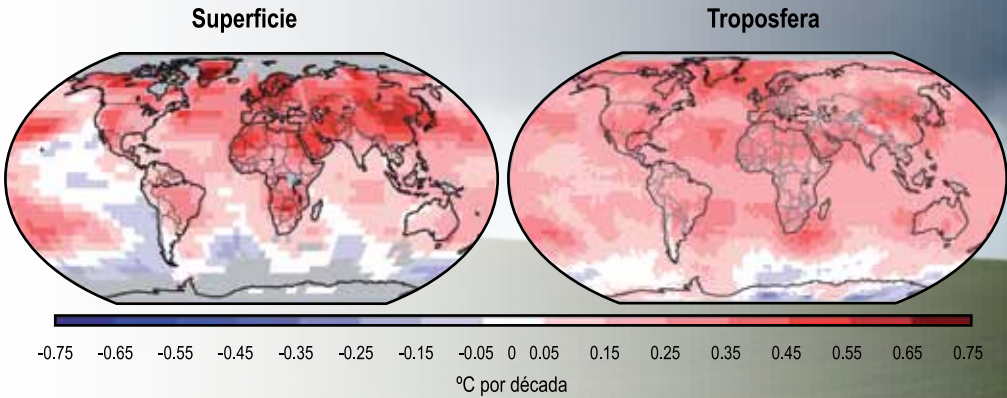
En la última década estos datos revelan que nos encontramos en una época de calentamiento global acelerado, tanto en los océanos como en tierra firme. El calentamiento en los océanos es menor que el de los continentes. Además el clima está cambiando de forma diferente en distintos lugares de la Tierra, así como en la superficie terrestre y en la atmósfera. También se han observado cambios en la precipitación mundial.

El principal cambio observado en las últimas décadas ha sido un aumento en la temperatura media global. Además, se ha observado que la tasa de cambio ha sido mucho mayor en los últimos 25 años si se compara con la tasa de cambio en los últimos 150 años.

Evolución de la temperatura de la Tierra y su relación con respecto al periodo de referencia, 19960-1990. Las líneas representan los ajustes lineales para diferentes periodos de tiempo; se indica el incremento de temperatura media por año para cada periodo considerado (Adaptado de IPCC, 2007).



Incremento de la temperatura atmosférica durante el periodo 1979-2005 en la superficie (izquierda) y en la troposfera (derecha) (Adaptado de IPCC, 2007).

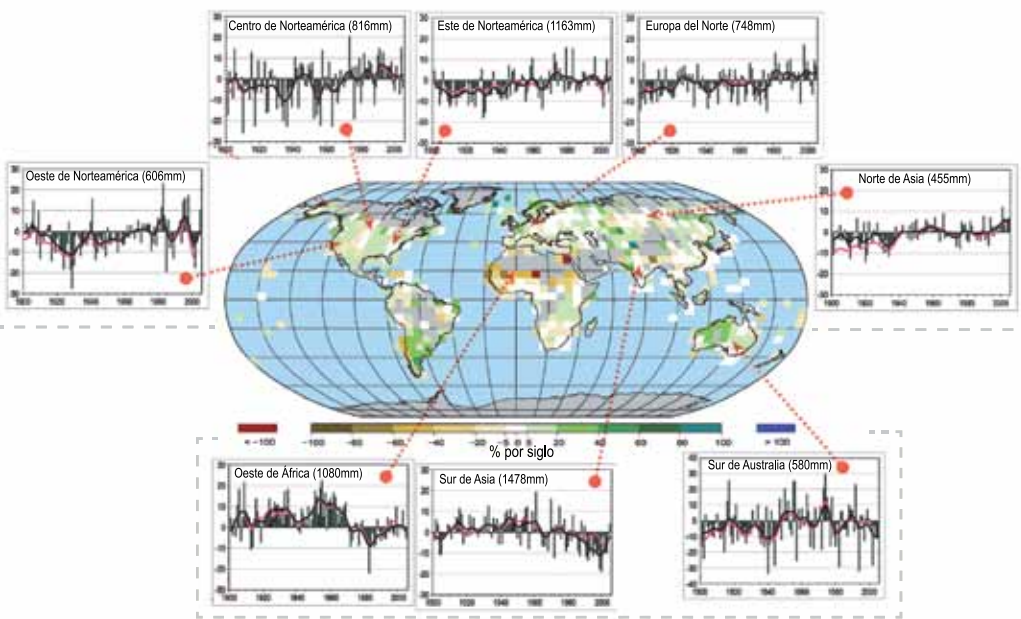


También se han observado cambios en la distribución de la precipitación en distintos lugares de la Tierra. En general, la región norte de los continentes ha experimentado un aumento de la precipitación anual, mientras que la región tropical o ecuatorial tiende a disminuir.

También ha habido cambio en las estacionalidad de las lluvias.

Evolución de la precipitación anual durante el periodo 1901-2005 en diferentes localidades de la Tierra en la que se aprecia que en unas zonas se ha incrementado y en otras se ha reducido (Redibujado de IPCC, 2007).

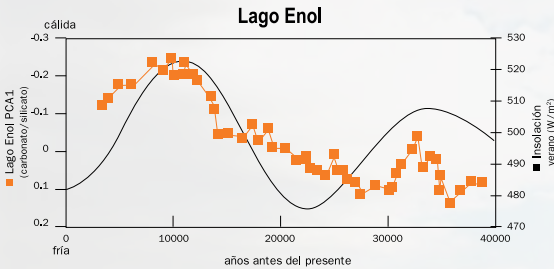
INCREMENTOS



DECREMENTOS

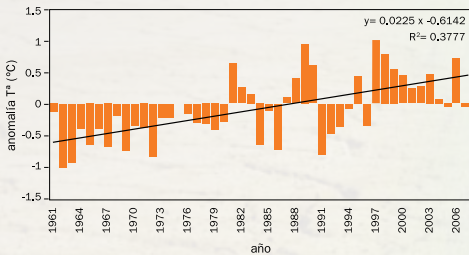
# ¿ Ha cambiado el clima en Asturias?

Variación climática de los últimos 40000 años en Asturias determinada a partir del estudio de la relación carbonato/silicato del Lago Enol (Redibujado de Moreno *et al.* 2008).

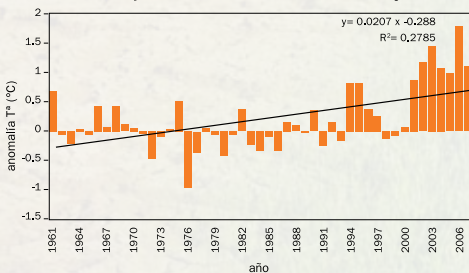


Evolución de la anomalía de temperatura media anual máxima (arriba) y mínima (abajo) en Gijón durante el periodo 1961-2006. Se indica la pendiente estimada por regresión lineal (Redibujado de CLIMAS, 2009; capítulo 1).

Temperatura Máxima Media anual-Gijón



Temperatura Mínima Media anual-Gijón



De forma equivalente a los cambios observados a nivel global, el clima de Asturias también ha cambiado en el último siglo. A partir de datos recogidos en tres estaciones meteorológicas, se ha podido concluir que los pasados 150 años han sido los más cálidos de los últimos 2000 en Asturias.

## Temperaturas

Se han registrado:

- Un aumento de la temperatura media anual, tanto en temperaturas máximas como mínimas.
- El pico de temperaturas máximas se registra en primavera
- Un aumento de las temperaturas máximas en invierno.

En general, el calentamiento ha sido de hasta unos 0.25 °C por década en algunas zonas de la región.

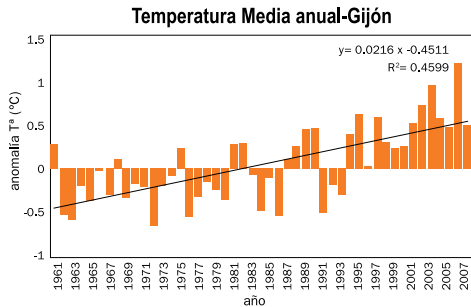
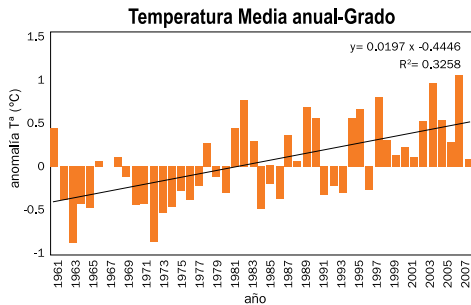


## Temperaturas extremas

Se ha registrado:

- Un aumento de las temperaturas máximas.
- Un aumento de los días cálidos en primavera y de noches cálidas en verano.
- Una disminución de los días fríos a lo largo de todo el año, especialmente en invierno y otoño.

Evolución de la anomalía de temperatura media anual máxima de Grado y Gijón durante el periodo 1961-2006. Se indica la pendiente estimada por regresión lineal (Redibujado de CLIMAS, 2009; capítulo 1).

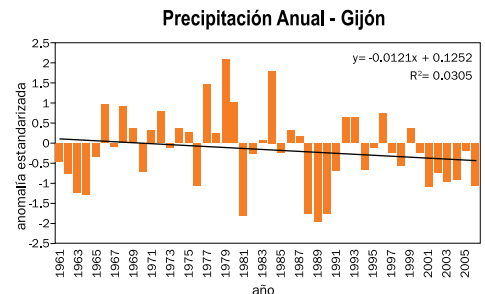
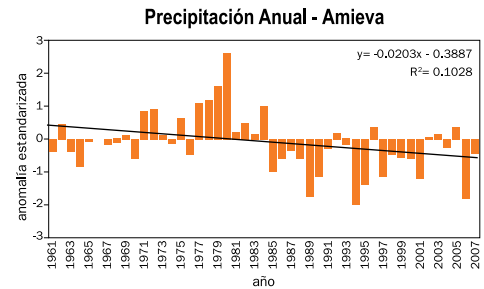
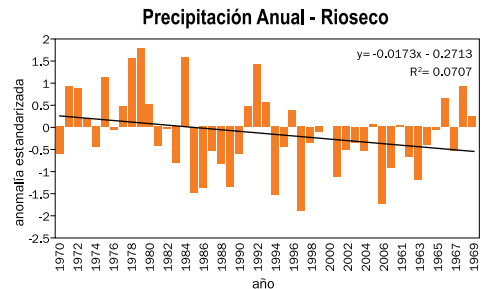
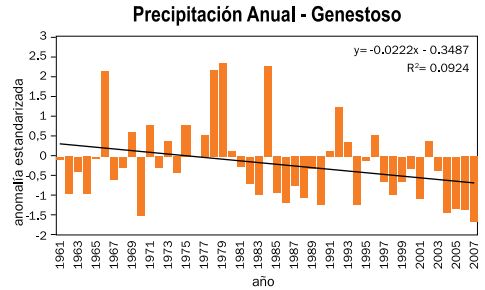


## Precipitaciones

Se ha registrado:

- Un descenso generalizado de la precipitación total anual, acentuándose a partir de mediados de los años 70.
- La frecuencia de los días de lluvia no ha mostrado variación.

Evolución de la anomalía estandarizada de la precipitación anual en Genetos, Rioseca, Amieva y Gijón durante el periodo 1961-2006. Se indica la pendiente estimada por regresión lineal (Redibujado de CLIMAS, 2009; capítulo 1).



# ¿ Qué es el efecto invernadero?

El principal mecanismo por el que la Tierra se calienta es la radiación que recibe por parte del Sol. Para mantener un balance térmico las entradas y salidas de calor desde y hacia el espacio deben ser iguales. Los gases de efecto invernadero (GEI) que componen la atmósfera ayudan a mantener una temperatura más elevada y hacen la Tierra habitable.

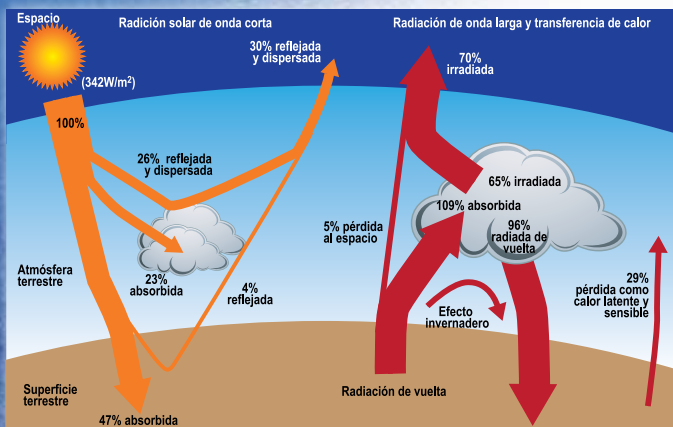
## Efecto invernadero natural

La Tierra recibe continuamente calor en forma de radiación por parte del Sol. Gracias al albedo de las nubes una fracción de la radiación entrante es reflejada, y vuelve al espacio. El resto que consigue atravesar la atmósfera calienta la superficie de la Tierra. Parte de esta radiación regresa a la atmósfera en forma de radiación infrarroja, que es retenida por los GEI evitando una pérdida rápida.

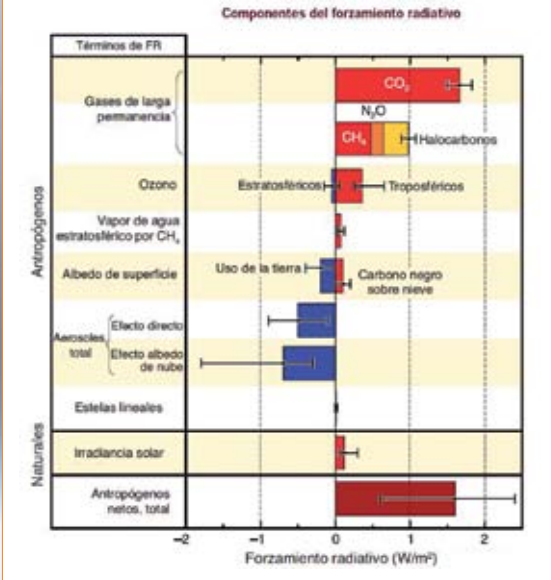
Los GEI que componen la atmósfera absorben hasta un 95% de la radiación emitida por la superficie de la Tierra. Estos GEI a su vez emiten radiación de vuelta hacia la superficie. Este proceso se conoce como efecto invernadero natural y es el que calienta y mantiene la temperatura de la Tierra.

Sin este efecto invernadero natural, los humanos y la mayoría de las formas de vida no podrían haber evolucionado en la Tierra ya que la temperatura media sería de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en vez de los  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  de la actualidad.

**Balance de radiación en la Tierra.** De la radiación solar que llega a la Tierra, parte es reflejada por las nubes y devuelta al espacio y parte entra al sistema climático (Redibujado de Ruddiman, 2001).



**Forzamiento radiactivo de los distintos componentes de la atmósfera, que representa la contribución de cada uno de ellos al calentamiento global (Adaptado de IPCC, 2007).**



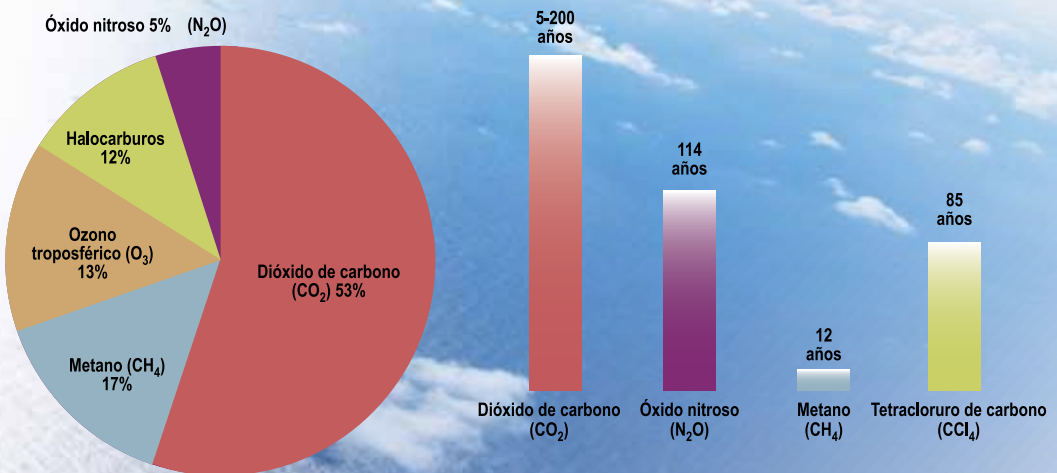
## Forzamiento radiactivo

La cantidad de radiación emitida hacia el espacio variará en función de la composición y cantidad de GEI presentes en la atmósfera y que van a absorber esa radiación. Esto es lo que se denomina forzamiento radiactivo.

El CO<sub>2</sub> tiene una fuerza radiactiva reducida pero debido a su concentración es el principal componente de los GEI.

Cada uno de los GEI va a tener una distinta contribución a la fuerza radiactiva. Además hay que tener en cuenta que la vida atmosférica de cada uno de ellos varía considerablemente. Así, el GEI que más tiempo perdura en la atmósfera es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), seguido del óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) y del tetracloruro de carbono (CCl<sub>4</sub>). Es por ello que los GEI emitidos hoy serán los que dirijan el cambio climático en el futuro y la causa de que el proceso no sea fácilmente reversible.

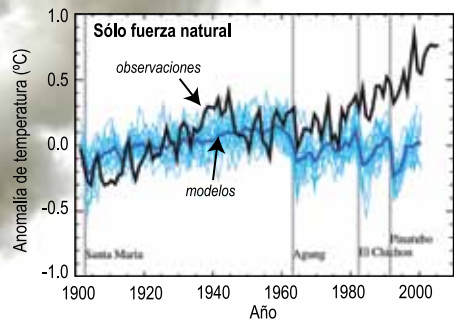
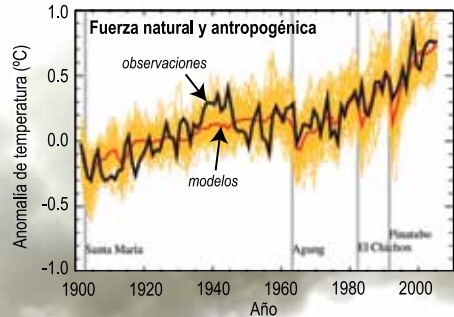
**Contribución de los diferentes gases de efecto invernadero al calentamiento global después de la Revolución Industrial y vida media atmosférica de dichos gases (Redibujado de Dow y Downing, 2006).**



# ¿ En qué se diferencia el cambio de clima actual con los que ocurrieron en el pasado?

Los cambios del clima que tuvieron lugar en el pasado se ha demostrado que fueron causados por fuerzas naturales, como son los cambios en los ciclos solares y en la órbita de la Tierra o por las erupciones volcánicas. El calentamiento global observado en el último siglo no puede explicarse sin tener en cuenta el efecto de las actividades humanas sobre los distintos componentes del clima.

Asignación a causas naturales o antrópicas del calentamiento global mediante la comparación entre las anomalías de temperatura media mundial respecto de las obtenidas mediante modelos climáticos en los que se considera: A) causas naturales y causas humanas (emisiones de gases de efecto invernadero) y B) causas naturales solamente (cambios en radiación solar y vulcanismo) (Adaptado de IPCC, 2007).



Si en los modelos tenemos en cuenta únicamente los factores naturales que regulan el clima, se observa una tendencia a la disminución de la temperatura en las últimas décadas. En cambio, al incluir los factores antropogénicos en los modelos se observa una tendencia clara a un aumento acelerado de la temperatura.

**Cambio en la composición atmosférica desde la Revolución industrial de los elementos que la componen. Se indica el incremento de cada componente en la atmósfera (Redibujado de Mann y Kump, 2009).**

Hemisferio Norte

pre-1750 y 2003

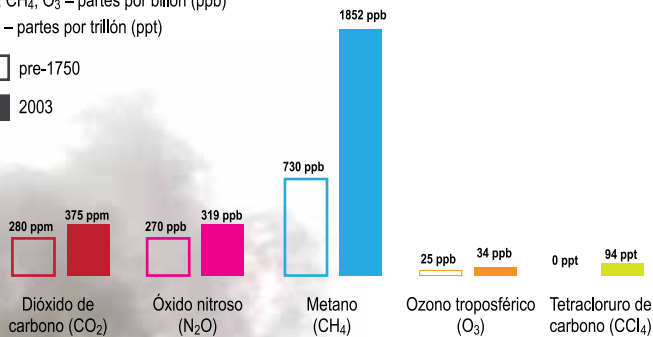
CO<sub>2</sub> – partes por millón (ppm)

N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> – partes por billón (ppb)

CCl<sub>4</sub> – partes por trillón (ppt)

□ pre-1750

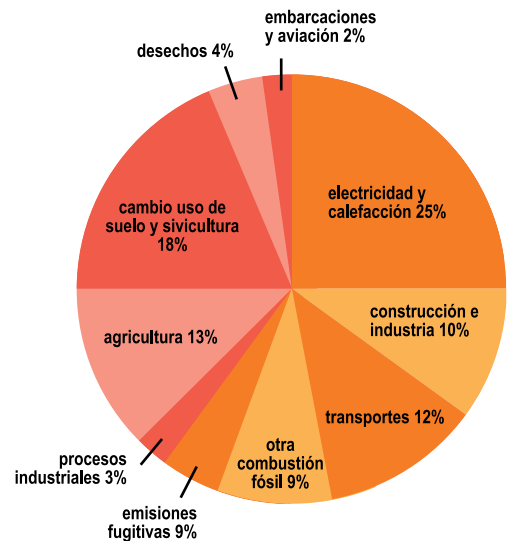
■ 2003



Las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera han aumentado de forma exponencial desde la Revolución Industrial. Es por ello que el principal impacto en el clima causado por el hombre es el aumento de las emisiones de GEI, principalmente de CO<sub>2</sub> a partir de combustibles fósiles, que en último lugar tiene su impacto sobre el balance de energía de la Tierra.

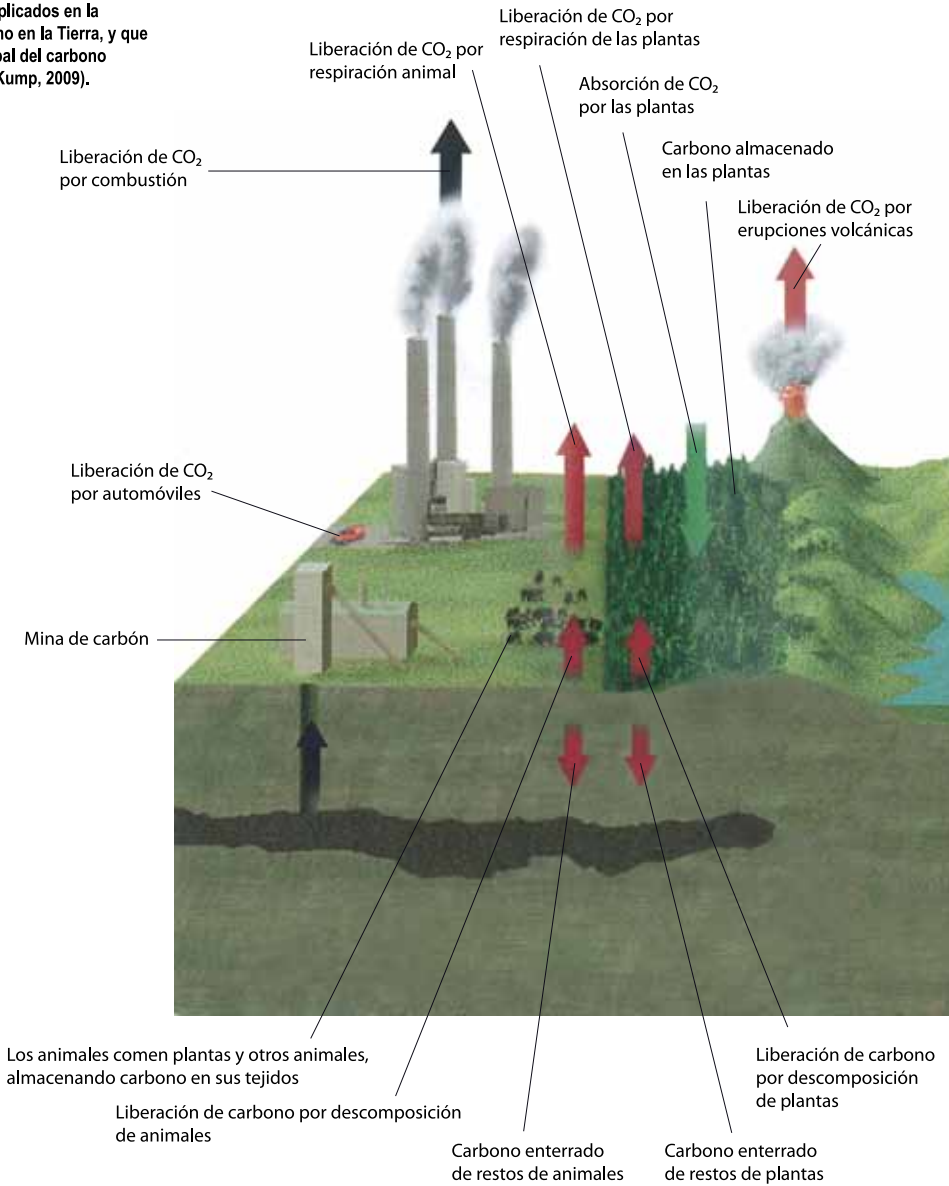
La principal fuente de emisión de GEI es el uso de la electricidad y la calefacción (25%). Otra de las causas ha sido el cambio de usos del suelo, como la deforestación tropical (18%). La agricultura es una importante fuente de emisión de metano, principalmente por el cultivo de arroz y la cría de ganado vacuno, y de óxido nítrico, procedente de los fertilizantes y la deforestación.

**Fuentes de las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Redibujado de Dow y Downing, 2006).**



El CO<sub>2</sub> de origen natural se encuentra almacenado de forma desigual en diferentes partes del planeta: atmósfera, océanos, suelos y biota\*. Los mayores reservorios son los continentes y el océano, superando a la atmósfera. Varios procesos transfieren carbono entre estos compartimentos.

Procesos que están implicados en la transferencia de carbono en la Tierra, y que configuran el ciclo global del carbono (Adaptado de Mann y Kump, 2009).

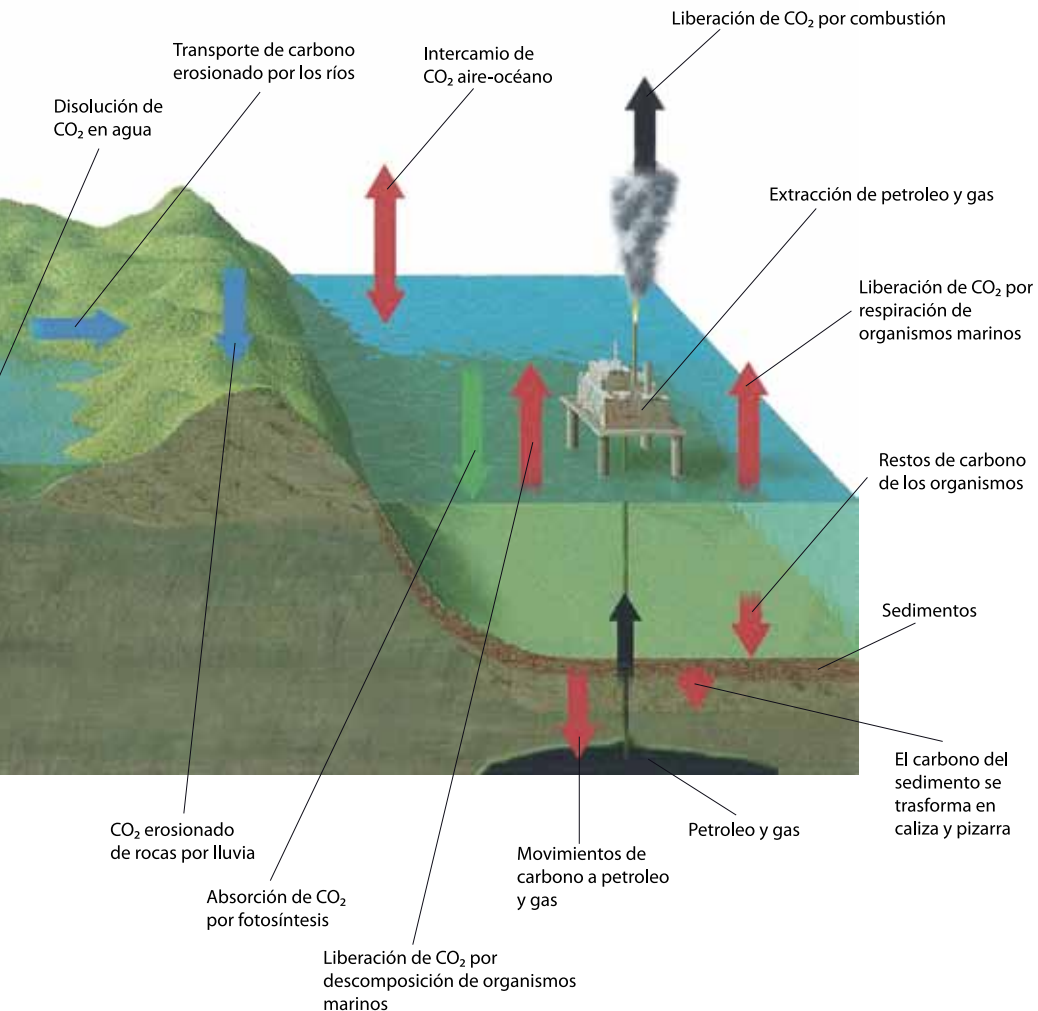


\*Biota: conjunto de plantas, animales y otros organismos de una determinada región.

El CO<sub>2</sub> emitido por los combustibles fósiles se ha acumulado en distintos compartimentos:

- El 45% se ha retirado de la atmósfera, disuelto en el océano o incorporado en la biota por la actividad de las plantas (fotosíntesis).
- El 55% restante continúa acumulándose en la atmósfera y es el causante del cambio climático.

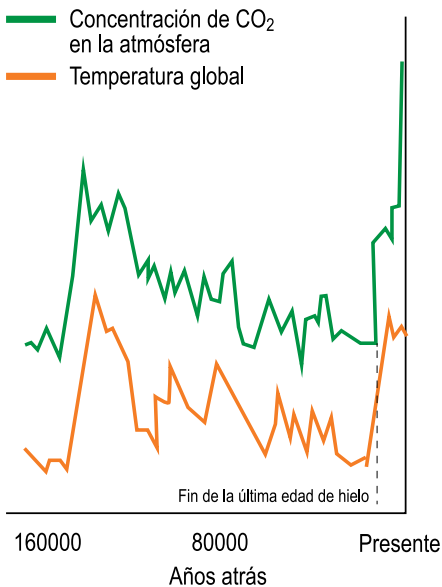
**CLAVE**



# ¿Cómo responde el clima al aumento de GEI?

El CO<sub>2</sub> se ha liberado a la atmósfera a lo largo de toda la historia por procesos naturales, pero la actividad humana incorpora a la atmósfera fuentes nuevas e importantes de CO<sub>2</sub>. Este aporte extra de CO<sub>2</sub> no se relaciona con ningún mecanismo nuevo de retirada, por lo que la respuesta del clima en la actualidad será diferente que la de periodos pasados.

Relación entre la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y la temperatura global en los últimos 160000 años (Redibujado de Dow y Downing, 2006).

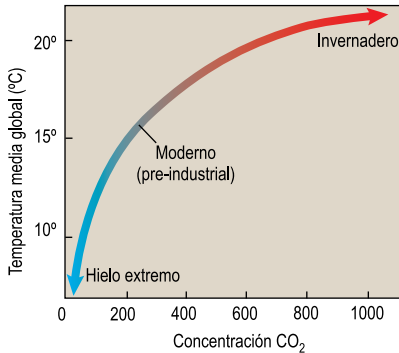


A lo largo de la historia reciente de la Tierra (un millón de años) han existido etapas con altas concentraciones de CO<sub>2</sub> (280 ppm) que han correspondido a periodos cálidos interglaciares, como en la actualidad. Pero la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha alcanzado un record máximo comparado con el último millón de años. A partir de la última edad de hielo la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha aumentando de forma importante y, como consecuencia, también lo ha hecho la temperatura global de la Tierra.



El cambio en la composición de los GEI de la atmósfera va a tener efectos directos e indirectos sobre el clima:

**Efecto de la concentración del CO<sub>2</sub> en la temperatura global.** El calentamiento aumenta a medida que aumenta la concentración de CO<sub>2</sub> y por tanto se incrementa el efecto invernadero provocado por este gas (Redibujado de Oglesgy y Saltzman, 1990).

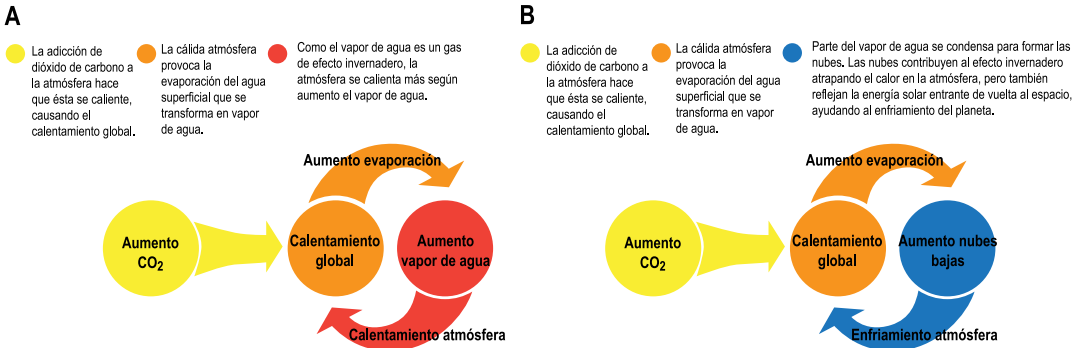


## Directos

El aumento de GEI, principalmente el CO<sub>2</sub>, va a tener un efecto directo sobre el balance de calor en la Tierra.

Actualmente la Tierra está emitiendo menos calor al espacio que el que recibe del Sol. Al aumentar los GEI retienen más radiación de la emitida por la superficie terrestre, aumentando el efecto invernadero. En consecuencia en las últimas décadas el planeta se calienta y lo hace a una tasa mayor que en periodos pasados.

**Bucles de retroalimentación A) positiva y B) negativa sobre el sistema climático generados por el vapor de agua y las nubes con las que este se puede asociar** (Redibujado de Mann y Kump, 2009).



## Efectos Negativos para los humanos

El calentamiento hace que el agua superficial se evapore, aumentando el vapor de agua liberado a la atmósfera. El alto poder radiactivo del vapor de agua hace que la atmósfera se caliente aún más. Es un proceso de retroalimentación positiva ya que amplifica el calentamiento inicial. El calentamiento en latitudes altas puede provocar la fusión del hielo y la nieve. Esto hace que disminuya el albedo, aumentando la radiación que llega a la superficie de la Tierra y haciendo que esta se caliente más.

## Efectos Positivos para los humanos

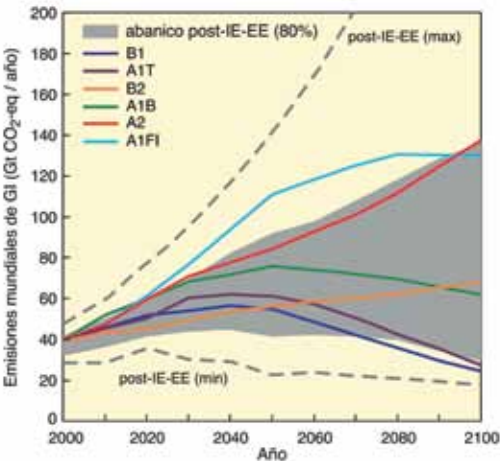
Parte del vapor de agua liberado a la atmósfera por el calentamiento puede condensarse y formar nubes. Las nubes contribuyen a disminuir el efecto invernadero de dos formas: reflejando parte de la radiación que llega a la atmósfera y almacenando parte del calor, ayudando a enfriar el planeta.

# ¿ Qué va a pasar con el clima en el futuro?

Los escenarios solo incorporan el efecto de las emisiones humanas, ya que no se pueden predecir cambios en los factores naturales, como la actividad solar o el vulcanismo.

Estos modelos simulan el clima a partir de las concentraciones de GEI obtenidas a partir de los distintos escenarios y las que permiten proyectar las distintas variables climáticas: temperatura, pluviosidad, vientos, etc.

Trayectorias proyectadas de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera entre 2000 y 2100 según distintos escenarios de emisiones. Entre 1950 y 2000 se representa el cambio observado (IPCC, 2007).



Conocer lo que podría pasar con el clima en el futuro exige diseñar unos escenarios de emisiones de GEI. Los escenarios estiman las posibles futuras emisiones de GEI por parte de los humanos ante diferentes posibilidades económicas, sociales y tecnológicas. Con estos escenarios se conocen las concentraciones de GEI en la atmósfera que se incorporan a los modelos climáticos. Estos modelos son como nuestra bola de cristal para proyectar el clima del futuro.

Los escenarios presentados por el IPCC\* en su último documento son cuatro (uno con tres posibilidades). Estos van desde el B1, escenario con menores emisiones, hasta el A1FI, de mayores emisiones.

Escenarios de emisiones de CO<sub>2</sub> presentados por el IPCC y el aumento correspondiente de temperatura y del nivel del mar en cada uno de ellos (IPCC, 2007).

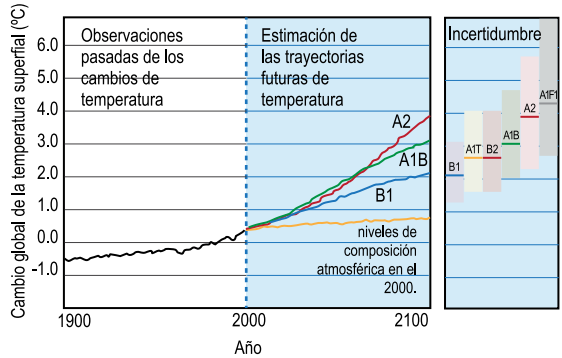
Escenario	Concentración de CO <sub>2</sub> equivalentes	Aumento promedio mundial de la temperatura (2090-2099)	Aumento promedio mundial del nivel del mar (2090-2099)
	ppm en 2080	°C	metros
B1	590-710	1.1 - 2.9	0.18 - 0.38
A1T	710-855	1.4 - 3.8	0.20 - 0.45
B2	855-1130	1.4 - 3.8	0.20 - 0.43
A1B	855-1130	1.7 - 4.4	0.21 - 0.48
A2	855-1130	2.0 - 5.4	0.23 - 0.51
A1FI	855-1130	2.4 - 6.4	0.26 - 0.59

\*IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change).

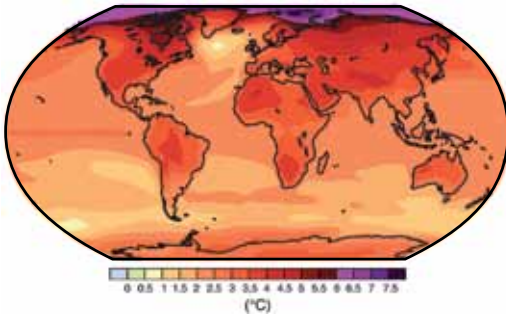
## Cambios en temperatura global

Las proyecciones de la temperatura para el periodo 2000-2100 son en todos los escenarios, de un aumento rápido de la temperatura media global, siendo el calentamiento de 2 a 7 °C (finales del siglo XXI) sobre las condiciones preindustriales.

Trayectorias proyectadas de la temperatura en la atmósfera para los cuatro escenarios de emisión y tres variantes del escenario A1 considerados por el IPCC. Las barras verticales muestran el rango obtenido con distintos modelos para un determinado escenario, del que se indica la media (Redibujado de IPCC, 2007).



Cambio de la temperatura superficial (°C) respecto de la media de 1980-1999 proyectado para 2090-2099 con el escenario A1B (IPCC, 2007).

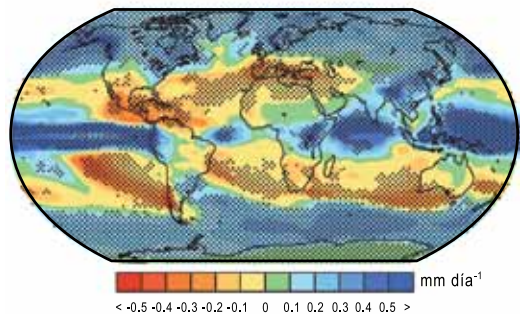


## Cambios en temperatura superficial

El calentamiento futuro en la superficie no será homogéneo.

- El mayor calentamiento se espera en el Ártico, hasta 7 °C para finales de siglo.
- El calentamiento sobre los continentes será mayor que sobre los océanos.
- En general el Hemisferio Norte se va a calentar más.

Cambio de la precipitación (mm/día<sup>-1</sup>) proyectados para el periodo 2080-2099 respecto a la de 1980-1999 con el escenario A1B (IPCC, 2007).



## Cambios en precipitación

- El aumento de las precipitaciones en las regiones polares y subpolares y en el ecuador hará que estas zonas se vuelvan más húmedas.
- El descenso de la precipitación en zonas templadas y los subtropicos hará que estas zonas se aridicen, se vuelvan más secas.

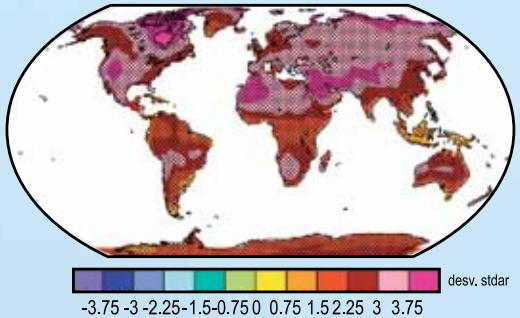
## Aumento de los eventos climáticos extremos

La frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos cambiará en el futuro. Aumentarán las olas de calor, las lluvias torrenciales, o los vientos extremos, ente otros.

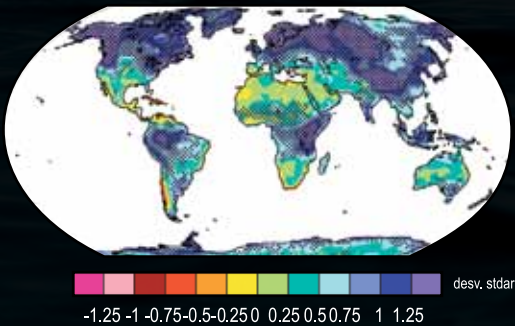


Aumentarán las olas de calor, especialmente en zonas con mayor calentamiento.

Cambio proyectado en la frecuencia de olas de calor para el periodo 2080-2099 con el escenario A1B (IPCC, 2007).

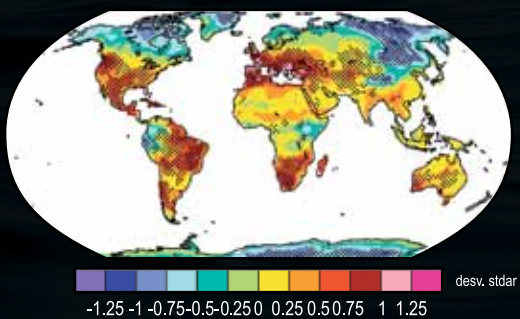


Cambio proyectado en la intensidad de lluvias muy intensas para el periodo 2080-2099 con el escenario A1B (IPCC, 2007).



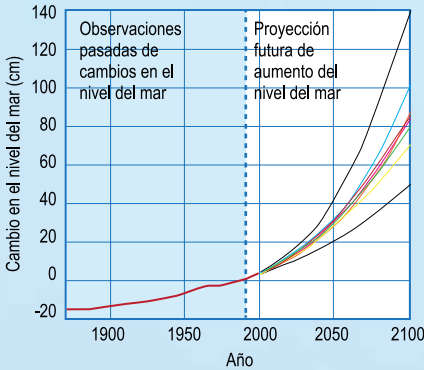
Aumentarán las lluvias torrenciales, especialmente en las zonas subtropicales.

Cambio proyectado en la frecuencia de días secos para el periodo 2080-2099 con el escenario A1B (IPCC, 2007).



Aumentarán el número de días secos, especialmente en la zona del ecuador.

Proyecciones de subida del nivel del mar (cm) para los distintos escenarios de emisiones (Redibujado de IPCC, 2007).

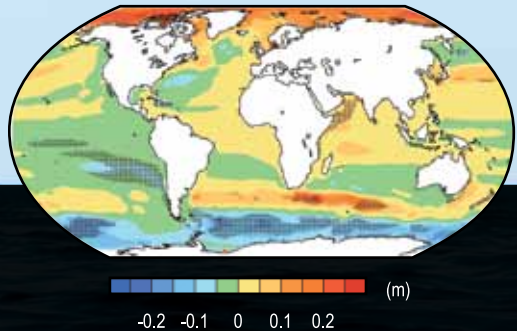


## Aumento del nivel del mar

La fusión del hielo continental, sobre todo los casquetes de Groenlandia y de la Antártida, y la dilatación térmica del mar al calentarse conllevará a un aumento del nivel del mar.

Las proyecciones para 2100 son de un aumento de entre 0.5 y 1.2 metros, aunque está en revisión.

Cambio local proyectado en el nivel del mar (m) para el siglo XXI con el escenario A1B (IPCC, 2007).



## Incertidumbre de las proyecciones

Existe incertidumbre sobre las proyecciones de los sucesos futuros. Esto es debido en parte a que no se puedan predecir factores socioeconómicos que determinen las tasas de consumo de combustibles fósiles. Pero también por la propia naturaleza del sistema climático y su sensibilidad al aumento de  $\text{CO}_2$ . Por esta razón las conclusiones que se presentan en el cuarto documento del IPCC se indican en términos de probabilidad de ocurrencia de los cambios.

### VIRTUALMENTE CIERTO

Mayores temperaturas:  
 - días más calurosos  
 - mayor frecuencia de días y noches más cálidos  
 - menor frecuencia de días y noches frías

### MUY PROBABLE

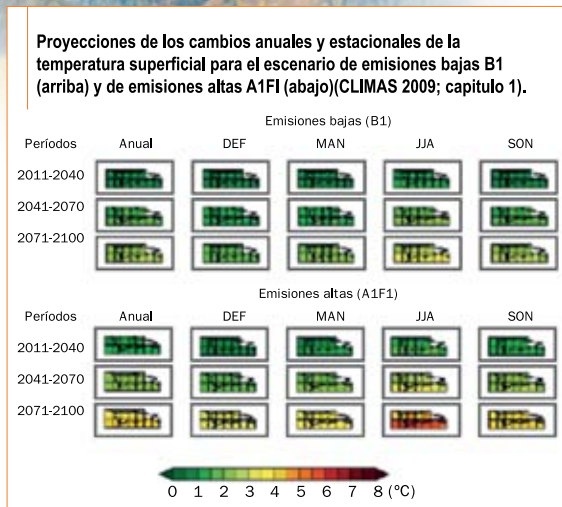
Mayor frecuencia de períodos cálidos y olas de calor  
 Lluvias más intensas.

### PROBABLE

Aumento del número de zonas afectadas por sequías.  
 Mayor frecuencia de inundaciones costeras por aumento del nivel del mar.

# ¿Cómo va a cambiar el clima en Asturias?

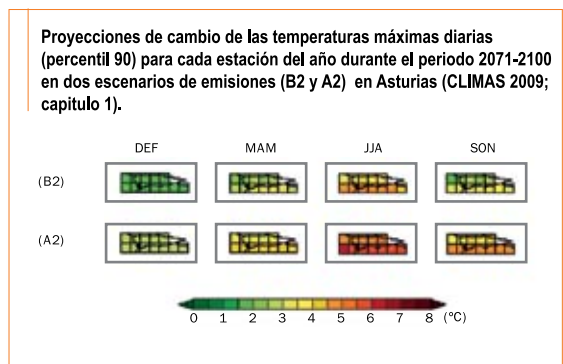
Se han realizado proyecciones sobre el clima futuro en Asturias. Para ello se han tomado los escenarios de emisiones presentados por el IPCC y se han aplicado en modelos climáticos regionales. Con estos modelos regionalizados se han hecho proyecciones de cómo van a cambiar la temperatura y la precipitación media anual y estacional.



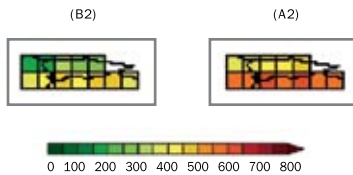
## Cambios en temperatura

- Calentamiento medio progresivo a lo largo del siglo en toda Asturias.
- El calentamiento se acelerará durante el transcurso del siglo.
- El calentamiento para los distintos escenarios se va a hacer más notable a partir del año 2071.
- Mayor aumento de las temperaturas medias en verano que en invierno.
- Mayor diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias.

El mayor calentamiento medio que puede experimentar Asturias sería de 4 °C, a finales de siglo y en el escenario con mayores emisiones.



Cambio relativo (%) del número de días extremadamente cálidos durante el periodo 2071-2100 en dos escenarios de emisiones (B2 y A2) en Asturias (CLIMAS 2009; capítulo 1).



## Cambios extremos de temperatura

(Los cambios proyectados para las temperaturas máximas diarias se expresa en forma de percentil 90)

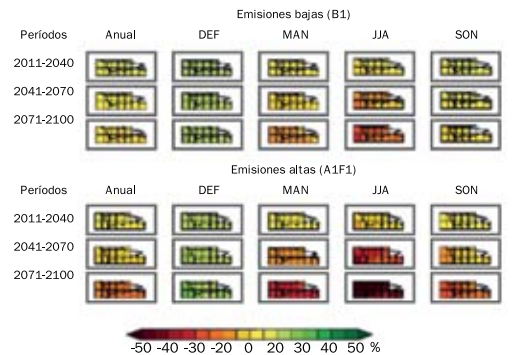
- Aumento de 3° C de las temperaturas máximas en invierno.
- Aumentos superiores a 5° C de las temperaturas máximas en verano, especialmente en los escenarios de mayores emisiones.
- Aumento de las olas de calor desde el litoral hacia el interior.

## Cambios en precipitación

- Disminución progresiva a lo largo del siglo en la precipitación anual.
- La disminución se acelerará a partir de mitad de siglo XXI y en los escenarios de emisiones altas.
- La mayor disminución se esperan en primavera y, especialmente, en verano.
- Durante el otoño la disminución será menor en la mitad oriental.

En general, las reducciones del promedio anual de precipitación podrían situarse por encima del 10%, y alcanzar hasta el 30%

Proyecciones de los cambios relativos (%) anuales y estacionales de la precipitación para el escenario de emisiones bajas B1 (arriba) y de emisiones altas A1FI (abajo)(CLIMAS 2009; capítulo 1).



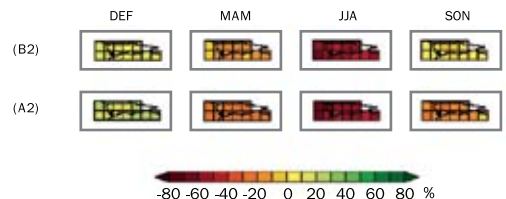
## Cambios extremos de precipitación

- Aumento y disminuciones pequeñas entre  $\pm 10\%$  de las precipitaciones extremas en todas las estaciones del año
- Reducción de los días con precipitaciones extremas, superior al 30% en verano.
- Aumento de los días con precipitaciones extremas en invierno.

## Cambios de otras variables climáticas

- Reducción de la nubosidad, mayor durante el verano.
- Aumento de la velocidad del viento en verano, especialmente en la zona oeste y sur de la región

Cambio relativo (%) en el número medio de días con precipitación extrema durante el periodo 2071-2100 en dos escenarios de emisiones (B2 y A2) en Asturias (CLIMAS 2009; capítulo 1).



# Bibliografía

Archer D, Rahmstorf S (2010) *The climate crisis: An introductory guide to climate change*. Cambridge University Press. Cambridge, 250 pp.

Barry RG, Chorley RJ (1972) *Atmósfera, tiempo y clima*. Ed. Omega. Barcelona, 395 pp.

Battan LJ (1979) *Fundamentals of Meteorology*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 321 pp.

Bonan G (2002) *Ecological climatology. Concepts and application*. Cambridge University Press. Cambridge, 678 pp.

Bradley RS (1988) The explosive volcanic eruption signal in Northern Hemisphere continental temperature records. *Climate change* 12: 221-243.

CLIMAS (2009) *Evidencias y efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias*. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras. Oviedo, 368 pp.

Cuadrat JM, Pita MF (2006) *Climatología*. Ediciones Cátedra. Madrid, 496 pp.

Díaz TE, Mayor M (2003) *La flora asturiana*. Edición actualizada. Real Instituto de Estudios Asturianos. Asturias, 761 pp.

Dow K, Downing TE (2006) *The Atlas of Climate Change. Mapping the world's greatest challenge*. Earthscan Ltd. 128 pp.

Felicísimo AM (1992) El clima de Asturias. *Geografía de Asturias*, Tomo I, capítulo 2: 17-32. Editorial Prensa Asturiana.

Foster Flint R (1971) *Glacial and quaternary geology*. John Wiley y Sons Inc. New York, 906 pp.

Houghton J (2004) *Global warming*. Cambridge University Press. United States of America, 351 pp.

Imbrie J, Imbrie KP (1979) *Ice ages: solving the mystery*. Harvard University Press. 224 pp.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I and II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)].

IPCC, Geneva, Switzerland. Mann M.E y Kump L.R (2009) *Dire predictions. Understanding global warming*. DK Publishing. new York.



Lamb, HH (1977) *Climate: present, past and future. Vol.2: climatic history and the future.* Methuen. London, 837 pp.

Mann ME, Kump LR (2009) *Dire Predictions. Understanding global warming.* DK Publishing Inc. United States, 210 pp.

Merritts D, De Wet A, Menking K (1997) *Envrionmental geology: an Earth system science approach.* W. H. Freeman. New York, 550 pp.

Moreno A, Valero-Garcés BL, González-Sampéris P, Rico M (2008) Flood response to rainfall variability during the last 2000 years inferred from the Taravilla Lake record (Central Iberian Range, Spain). *Journal of Paleolimnology*, 40-3: 943-961.

Oglesgy RJ, Saltzman B (1990) Senticivity of the equilibrium surface temperature of a GCM to changes in atmospheric carbon dioxide. *Geophysical Research Letters* 17: 1089-1092.

Petit JR, Jouzel J, Raynaud D, Barkov NI, Barnola JM, Basile I, Bender M, Chappellaz J, Davis M, Delaygue G, Delmotte M, Kotlyakov VM, Lipenkov V, Lorius C, Pepin L, Ritz C, Saltzman E, Stievenard M (1999) Climate and Atmospheric History of the Last 420,000 Years from the Vostok Ice Core, Antarctica. *Nature* 399: 429-436.

Roberts N (1998) *The Holocene: an environmental history.* Blackwell. Oxford, 344 pp.

Ruddiman WF (2001) *Earth's climate: past and future.* Palgrave Macmillan. 465 pp.

Scotese CR (2008) *The PALEOMAP Project PaleoAtlas for ArcGIS, Volume 2, Cretaceous paleogeographic and plate tectonic reconstructions.* PALEOMAP Project, Arlington, Texas.  
<http://www.scotese.com/>

Smith RL, Smith TM (2001) *Ecología.* Pearson. 664 pp.

Smithson P, Addison K, Atkinson K (2002) *Fundamentals of the physical environment.* Routledge. London, 627 pp.

Strahler A (1974) *Geografía física.* Edit. Omega. Barcelona, 767 pp.

UNEP: United Nations Environment Programme (2005) *Vital climate change graphics.* UNEP/GRID-Arendal. Norway, 24 pp.



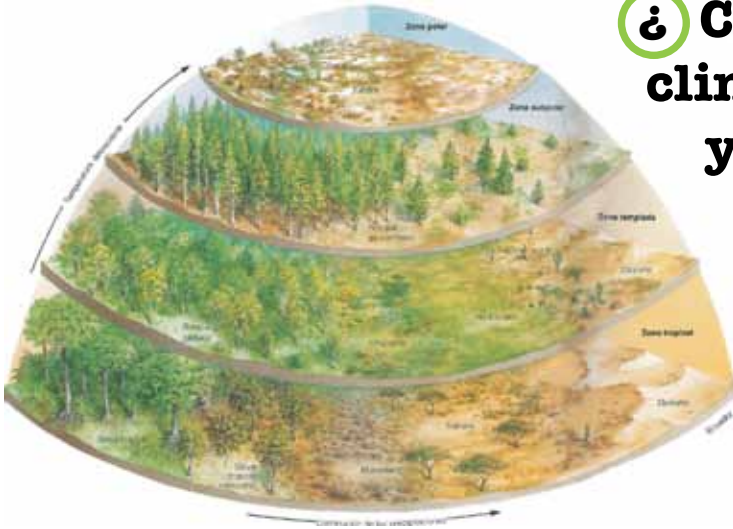
# PARTE 2

## Descripción de los ecosistemas

La naturaleza nos ha  
generado y sostenido  
la hemos transformado  
creando paisajes y  
ambientes nuevos  
en los que convivimos  
con otras especies y  
comunidades que nos  
sostienen y proporcionan  
recursos



## ¿ Cómo influye el clima en especies y ecosistemas?



Distribución de las grandes unidades de vegetación de la Tierra (Biomasa) y su relación con el clima (precipitación y temperatura) (Elsom, 1993).

La parte física del sistema climático (temperatura, pluviosidad, vientos) interacciona con la parte viva de la Tierra, conocida como BIOMAS.

En gran medida el clima va a determinar la distribución de los BIOMAS (asociaciones de vegetación y organismos animales y microbianos) y de los ecosistemas del mundo.

La temperatura y las precipitaciones son críticas para que las plantas produzcan materiales mediante la fotosíntesis. Esta se lleva a cabo gracias a la captura de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera, a la energía que capturan de la radiación solar (luz) y a los nutrientes que toman del suelo o del agua mediante las raíces.

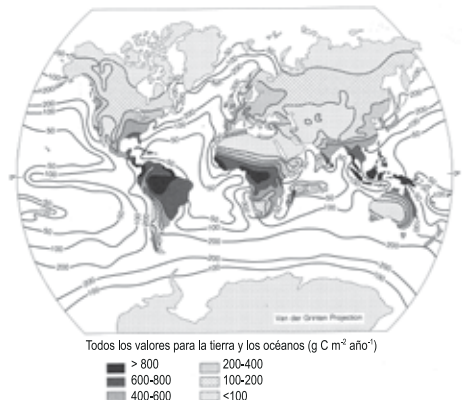
La cantidad de fotosíntesis varía fundamentalmente con los cambios latitudinales de pluviosidad, produciendo diferencias regionales en la productividad de las plantas.

La mayor productividad se localiza en el Ecuador. La fuerte radiación solar junto con temperaturas cálidas y precipitación abundante proporcionan las condiciones favorables para el crecimiento.

En los subtrópicos la productividad está reducida por la escasez de agua.

En las latitudes altas las temperaturas frías limitan el crecimiento de las plantas.

Patrón espacial mundial de la producción vegetal en las tierras emergidas y en el océano ( $\text{g C m}^{-2} \text{año}^{-1}$ ), mucho más elevadas en zonas ecuatoriales y tropicales en los continentes y cerca de las costas en los océanos (Adaptado de Archibold, 1994).





Los biomas mas extensos de la tierra según la latitud son:

**ECUADOR:** biomas denominados bosques tropicales lluviosos, con alta pluviosidad, diversidad y biomasa.

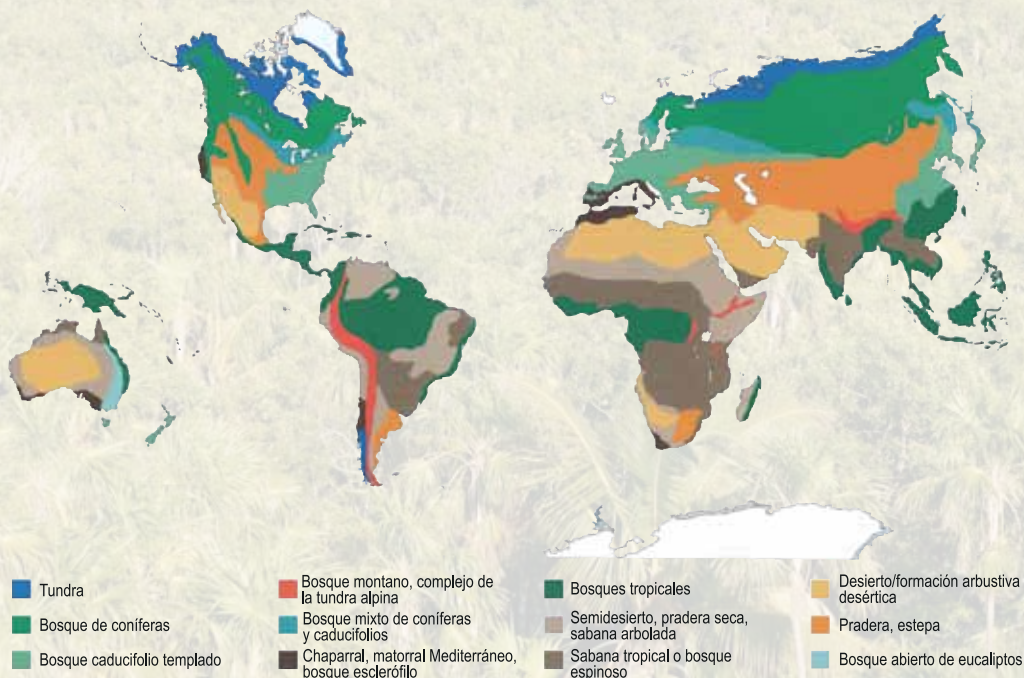
**TRÓPICOS:** zona seca de sabanas, llanuras con árboles dispersos, y de desiertos. La biomasa total disminuye junto con la precipitación según nos movemos en dirección a los trópicos.

**LATITUDES MEDIAS:** zonas muy húmedas con bosques de alta biomasa (NE América, Europa, Asia). Los bosques de coníferas dominan en el Hemisferio Norte.

**LATITUDES ALTAS:** el Océano Ártico está rodeado por una banda de vegetación de tundra. Esta se caracteriza por un suelo helado y cubierto de musgos, líquenes y arbustos.



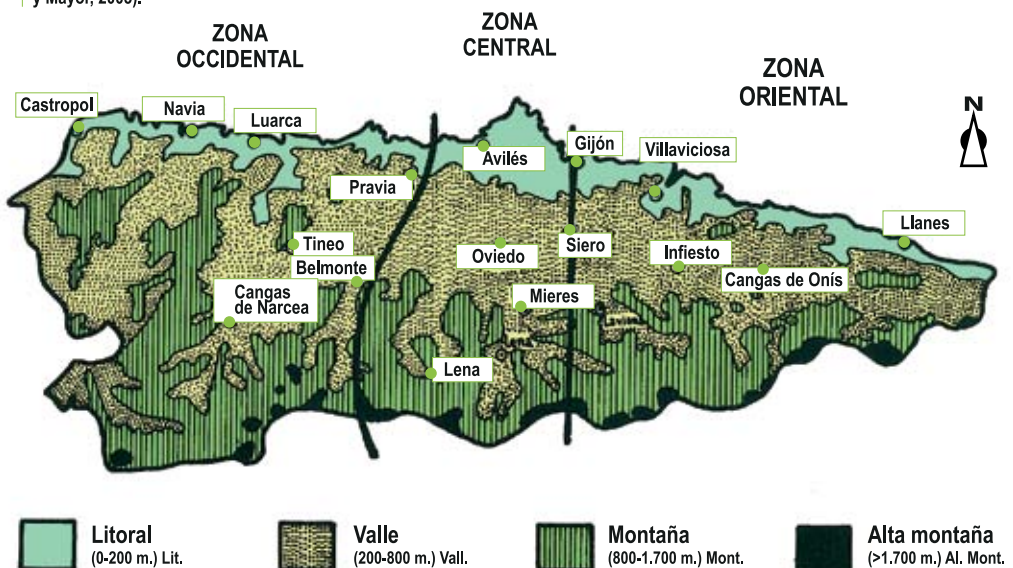
Distribución geográfica de los biomas de la Tierra. Existe relación entre el tipo de bioma y la capacidad productiva de la vegetación (comparar con imagen anterior). Cada tipo de bioma está compuesto por diferentes ecosistemas (Smith y Smith, 2001).

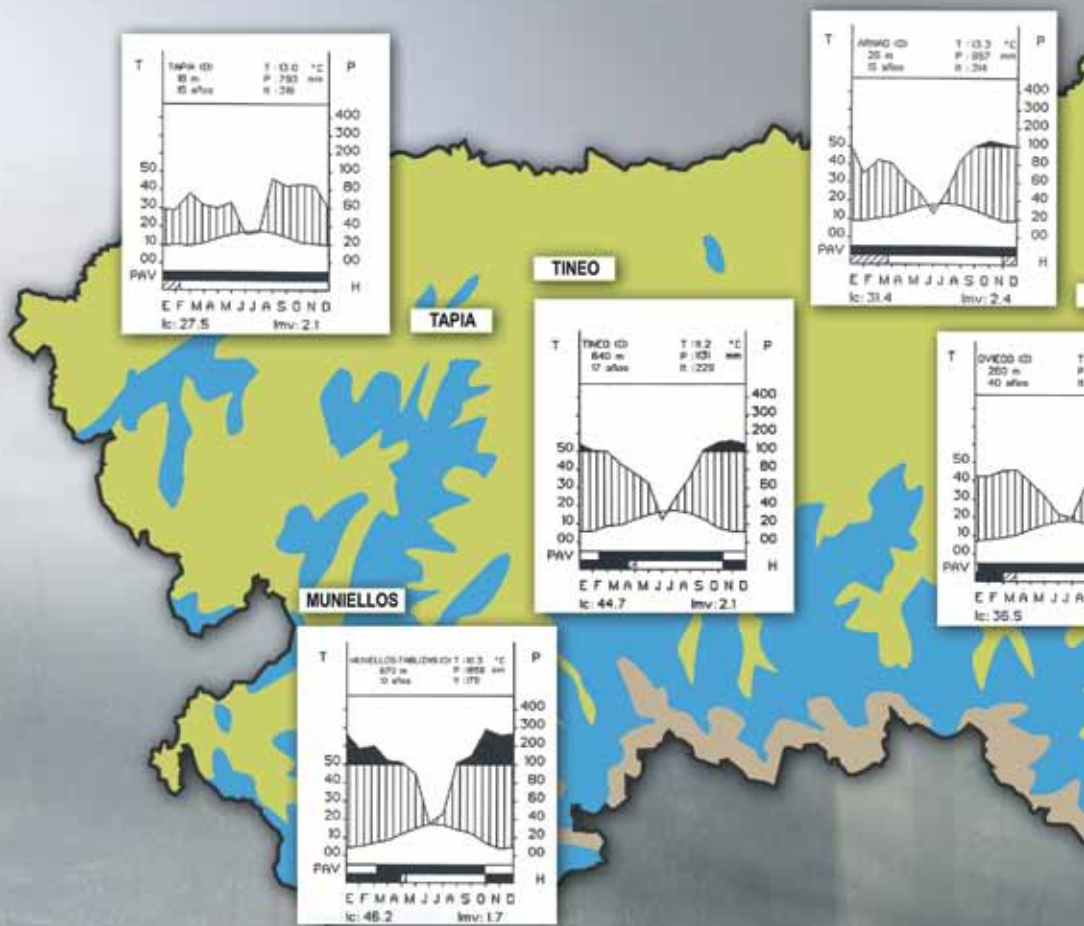


# ¿ Cuáles son los biomas de Asturias?

En ausencia de actividades humanas se desarrolla la **VEGETACIÓN POTENCIAL**, que constituyen los biomas naturales. La distinta distribución de las temperaturas y precipitación en Asturias hace que la disposición de la vegetación potencial no sea tampoco uniforme. Como consecuencia encontramos un gradiente de comunidades tanto de occidente a oriente, como de la zona costera hasta la alta montaña.

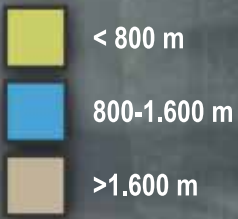
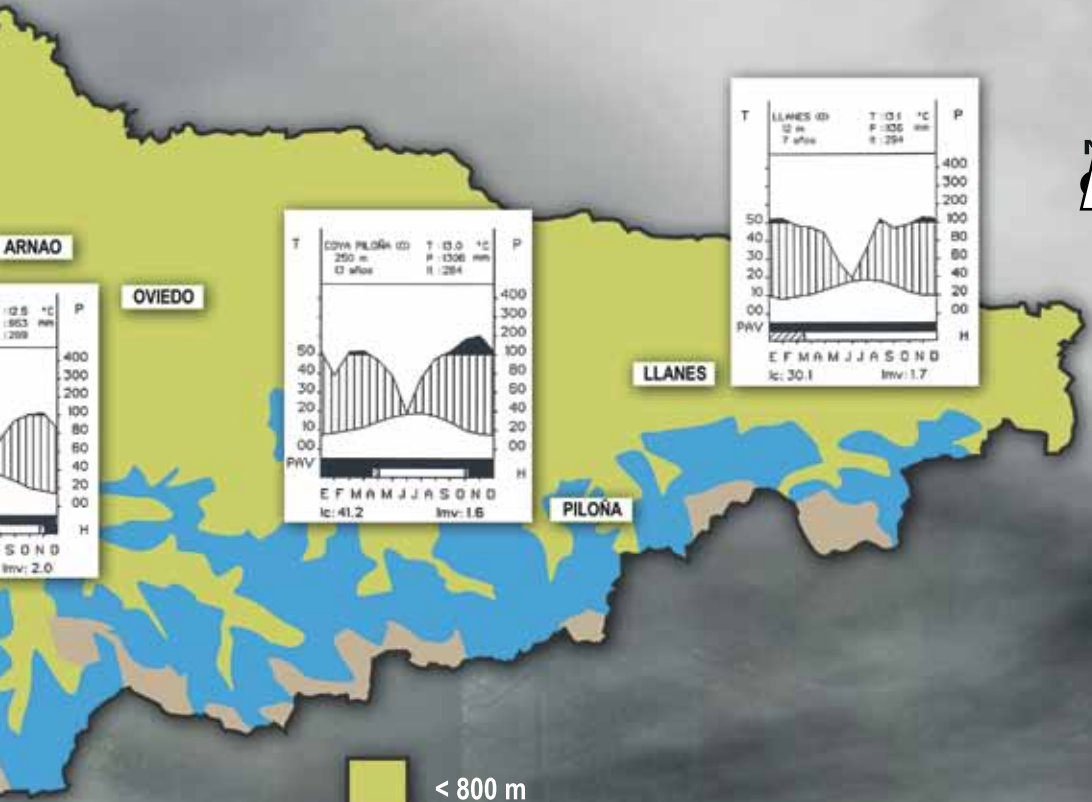
Zonación climática de Asturias muy relacionado con la altitud y con un gradiente este-oeste secundario (Redibujado de Díaz y Mayor, 2003).





Diagramas climáticos en distintas localidades de Asturias localizadas a diferentes altitudes en los que se representan las medias mensuales de precipitación y de temperatura (Redibujado de Díaz y Fernández, 1994).





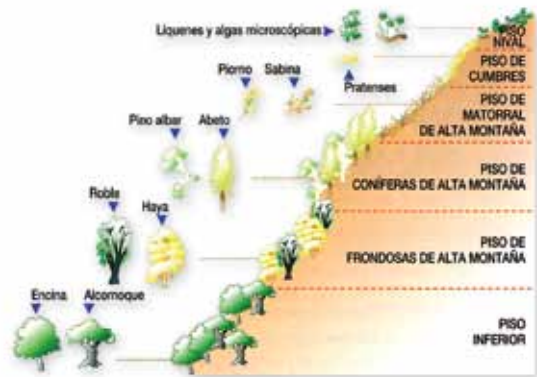
## Gradiente costa-alta montaña

En la zona costera la vegetación potencial es la de playas y dunas, con flores y hojas reducidas, pero también de acantilados. Los bosques se componen de castaños, robles, avellanos, alisos y sauces.

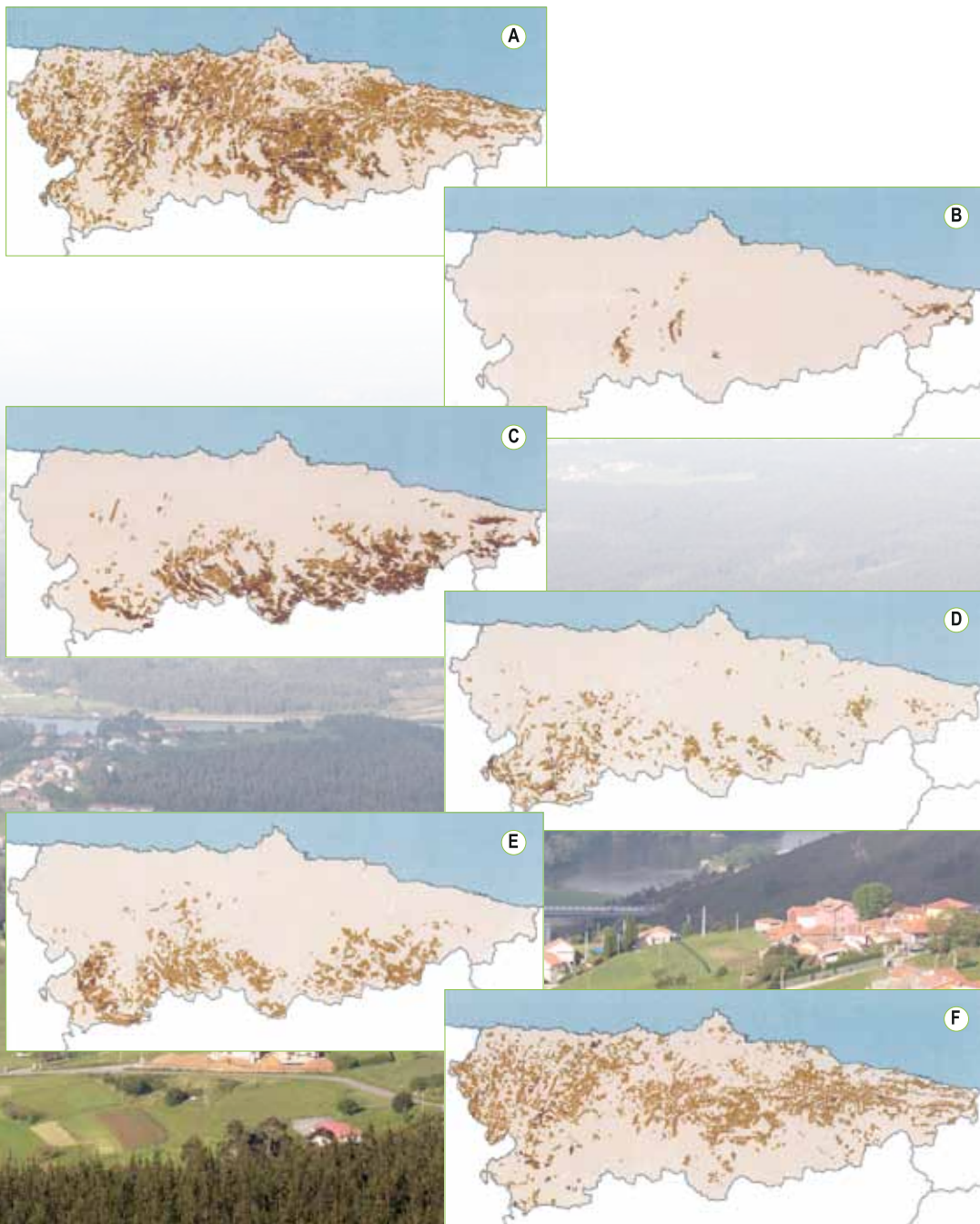
En las zonas de montaña predominan las hayas y los robles, adaptados a las temperaturas frías y las altas precipitaciones.

En las zonas de alta montaña (> 1800 m) desaparece el bosque y todos los elementos leñosos. Es por ello que predominan los matorrales de enebro y las praderas, capaces de soportar los inviernos fríos y prolongados.

Esquema idealizado del gradiente altitudinal de la vegetación existente en una montaña (Miguel et al. 1999).



Distribución espacial del A) Castaño, B) Encina, C) Haya, D) Rebollo, E) Roble albar, F) Roble común en Asturias. Existen zonas con presencia dominante (tono oscuro) y otras zonas con presencia secundaria (tono claro) (Dirección General para la conservación de la Naturaleza, 2007).





## Gradiente oeste-este

### Occidente (1, 5, 6)

Zona de altas precipitaciones, mayores en las zonas de montaña. La vegetación potencial de la zona costera corresponde a carbayedas, apareciendo también vegetación de dunas y marismas. En la zona de montaña dominan los rebollares con alternancia con abedulares.



### Centro (2,4)

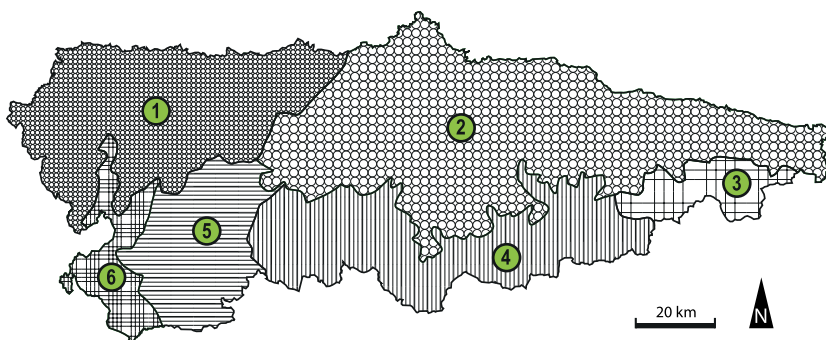
Zona de clima oceánico (temperaturas suaves y abundantes precipitaciones) que se vuelve más continental (grandes diferencias de temperatura verano/invierno, noche/día) hacia el interior. La vegetación potencial de la zona costera corresponde a carbayedas, con alternancia de algunos encinares. En la zona de montaña dominan los hayedos, con algunos rebollares dispersos.

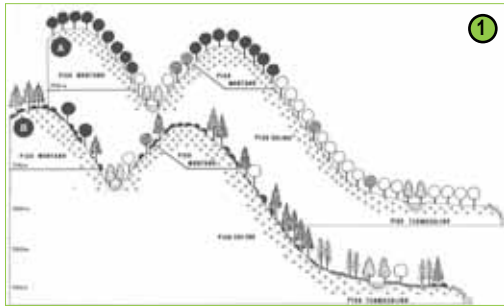
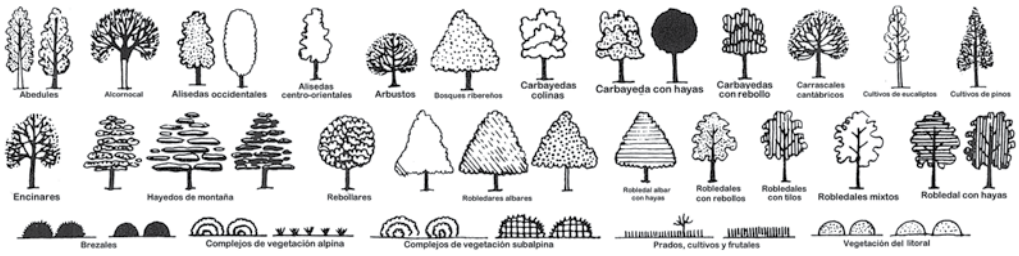


### Oriente (3)

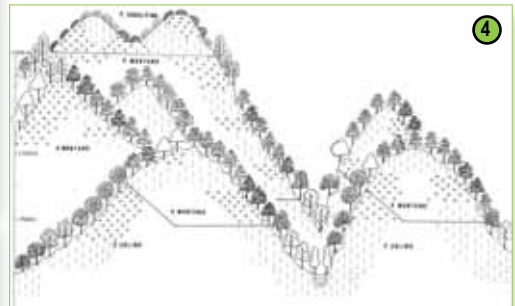
Paisaje dominado por zonas de montaña y alta montaña, con abundantes precipitaciones. La vegetación potencial hasta los 1700 m está dominada por hayedos, con alternancia de algunos robledales. Por encima desaparecen totalmente los árboles dando paso a los matorrales de enebro, tojales y brezales.

Mapa de las unidades biogeográficas de Asturias y la vegetación dominante en cada una de ellas. 1) Zona noroccidental, 2) Zona central, 3) Picos de Europa, 4) Zona centro-meridional, 5) Cuenca del Narcea, 6) Cuenca del Navia-Ibias (Redibujado de Díaz y Fernández, 1994).

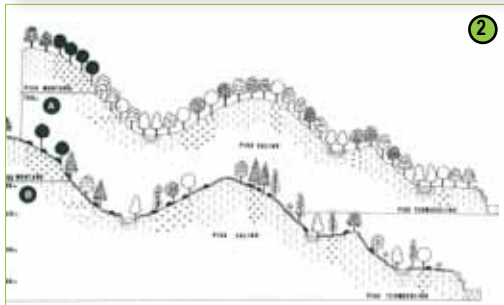




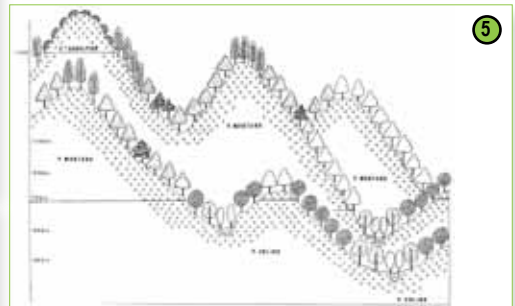
1



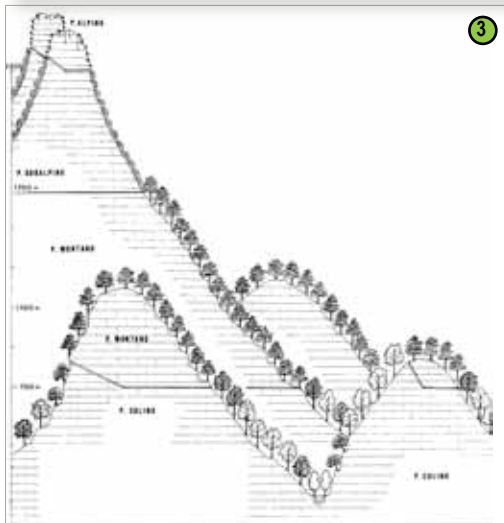
4



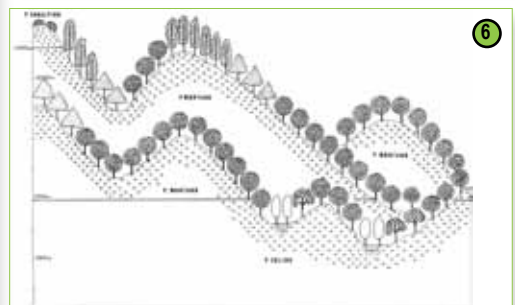
2



5



3



6

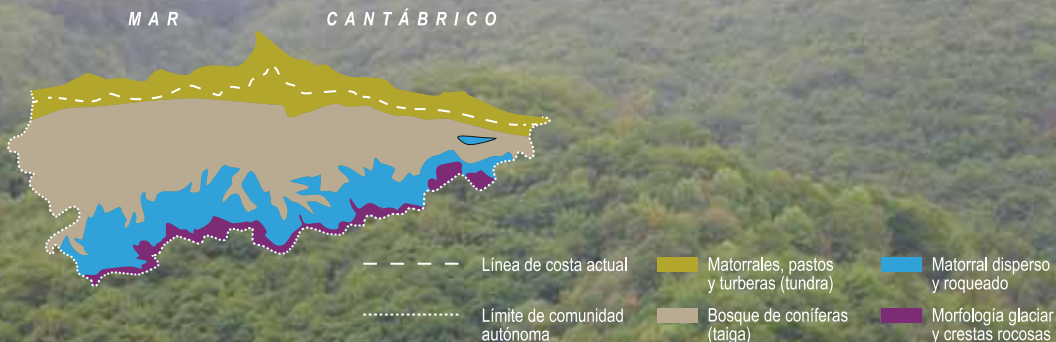


## ¿ Cómo ha sido la transformación del paisaje en Asturias?

El paisaje asturiano ha sido modelado por los ciclos glaciares-interglaciares. Pero el inicio de la agricultura y la ganadería hicieron que la transformación provocada por el hombre a lo largo de la historia ocasionase que el paisaje de hoy en día sea muy diferente.

Antes de la intervención del hombre sobre el paisaje, los ciclos glaciares-interglaciares promovieron la regresión y recolonización de las especies de flora y fauna a lo largo de la historia. Hace 30.000 años las turberas (suelos oscuros inundados ricos en materia orgánica) predominaban en la zona costera, con mayor extensión que en la actualidad. Los matorrales se limitaban a zonas de montaña y los bosques de coníferas a las zonas de valle.

Reconstrucción del paisaje asturiano hace 30.000 años, durante el último periodo glacial cuando el nivel del mar estaba por debajo del actual (Redibujado de Aramburu y Bastida, 1995).



### EVOLUCIÓN DE LA GANADERÍA ASTURIANA ENTRE 1750 Y 1900

Tipo de ganado	Nº de cabezas h.1750	%	Nº de cabezas 1891	%
Caballar	28.111	2,0	8.494	1,3
Mular	-	-	2.018	0,3
Asnal	-	-	3.619	0,6
Vacuno	353.307	24,8	363.977	55,1
Ovino	595.029	41,8	116.402	17,6
Cabrió	197.874	13,9	31.122	4,7
Cerda	278.448	19,5	134.955	20,4
<b>TOTAL</b>	<b>1.424.658</b>	<b>100,0</b>	<b>660.587</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Fuertes Arias (1902) y Anes (1988).

Fue hace 5000 años cuando el hombre comenzó a ser el principal agente transformador del paisaje asturiano, con el inicio de la agricultura y la ganadería. Durante la época romana predominó la minería, pero también había una actividad agrícola y ganadera importante, aumentando la superficie cultivada y la aplicación de técnicas más avanzadas. En la Edad Media Asturias sufre un gran desarrollo de los núcleos urbanos. Todas las aldeas disponían de tierras de explotación y propiedad individual y la madera era una parte importante de la economía.

### REPOBLACIONES FORESTALES EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS DURANTE EL PERIODO 1940-1975

Años	Total
1940-1959	51.593
1960-1964	11.687
1965-1969	7.663
1970-1975	9.903
<b>Total</b>	<b>80.846</b>

Fuente: Matos (1983).

Durante la Edad Moderna predomina la ganadería, apareciendo praderas, huertas y tierras de labor y tierras de pastos. La mayor extensión de cultivos se da en la costa y los valles, que son las zonas de mayor población. Desde el siglo XV empiezan a ser frecuentes los intentos de repoblación del arbolado, siendo los castaños los más utilizados.



## EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA EN ASTURIAS A LO LARGO DEL SIGLO XX REFLEJO EN EL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA

Año	Superficie cultivada (ha)
1900	132.766
1922	112.613
1932	171.622
1940	165.151
1948	160.550
1954	102.600
1960	103.000
1967	90.700
1972	68.500
1976	51.600
1980	46.800
1986	29.400
1992	31.716
1997	29.239

Fuente: Dirección General para la conservación de la Naturaleza, 2007).

Durante el siglo XIX los bosques fueron talados y transformados en pasto para ganado y para plantar cereales. Se produjo un paulatino proceso de sustitución de especies sólo maderables como el carbayo, por otras aptas por su madera y su fruto, como el castaño; también se plantaron frutales. Hasta la mitad del siglo aumenta la superficie cultivada, destacando el maíz y la patata, que estaba generalizada por toda la región.

El desarrollo de la minería del carbón en el siglo XX llevó asociado un alto consumo de madera y energía. Las poblaciones pasaron del campo a la mina, abandonando la actividad agraria y dedicando el terreno a nuevos usos, entre ellos la producción forestal intensiva. Esto impulsa en el siglo XX las plantaciones primero de castaños y luego de pinos y eucaliptos, especies que juntas son actualmente las masas arboladas predominantes.

## CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA TIERRA (HAS) PARA LOS AÑOS 1985 Y 2008

Año	CULTIVOS		PRADOS Y PASTIZALES		TERRENO FORESTAL	
	Herbáceos	Leñosos	Prados	Pastizales	Monte maderable	Monte leñoso
1985	30.775	461	242.193	84.923	266.381	183.730
2008	20.729	1.266	210.940	99.316	341.563	116.256

Fuente: SADEI, La agricultura asturiana.



## ¿Cómo influye el clima en los recursos humanos?

Los humanos han alterado la distribución de los biomas y la biodiversidad, transformando los ecosistemas y su funcionamiento. A nivel global más del 75% de la Tierra ha sido alterada por los asentamientos humanos y el uso de la tierra, coincidiendo con las zonas con condiciones climáticas favorables.

Si en vez del clima se tiene en cuenta la influencia directa de los humanos sobre los ecosistemas se pueden definir los llamados 'biomas antropogénicos'. Es una forma alternativa de visualizar la Tierra teniendo en cuenta:

- las poblaciones (urbano, no urbano)
- el tipo de uso de las tierras (pastos y cultivos)
- la cobertura del suelo (bosques y tierra descubierta)

En Asturias se identifican 8 tipos posibles de biomas antrópicos.

Biomas antrópicos que se han desarrollado en Asturias, reflejo de la intensidad de la intervención humana (Redibujado de Ellis y Ramankutty, 2008).



En la zona central se engloban los principales núcleos urbanos, áreas con alta degradación del paisaje (11,12). Alternando aparecen pueblos con cultivos mixtos (26). En la mitad norte de Asturias predominan las zonas residenciales con una mezcla de árboles y tierras de cultivo, asociados con áreas de alta precipitación (32). En la mitad sur las poblaciones están reducidas y predominan los bosques con agricultura (51). En los valles existen de forma dispersa zonas de cultivo con poblaciones pequeñas (34). En las zonas de montaña se encuentran algunos bosques naturales pero explotados ahora o en tiempos no lejanos (52).

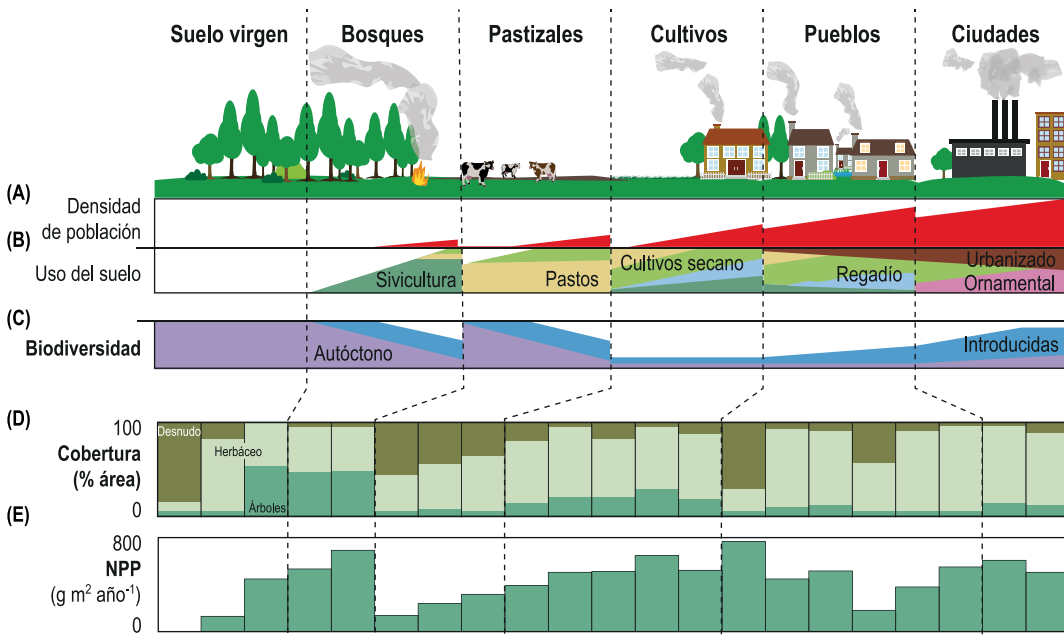
La distribución heterogénea de estos biomas está relacionada con las condiciones climáticas. Los humanos tienden a usar primero las tierras más productivas que van asociadas a condiciones climáticas favorables. En Asturias las zonas costeras y los valles son los más intensamente explotados, siendo la ganadería y la agricultura los principales

agentes de esta transformación. Esto ha producido la casi total eliminación de los bosques de hayas en estas áreas. Actualmente dominan los terrenos de cultivo, pastizales y núcleos urbanos estando las superficies arboladas reducidas a rodales o pequeñas manchas forestales.



Las zonas de montaña con climas más fríos están menos pobladas. Cada vez están más des pobladas por el desplazamiento hacia las zonas industrializadas de sus pobladores, que abandonan los usos tradicionales del terreno. Por lo tanto conservan las mayores extensiones de bosque caducifolio de Asturias.

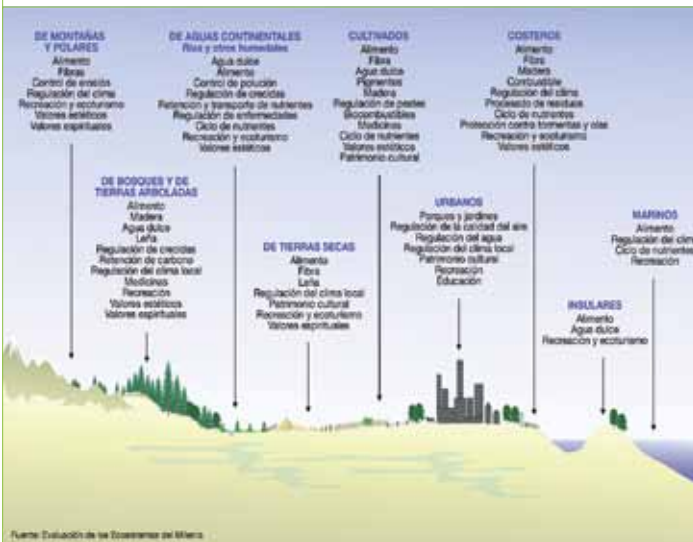
Modelo conceptual de los biomas antrópicos estructurados según A) la densidad de población, B) el uso de la tierra (porcentaje de área de tierra), C) la biodiversidad (especies nativas frente a no nativas + domésticas), D) cobertura de suelo, E) producción primaria de la vegetación (PPN) (Redibujado de Ellis y Ramankutty, 2008).



## ¿ Qué son los servicios ecosistémicos?

La BIODIVERSIDAD es el conjunto de especies, comunidades, ecosistemas y ambientes que componen el planeta. La diversidad es importante ya que es el sistema sostén que mantiene las condiciones y proporciona recursos que mantiene a las poblaciones. Al conjunto de los servicios o recursos que obtenemos se les denomina **SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**, que son múltiples y variados, desde la regulación ambiental, la depuración natural del agua, el mantenimiento o regeneración de suelos hasta la polinización de los cultivos y los productos de los que nos alimentamos.

Algunos de los servicios que proporcionan distintos ecosistemas a las poblaciones humanas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



La mayoría de las poblaciones se encuentran asentadas en los biomas urbanos y en los pueblos, cerca de los ecosistemas de los que toman sus recursos, como las tierras de cultivo. Esto hace que los ecosistemas terrestres se transformen para la agricultura, silvicultura y otros usos, alterando su composición, funcionamiento y otros servicios que nos prestan.

Distintos tipos de ecosistemas proporcionan distintas combinaciones de servicios de los que beneficiarse. A su vez estos servicios pueden ser de distintos tipos en función de los bienes que nos proporcionan.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	
<b>Servicios de apoyo</b> Responsables indirectos de los demás servicios ya que son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas. Entre ellos se cuentan la formación de suelos y los procesos de crecimiento de las plantas.	<b>Servicios de aprovisionamiento</b> Suministran bienes que benefician directamente a las personas. Suelen tener un claro valor económico, como la leña, las plantas medicinales y los peces.
<b>Servicios reguladores</b> Son las funciones vitales desempeñadas por los ecosistemas. Entre ellos se cuentan la regulación del clima o la protección frente a los desastres, como el deslizamiento de tierras.	<b>Servicios culturales</b> No ofrecen beneficios materiales directos pero inciden en la predisposición de las personas a costear los gastos de la conservación. Entre otros está la belleza estética de los paisajes o las formaciones costeras que atraen a los turistas.
Fuente: Millennium Ecosystem Assessment, 2005.	

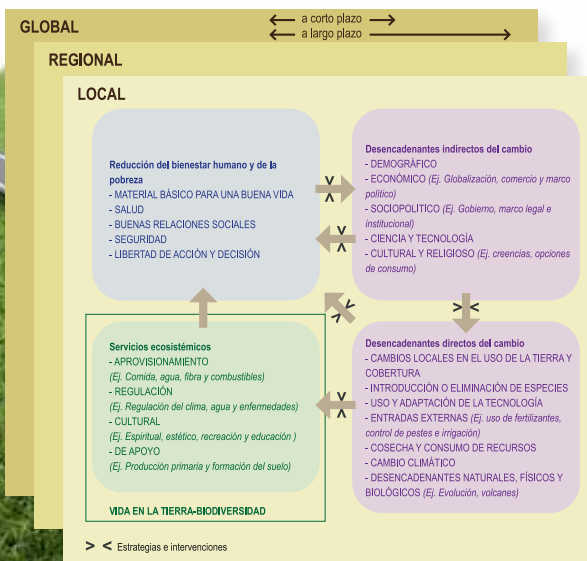
La capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios va a depender de complejas interacciones biológicas, químicas y físicas además de verse afectados directa o indirectamente por las actividades humanas. El aumento en la degradación de los ecosistemas combinado con el aumento de la demanda de servicios ecosistémicos, hace que todos los componentes del bienestar humano, se vean comprometidos. Los servicios más importantes para el bienestar humano, de aprovisionamiento y regulación, son además los más impactados por las actividades humanas.



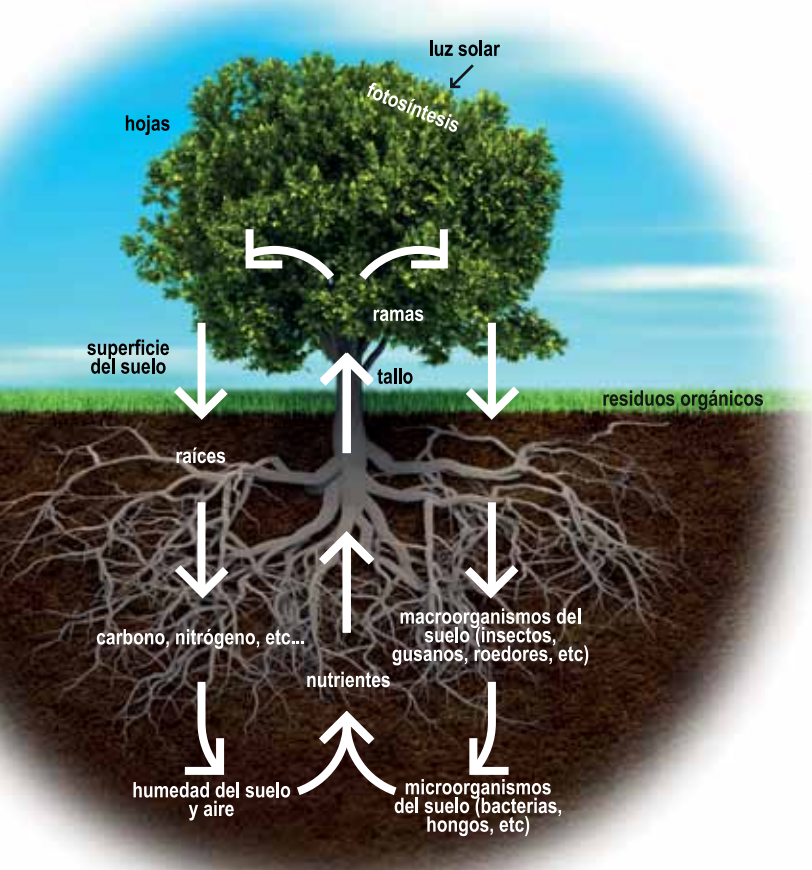
Relaciones que se dan entre los distintos servicios de los ecosistemas y los componentes del bienestar humano. Se indica la posibilidad de intervención de factores socioeconómicos y la intensidad de las conexiones (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



Los servicios ecosistémicos también están influenciados por los factores indirectos que afectan la biodiversidad, como los cambios demográficos y económicos o el desarrollo científico y tecnológico. Todos los generadores de cambio acaban impactando sobre el bienestar humano y las sociedades y pueden tener su efecto desde una escala local hasta una global, así como manifestarse a corto o largo plazo.



Esquema conceptual de las interacciones entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con el bienestar humano y los desencadenantes directos e indirectos de cambios. Todas estas interacciones pueden ocurrir a muy diversas escalas desde la local a la global (Adaptado de Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



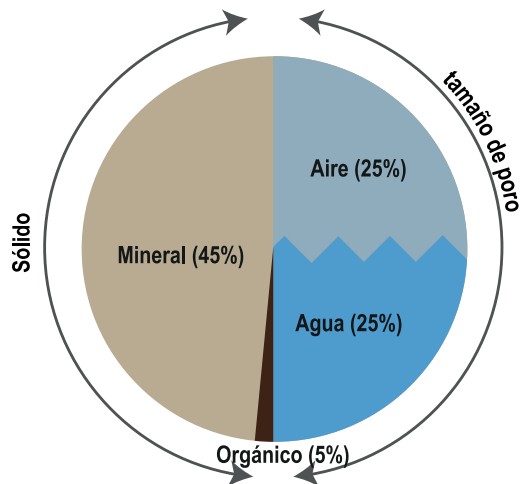
## ¿ Qué es un suelo?

El suelo es el medio donde se sustentan los vegetales y el lugar de donde obtienen el agua y los nutrientes y, por tanto, la base de todos los ecosistemas terrestres. También constituye el hábitat para muchos animales. La vegetación influye en la formación del suelo, sobre sus propiedades físicas y químicas y su contenido en materia orgánica.

Esquema del papel que juegan los organismos en la formación de los suelos y los procesos mediante los cuales se lleva a cabo; se destacan sobre todo los componentes orgánicos base de la fertilidad de los suelos (Redibujado de Hillel, 2008).

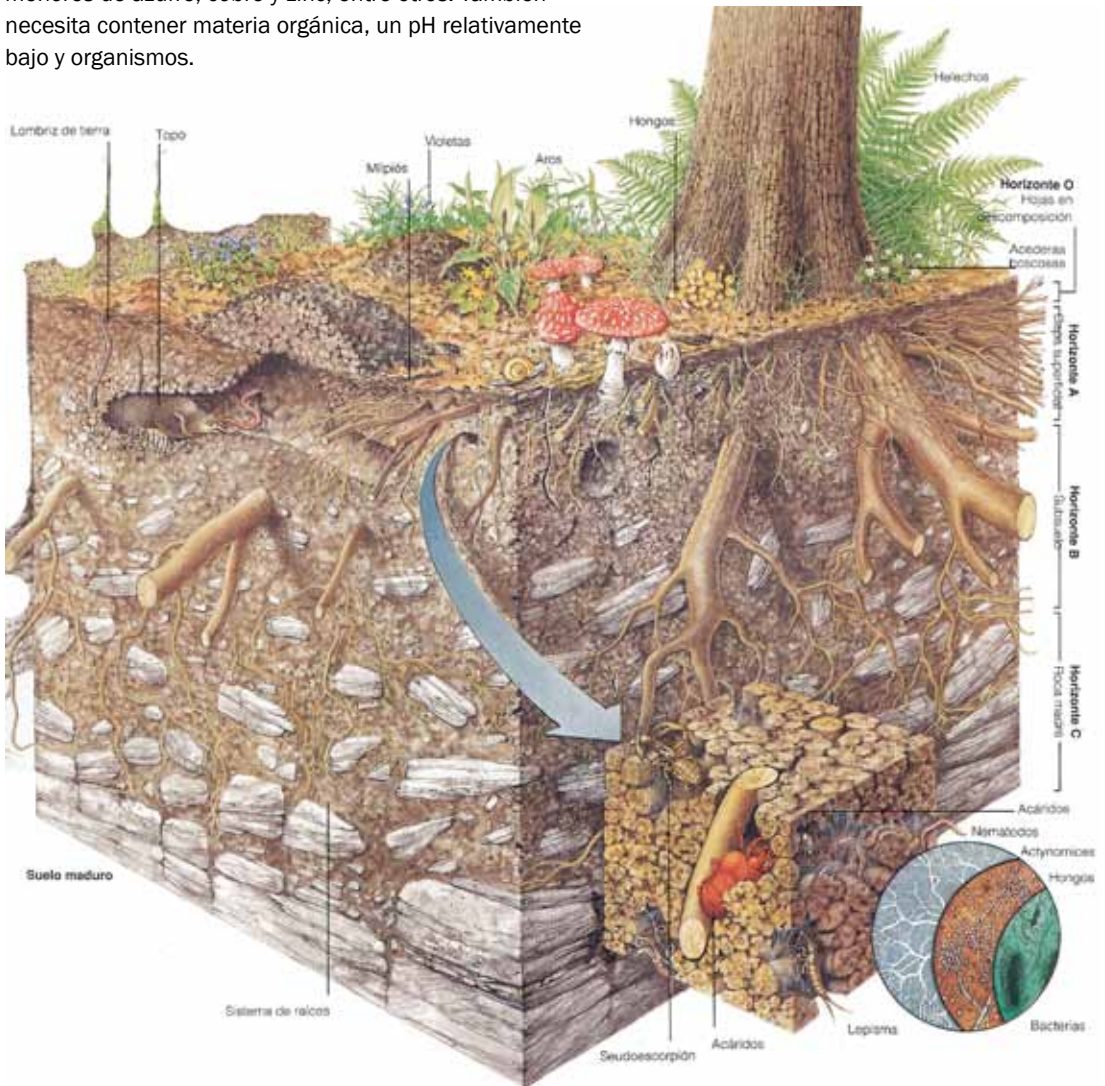
### Los principales componentes de un suelo son:

- Partículas minerales: de la roca madre del suelo o de aportes externos.
- Compuestos orgánicos: El principal componente es el humus, producto final de la descomposición de la materia orgánica (restos de hojas y ramas, cadáveres, etc).
- Organismos vivos: modifican la estructura y a la composición del suelo.
- Aire y agua: contiene gran número de sustancias y gases disueltos, esenciales para la supervivencia de las plantas y animales.



Composición media (en volumen) de los suelos basándose en sus constituyentes (Redibujado de Gerrard, 2001).

La parte orgánica es la que establece la fertilidad de un suelo. Esta se determina por la presencia en el suelo de nutrientes en forma disponible para las plantas y en cantidades adecuadas para permitir su crecimiento. Las plantas necesitan cantidades importantes de algunos elementos: nitrógeno, potasio y fósforo; y cantidades menores de azufre, cobre y zinc, entre otros. También necesita contener materia orgánica, un pH relativamente bajo y organismos.

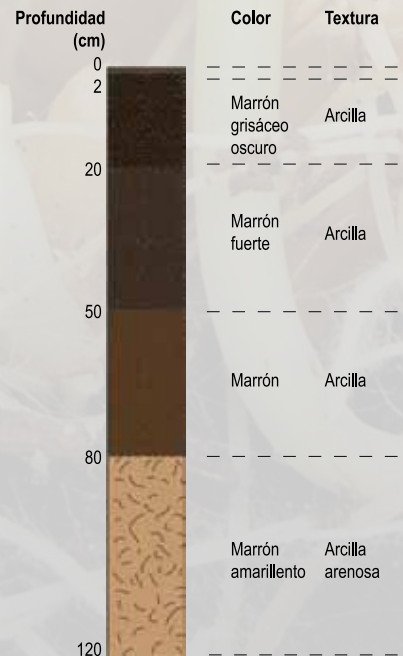


Estructura de un suelo maduro. La capa superior corresponde a hojas en descomposición, por debajo dominan las raíces de las plantas y algunos animales. En la parte inferior encontramos partículas y organismos más pequeños, pasando a dominar la componente mineral del suelo a mayor profundidad (Elsom, 1993).

Mapa de suelos de Asturias (Redibujado de CEC, 1985).



Perfil vertical característico de los suelos marrones (Adaptado de FAO/UNESCO, 1989).

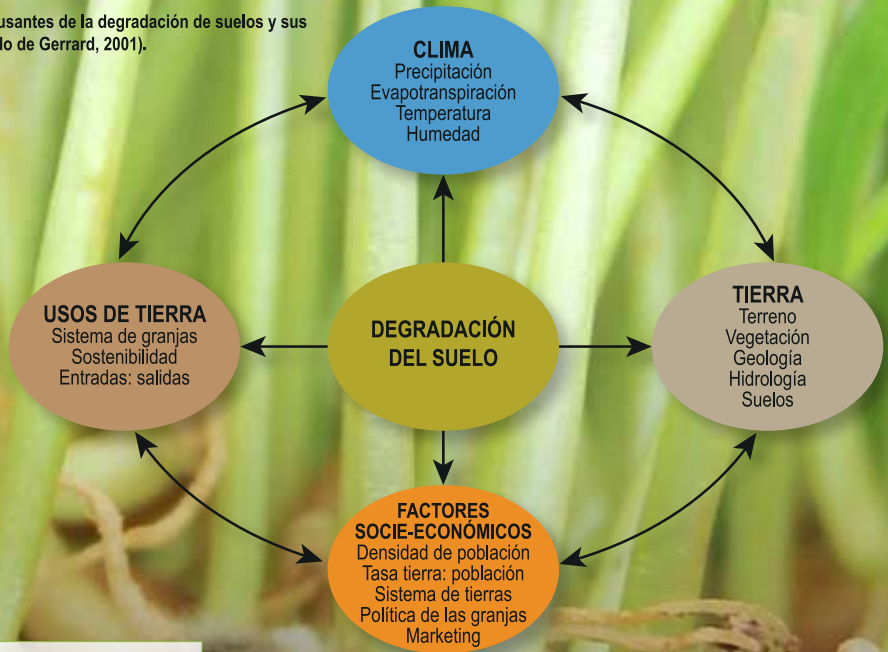


### Los suelos predominantes en Asturias son:

- Zona occidental: predominan los suelos silíceos oscuros, ricos en materia orgánica y pobres en nutrientes, y los suelos pardos uniformes.
- Zona central y oriental: predominan los suelos calcáreos arcillosos, típicos en bosques caducifolios, y los suelos pardos ricos en calcio.



Principales procesos causantes de la degradación de suelos y sus interacciones (Redibujado de Gerrard, 2001).



Perfil vertical característico de los suelos arcillosos (Adaptado de FAO/UNESCO, 1989).

Profundidad (cm)	Color	Textura
0 - 2	---	---
2 - 12	Gris oscuro	Arcilla limosa
12 - 32	Gris	Arcilla limosa
32 - 80	Marrón	Arcilla plástica de limo
80 - 120	Marrón amarillento	Arcilla arenosa

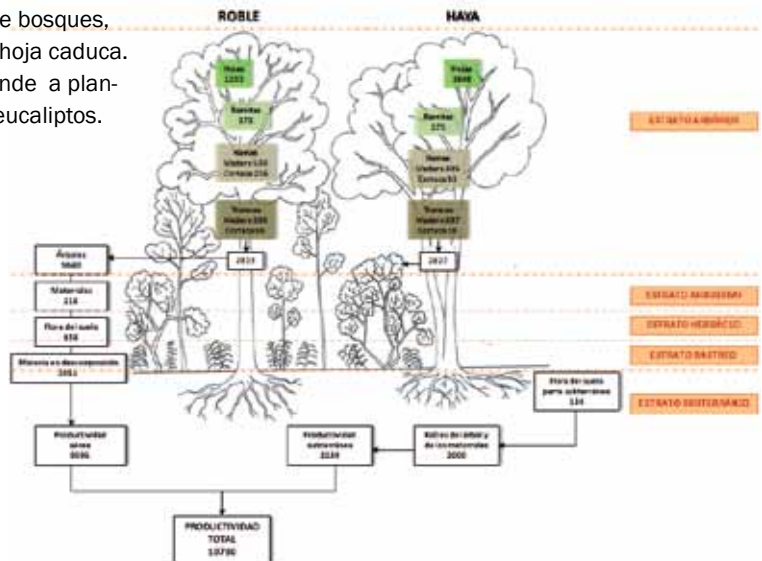
La degradación del suelo es un problema importante causado principalmente por la acción del hombre. El desarrollo de las poblaciones y el uso de la tierra sin el manejo correcto, especialmente en la agricultura, hace que se degraden las capas fértiles superficiales. Lluvias intensas y otros factores naturales también afectan a la estructura y composición del suelo.

# ¿ Qué es un bosque y qué servicios nos presta?

Los bosques son zonas en las que la vegetación dominante es arbórea, son uno de los ecosistemas que más servicios ecosistémicos prestan. Los bosques se organizan verticalmente en estratos. Cada estrato se compone de distintas especies que van a contribuir de manera diferente al funcionamiento y productividad del bosque. Bajo la copa de los árboles crecen otras plantas, cuyo conjunto constituye el sotobosque (matorrales, hierbas y musgos).

La vegetación natural de Asturias estaba dominada por los bosques, pero ya en el siglo XIX, la deforestación alcanzó proporciones considerables.

Actualmente cerca del 40% de la superficie de la región está cubierta de bosques, predominando los bosques de hoja caduca. Una parte importante corresponde a plantaciones forestales de pinos y eucaliptos.



Esquema en el que se señala la producción vegetal - producción primaria - anual (kg peso seco por hectárea) en un bosque mixto europeo y las capas verticales en las que se distribuyen los diferentes estratos de un bosque (Redibujado de Duvigneaud y Denaeyer-De, 1970 y Miguel et al. 1999)

## Algunos de los servicios ecosistémicos del bosque son:

**Biodiversidad:** reservorio de innumerables recursos biológicos; mantienen el funcionamiento del ecosistema y los servicios que el bosque proporciona.

**Protección del agua y el suelo:** reducen y previenen el riesgo de riadas y deslizamiento de ladera y depuran el agua haciéndola potable.

**Fibra, combustibles y productos maderables:** la madera es el producto más importante económicamente del bosque; la leña es una importante fuente de energía.

**Productos no maderables:** productos comestibles, forraje para animales domésticos, medicinas, cosméticos, materiales de construcción, resinas, látex.

**Secuestro de carbono:** juegan un papel importante en el ciclo global del carbono y en consecuencia en la regulación del sistema climático global.

**Valores socioculturales y servicios:** proporcionan servicios espirituales y recreacionales a través del turismo.

## SUPERFICIE DE ESPECIES FORESTALES (HA) PARA EL AÑO 2009 EN ASTURIAS

Chopo	55
Coníferas	50.035
Frondosas	239.022
Coníferas y frondosas	46.918
<b>Total</b>	<b>336.031</b>

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009.

Principales tipos de servicios ecosistémicos que proporciona los bosques (Redibujado de Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



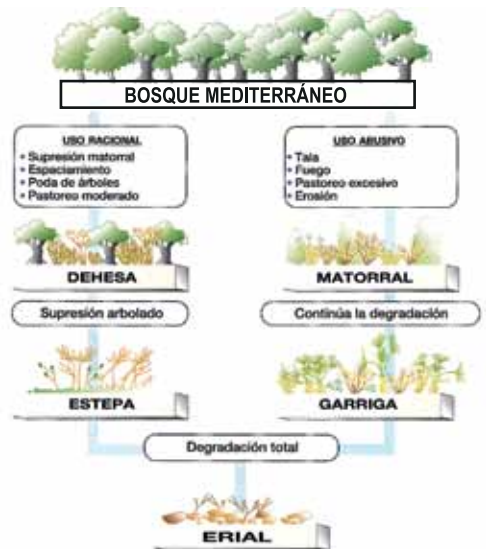


## ¿ Qué es un matorral y qué servicios nos presta?

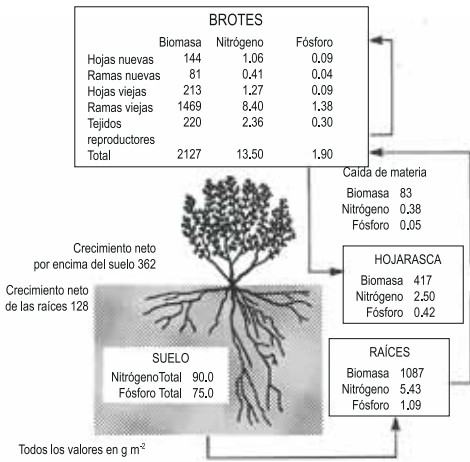
El matorral es un ecosistema originado por la acción humana compuesto por la asociación de arbustos. La vegetación típica son los brezos, retamas o escobas y tojos o árgomas, y entre la fauna destacan el corzo y el jabalí. Son ecosistemas que se utilizan para el pasto del ganado.

El matorral es un tipo de vegetación resultado de la degradación de ecosistemas forestales. Las alteraciones humanas, tales como la roza del terreno, los fuegos repetidos en el tiempo o la explotación forestal poco cuidadosa hacen que los suelos se empobrezcan en nutrientes y en humus. Los bosques al no tener la concentración de nutrientes necesaria para desarrollarse degeneran dando paso a comunidades de arbustos.

Proceso de degradación que sufre un bosque mediterráneo y que hace que aparezcan nuevos ecosistemas y que disminuyan los servicios ecosistémicos de los bosques (Miguel *et al.* 1999).



Distribución de la biomasa y de la producción anual – medidos como cantidades de nitrógeno y fósforo – en un ecosistema de matorral (Adaptado de Mooney y Rundel, 1979).



El éxito de los arbustos en los suelos degradados depende de su capacidad para competir por los nutrientes del suelo, la energía y el espacio. Invierten menor energía y nutrientes que los árboles en las raíces, lo que les da ventaja sobre ellos. Los arbustos presentan ciclos de vida de entre 15 y 20 años.

La quema de bosques para mantenerlo como zonas de pastos es el principal factor para la aparición de los matorrales. El paisaje típico de una zona sin quema ni pastoreo son los bosques, con algún matorral disperso y pasatizales. Cuando una zona se quema frecuentemente o se utiliza para el pastoreo desaparecen los bosques y dominan las comunidades de brezales, pastizales y praderas de *Agrostis*.

Transiciones entre diferentes tipos de comunidades, bosque, matorral y praderas en función de la frecuencia de quemaduras de especies en un bosque A) sin quema, B) con quemaduras frecuentes, C) con quemaduras ocasionales. Las flechas gruesas representan transiciones comunes, las delgadas transiciones menos frecuentes. Las especies situadas a la izquierda tienden a acidificar los suelos, las de la derecha contrastan los impactos producidos sobre el suelo (Redibujado de Miles, 1985).



**SIN QUEMA Y BAJA PRESIÓN DE PASTOREO**



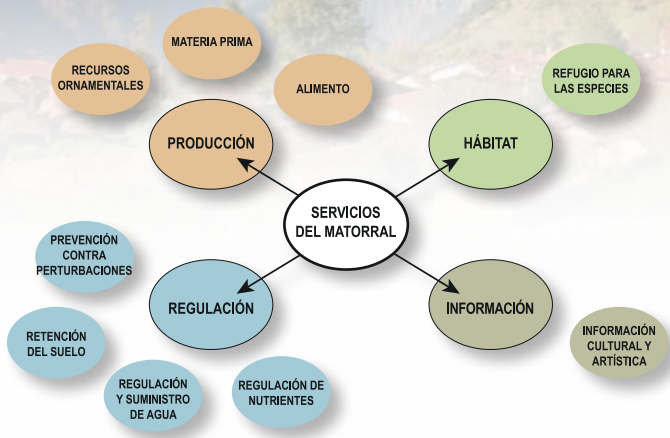
**QUEMA FRECUENTE Y ALTA PRESIÓN DE PASTOREO**



**QUEMA OCASIONAL Y PRESIÓN DE PASTOREO INTERMEDIA**



Servicios ecosistémicos proporcionados por un ecosistema de matorral  
(Adaptado de Rodríguez et al. 2006).



En Asturias los matorrales cubren grandes extensiones de la montaña media y alta, incluso si se compara con la superficie forestal. Esto es debido a que las alteraciones históricas del terreno han afectado seriamente al potencial de los suelos y a la capacidad de regeneración de los bosques.

El matorral ofrece un hábitat excelente, con recursos alimentarios y buen refugio para la fauna silvestre. En estas zonas también se corta leña en cantidades pequeñas y hierba para aprovechamiento forrajero.

#### SUPERFICIE FORESTAL Y DE MATORRAL (HA) PARA EL AÑO 2009 EN ASTURIAS

	Total
Superficie forestal	336.031
Matorral	214.630

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009.



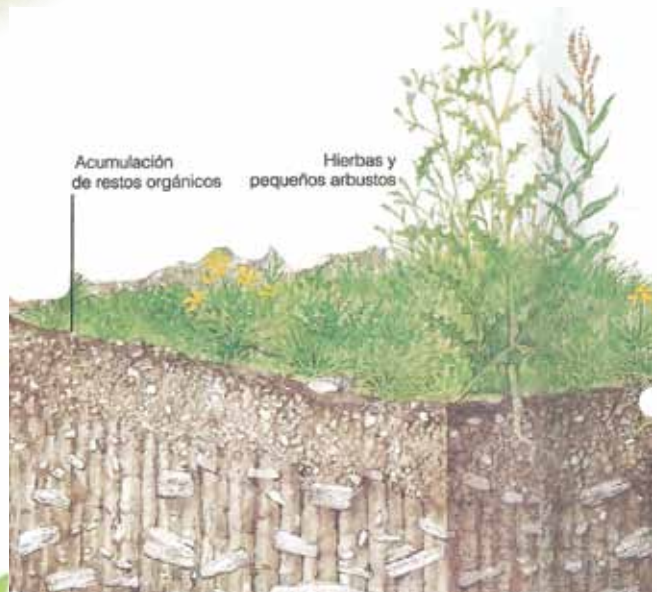


## ¿ Qué es una pradera y qué servicios nos presta?

La acción humana transforma los bosques para aprovechamiento ganadero, dando lugar a praderas y pastizales.

Los árboles han sido eliminados por el fuego, por pastoreo y ramoneo de herbívoros que impiden su regeneración o por tallas.

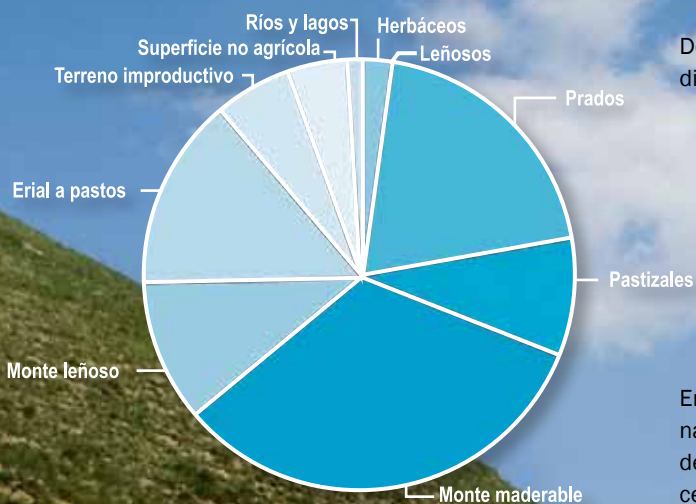
Las praderas son comunidades en las que predominan las plantas de pequeño tamaño como los céspedes y los matorrales. Aparecen en áreas de Asturias con precipitaciones superiores a los 1300 mm, con suelos profundos y ricos en materia orgánica. Dependiendo de la intensidad de la explotación poseen alta o baja diversidad animal y vegetal.



Estructura típica de una pradera. La parte aérea se caracteriza por hierbas y pequeños matorrales. Los suelos presentan una gran profusión de raíces no muy profundas, y con una capa orgánica superficial importante pero no profunda. Debajo, la capa orgánica tiene poco grosor (Elsom, 1993).



Asturias tiene una extensión mayor de 600.000 ha de praderas y pastizales. Esto se explica por la importancia que tiene el sector ganadero en la región que necesita de extensas superficies para alimentación del ganado. Desde 2002 la superficie dedicada a prados y pastizales se ha incrementado en casi un 29 %. También se utilizan terrenos para cultivos forrajeros, como las leguminosas y recientemente el maíz forrajero.

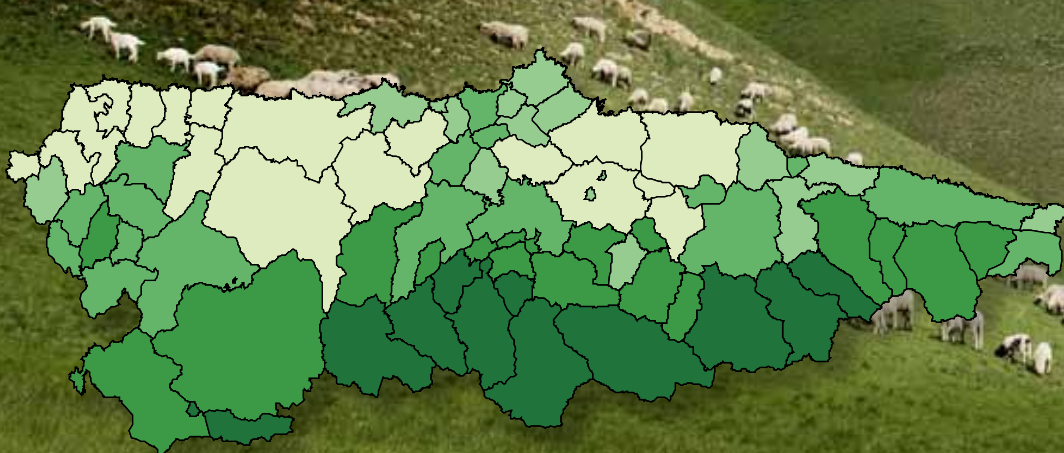


Desde el punto de vista del manejo se diferencian:

- Pastizales de siega: segados en las épocas estivales y están normalmente irrigados.
- Pastizales de diente: raras veces son segados y normalmente son pastoreados por el ganado ovino o vacuno en diferentes épocas del año.

En Asturias la mayor superficie de pastos naturales y pastizales se localiza al sur de la región, especialmente en las zonas central y occidental, donde se registran valores de precipitación altos (ver capítulo 1, pág. 30).

Extensión en el año 2007 en Asturias de los diferentes tipos de vegetación y uso de la tierra (Ha). La mayor extensión se encuentra en bosques, plantaciones arbóreas, prados y pastizales (Redibujado de SADEI, La agricultura asturiana).



Pastos Naturales + pastizales. Superficie agrícola

- 99% a 99,7% (12)
- 91% a 95% (19)
- 66% a 87% (19)
- 95% a 99% (19)
- 87% a 91% (18)

Porcentaje por concejos de la superficie agrícola dedicada a pastizal y pastos naturales en el Principado de Asturias (Redibujado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008).



Dentro de la categoría de prados y pastizales se pueden encontrar las siguientes asociaciones:

**Prado natural:** terrenos no sembrados susceptibles de aprovechamiento mediante siega al menos una vez al año. Pueden ser utilizados para pasto o cultivos.

**Pastizal de alta montaña:** aprovechados preferentemente en verano a diente.

**Pastizal:** pastos naturales susceptibles de aprovechamiento mediante pastoreo. No se labran, al menos periódicamente. Son los más abundantes en Asturias.

**Pastizal-matorral:** cuando la superficie que cubre el matorral alcanza o supera el 20%. El aprovechamiento prioritario es el ganadero.



#### SUPERFICIE DE PRADOS Y PASTIZALES (HA) PARA EL AÑO 2009 EN ASTURIAS

	Secano	Regadío	TOTAL
Prados naturales en regadío	-	1.299	1.299
Prados naturales en secano	185.069	-	185.069
Pastizal alta montaña	124.175	-	124.175
Pastizales	41.166	-	41.166
Pastizal matorral	46.326	-	46.326
<b>TOTAL</b>	<b>396.737</b>	<b>1.299</b>	<b>398.036</b>

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009.





## ¿ Cómo se explota el ganado?

La ganadería es una actividad económica en la que se crían animales para su posterior explotación.

Los principales productos derivados son la carne, la leche, los huevos y la lana. En Asturias la ganadería juega un papel importante en la economía agraria y la organización económica de toda la región, siendo las explotaciones de bovinos las más abundantes.

### Los tipos de ganaderías son:

- **Bovina:** producción de leche, carne y cuero (Vacas y toros).
- **Ovina:** producción principalmente de lana y secundariamente de leche y carne (Corderos y ovejas).
- **Caprina:** producción de leche y carne (Cabritos y cabras)
- **Porcina:** producción de carne y grasa (Cerdos y lechones).
- **Equina:** producción de carne y trabajo (Caballos, mulas y asnos).
- **Aves:** producción de huevos y carne (Gallinas, pollos, pavos, patos y ocas).

NÚMERO DE EXPLOTACIONES SEGÚN EL TIPO DE GANADERÍA PARA LOS AÑOS 1999 Y 2007 EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Tipo de ganadería	1999	2007
Bovino	28.600	19.272
Ovino	5.074	2.643
Caprino	1.766	1.042
Porcino	13.578	7.984
Equino	14.184	8.956
Aves	25.971	18.835
<b>TOTAL</b>	<b>89.183</b>	<b>58.732</b>

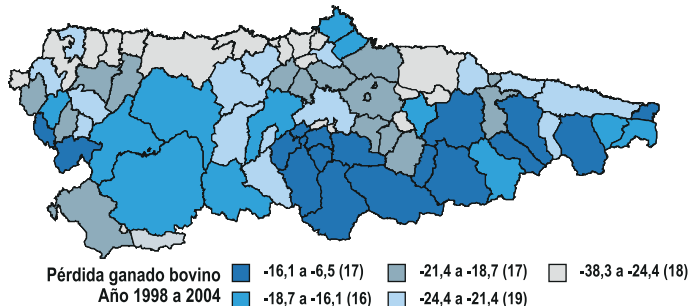
Fuente: SADEI, 2007.

## Los tipos de explotación ganadera son:

- **Ganadería intensiva:** el ganado se encuentra estabulado y bajo condiciones ambientales mantenidas artificialmente. La productividad es muy elevada aunque genera gran cantidad de residuos. Es el caso de la cría de gallinas.
- **Ganadería extensiva:** el ganado utiliza ecosistemas modificados, como las praderas y pastizales, para su alimentación. La productividad no es tan alta y depende de la producción vegetal. Es el caso de las vacas y ovejas.

En Asturias la principal ganadería es la bovina para la producción de carne, y en menor medida de leche. Esta se suele realizar en pequeñas explotaciones industriales donde se combina la ganadería con el cultivo de forrajeros.

Evolución del porcentaje de abandono de explotaciones de ganado vacuno en el Principado de Asturias durante el periodo 1998-2004 (Redibujado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008).



La ganadería ha sufrido una tendencia a la reducción de las explotaciones, principalmente en las zonas más cercanas a la costa. Esto es debido a la sustitución de animales por otros de mayor producción. El número de estas explotaciones se redujo un 20% entre 1998 y 2004. Los municipios de Siero, Tineo y Cangas de Narcea son los que concentran un mayor porcentaje de estas explotaciones.

### ORIENTACIÓN PRODUCTIVA DE LAS EXPLOTACIONES CON GANADO VACUNO EN ASTURIAS EN SEPTIEMBRE DE 2009

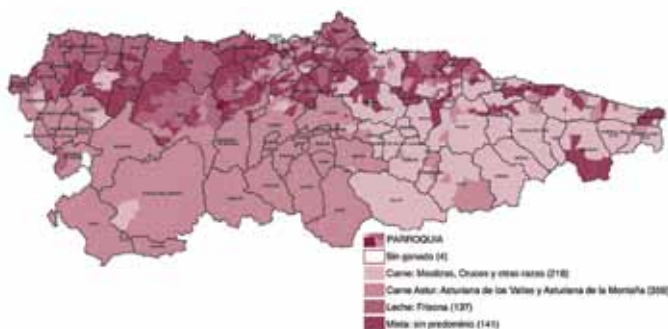
	Número de explotaciones	%	Municipio con mayor número
Carne	15.757	80,85	Cangas del Narcea
Leche	2.614	13,41	Tineo
Mixta	1.119	5,74	Villaviciosa
<b>TOTAL</b>	<b>19.490</b>	<b>100</b>	

Fuente: SADEI, La agricultura asturiana.



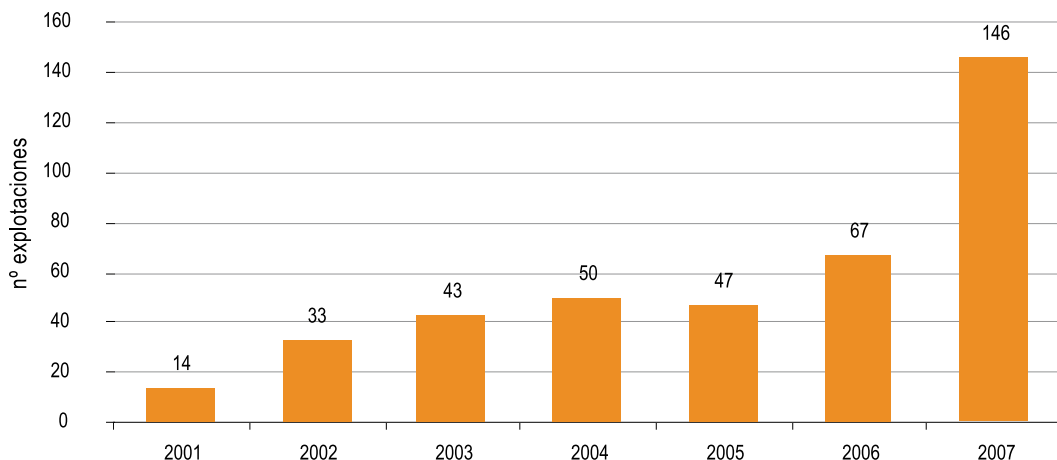


Áreas ganaderas en el Principado de Asturias según la orientación productiva de sus explotaciones y la raza predominante de ganado vacuno (SIMOGAN, 2007).



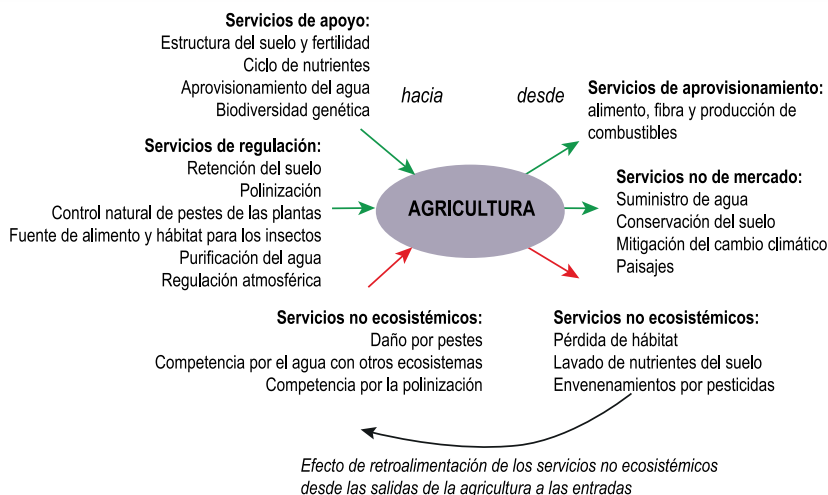
En Asturias existen explotaciones ganaderas ecológicas, en la que se respeta el bienestar de los animales y se les alimenta con forrajes y piensos ecológicos. El número de explotaciones se ha incrementado en los últimos años, especialmente entre 2006 y 2007.

Incremento en el número de explotaciones ganaderas ecológicas en el Principado de Asturias entre 2001 y 2007 (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).



# ¿ Qué son los cultivos y qué servicios nos prestan?

Servicios ecosistémicos y no ecosistémicos hacia y desde la agricultura. Las flechas verdes indican aporte de servicios, las flechas rojas retirada de servicios (Adaptado de Zang *et al.* 2007).



La agricultura es la fuente primaria de alimento para las poblaciones a través de muy diversos cultivos. Esto ejerce presiones considerables sobre los recursos naturales debido al consumo de agua, la utilización de fertilizantes químicos y pesticidas, sus impactos sobre el suelo y la calidad del agua, o sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La superficie en Asturias destinada a tierras de cultivo es reducida (2,32 %), comparado con las tierras destinadas a prados y pastizales (37,33%) o a usos forestales arbolados (31,5%). En los últimos

años las tierras destinadas a cultivo de herbáceas han disminuido considerablemente, mientras que los cultivos de leñosas han aumentado, especialmente de árboles frutales.

## EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR LOS PRINCIPALES TIPOS DE CULTIVO (HAS) PARA LOS AÑOS 1985 Y 2008 EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Año	CULTIVOS HERBÁCEOS						Total
	Cereales grano	Leguminosas grano	Patata	Otros herbáceos	Cultivos forrajeros	Hortalizas	
1985	7.149	3.638	7.191	14	27.965	2.763	48.720
2008	452	920	2.000	10	22.219	906	26.507
Año	CULTIVOS LEÑOSOS				Total		
	Manzano	Frutales	Viñedo	Viveros			
1985	10.129	149	306	6	461		
2008	4.000	1.071	95	100	1.266		

Fuente: SADEI, La agricultura asturiana.

En 2009 la superficie cultivada en Asturias era de 1.060.359 ha, correspondiendo más del 99% al cultivo en secano (agricultura en la que el productor no aporta agua, sino que los cultivos se aprovechan de la lluvia o aguas subterráneas). El resto corresponde al cultivo en regadío (0,13%) y en invernaderos (0,01%). Destaca el cultivo de manzano de sidra y el cultivo de forrajeras para ganado.

**SUPERFICIE (HA) DE LOS DISTINTOS CULTIVOS SEGÚN EL TIPO DE AGRICULTURA PARA EL AÑO 2009 EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS**

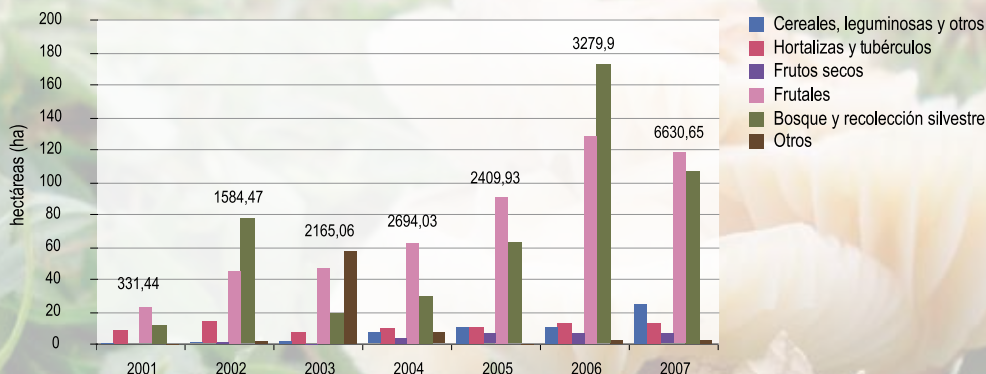
Tipo de cultivo	Secano	Regadío	Invernadero	Total
Cereales grano	167			167
Leguminosas grano	480			480
Tuberculos	331	39		371
Forrajeras	11.908	16		11.924
Hortalizas y flores	521	76	98	695
Barbechos	705			705
Frutales no cítricos	3.176			3.176
Viñedo	4			4
Viveros	275		12	287
Invernaderos vacíos			65	65
Huertos familiares	2.737	17		2.754
<b>TOTAL</b>	<b>20.304</b>	<b>148</b>	<b>175</b>	<b>20.627</b>

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009.

La agricultura ecológica es un sistema de producción en el que no se autoriza el uso de sustancias químicas (insecticidas, funguicidas, herbicidas, etc.) ni de organismos modificados genéticamente. En Asturias ha sufrido un aumento continuo, con un crecimiento del 102,2 % en el año 2007. La ocupación mayoritaria son los pastos, praderas y forrajes (96 %), seguido de los frutales (118,47 ha) y de los bosques y la recolección silvestre (107,29 ha).

La agricultura presta un servicio esencial a la humanidad a través de la producción de alimentos y de materiales. También es una importante fuente de empleo en las zonas rurales. Además influye en la regulación del clima, el control de la contaminación y la contaminación del agua y aire. Los sistemas de cultivos también dependen a su vez de otros servicios como la biodiversidad, la polinización, la formación del suelo, pero sobretodo del agua para la irrigación.

Superficie (ha) dedicada a la agricultura ecológica por tipo de cultivo en el Principado de Asturias entre 2001 y 2007 (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).





## ¿ Qué son las plantaciones forestales y qué servicios nos prestan?

**EVOLUCIÓN DE LAS CORTAS DE MADERA (m<sup>3</sup>) POR ESPECIE PARA LOS AÑOS 1994 Y 2009 EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS**

Especie	1994	2009
Castaño	72.963	26.080
Haya	1.291	193
Eucalipto	338.836	447.043
Pino	183.481	102.440
Quercinias	10.480	4.305
Abedul	3.951	1.869
Aliso	6.993	1.063
Chopo	2.205	508
Otras*	2.424	2.078
<b>TOTAL</b>	<b>622.624</b>	<b>585.579</b>

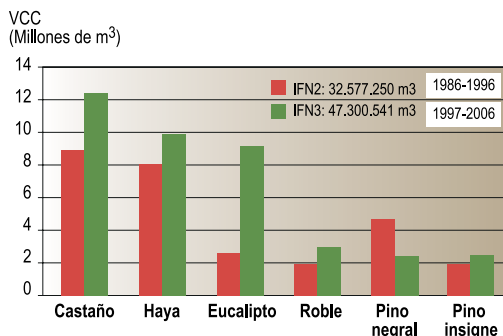
\* Incluye: Fresno, Nogal, Olmo, Otras coníferas, Otras frondosas/mezclas.

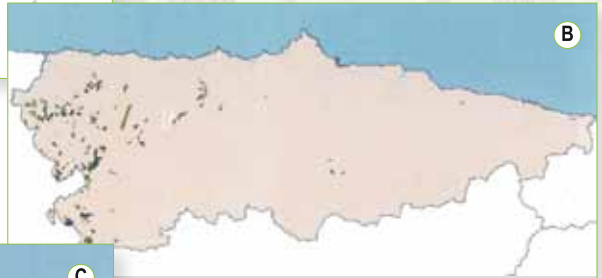
Fuente: SADEI, La agricultura asturiana.

Un cultivo forestal se dedica a la producción de maderas u otros materiales mediante la plantación con diseño y tamaño definidos de distintas especies de árboles. Pueden realizarse plantaciones para corregir problemas de erosión del suelo o como defensa de cauces, correctores de ruidos o simplemente paisajísticos.

Se conoce la existencia de repoblaciones forestales de castaño, olmos, manzano, nogales y otros árboles, fundamentalmente frutales desde la Edad Media. La demanda de madera en el siglo XX para la minería motivó la plantación de pinos y eucaliptos, aunque actualmente se dedican a la producción de pasta de papel. En Asturias los cultivos forestales dominantes siguen siendo: eucalipto, pino y castaño.

**Volumen maderable (millones de m<sup>3</sup>) de distintas especies forestales en los periodos 1986-1996 (rojo) y 1997-2006 (verde) en el Principado de Asturias (Redibujado de Dirección General para la conservación de la Naturaleza, 2007).**





Distribución en Asturias de distintas plantaciones forestales: A) Pino negro, B) Pino silvestre, C) Pino insigne, D) Eucalipto. Existen zonas con presencia dominante (tono oscuro) y otras zonas con presencia secundaria (tono claro) (Dirección General para la conservación de la Naturaleza, 2007).

Los pinos autóctonos de Asturias, negral y silvestre, se han reintroducido a lo largo de la historia en terrenos intensamente transformados por la acción humana. El más abundante es el pino negral, que

se encuentra en la zona costera del noroeste de Asturias. Los eucaliptos, en las zonas costeras, y el pino insigne, en los valles interiores se utilizan para el aprovechamiento de su madera.

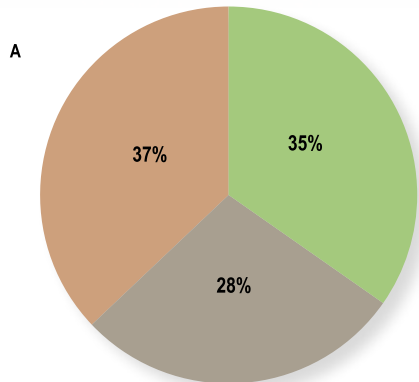




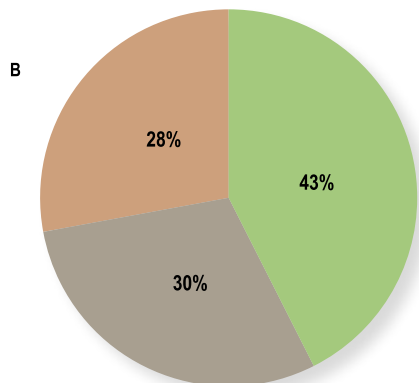
Cambios en la superficie arbolada en Asturias entre los años A) 1986-1996 y B) 1997-2006 indicando el tipo de uso (Instituto para la Conservación de la Naturaleza, 1996; Dirección General para la conservación de la Naturaleza, 2007).

El principal problema de los cultivos forestales es la degradación de los bosques naturales que produce un descenso en el suministro de muchos servicios ecosistémicos. La plantación de árboles como pinos y eucaliptos tiene graves consecuencias sobre el suelo. Al crecer rápido agotan los nutrientes del suelo donde se plantan, que se empobrece y acidifica y acaba degradándose.

Los cultivos forestales aportan un aumento de algunos servicios ecosistémicos. Las talas de madera como fuente de energía tienen un alto valor económico en Asturias. Pero también origina numerosos servicios sin valor de mercado como el paisaje, la producción de suelo, retención de CO<sub>2</sub> y depuración de agua, estabilización de ladera o servicios de comunicación, recreo, turismo, entre otros.



- Total monte arbolado
- Monte desarbolado
- Total de uso no forestal





## ¿ Cómo es una zona costera?

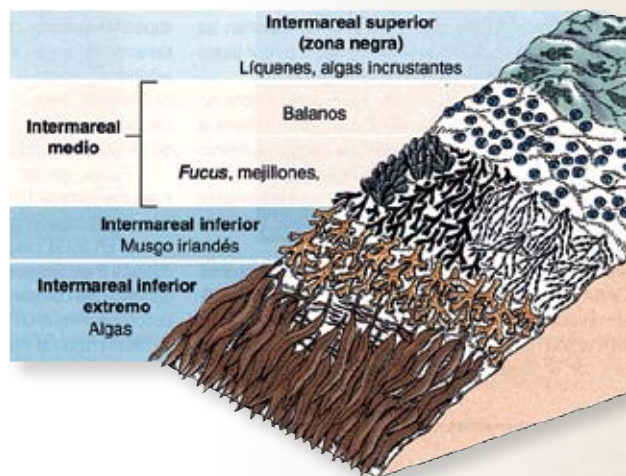
La costa, o zona litoral, es la parte del continente que limita con el océano. A lo largo de la costa se encuentran diferentes tipos de ecosistemas y comunidades con características diferenciadas que son explotadas por los humanos.

### Costas rocosas

Zonas rocosas del intermareal sobre las que viven los organismos. Se distinguen tres franjas distintas:

- **1. Parte superior:** está por encima de la línea de pleamar por lo que raramente se inunda. Predominan los líquenes y aparece alguna lapa o caracol.
- **2. Parte media:** se inunda regularmente con las mareas. Predominan los balanos, mejillones, percebes, estrellas de mar y algas marrones.
- **3. Parte inferior:** permanece sumergida la mayor parte del tiempo. Dominada por bosques de algas rojas y marrones. Entre las algas aparecen, entre otros, erizos de mar, anémonas y algunos peces.

Patrón de zonación de especies y comunidades que se observa en las costas rocosas de la zona atlántica (Castro y Huber, 2007).





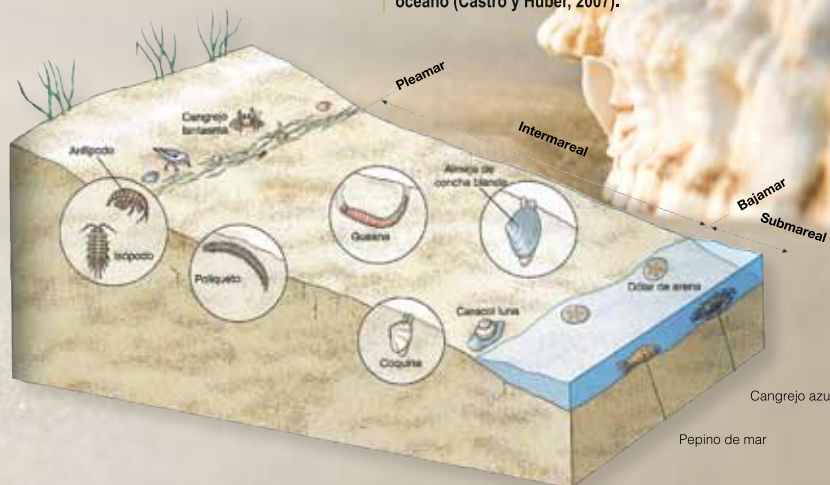
Tipos de organismos que encontramos en cada una de las zonas de una costa rocosa. Comparar con figura anterior. I-III) Intermareal superior; IV) Intermareal medio; V-VI) Intermareal inferior y VII) Intermareal inferior extremo, siempre sumergido (Smith y Smith, 2001).

## Playas

Zonas de arena sin algas, porque no pueden fijarse a ella. La mayoría de los seres vivos viven enterrados en la arena construyendo túneles en la arena. Se pueden diferenciar tres zonas:

- **1. Parte superior:** en contacto con la zona terrestre. Dominan los cangrejos y las pulgas saltadoras.
- **2. Parte media:** se caracteriza por gusanos y almejas.
- **3. Parte inferior:** en contacto con la orilla del mar. Dominan las almejas, lombrices y cangrejos.

Zonas que se diferencian en las playas arenosas no modificadas y los tipos de especies que aparecen en cada una de ellas desde la zona en contacto con la tierra hasta el océano (Castro y Huber, 2007).



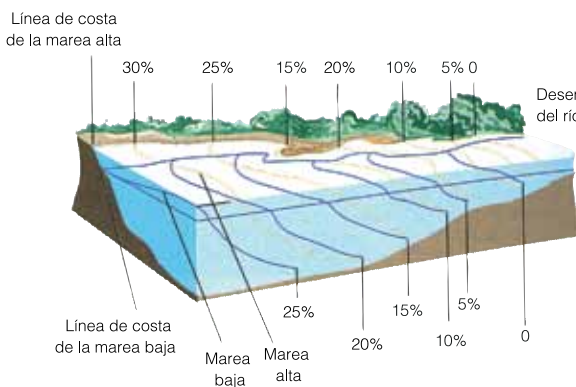
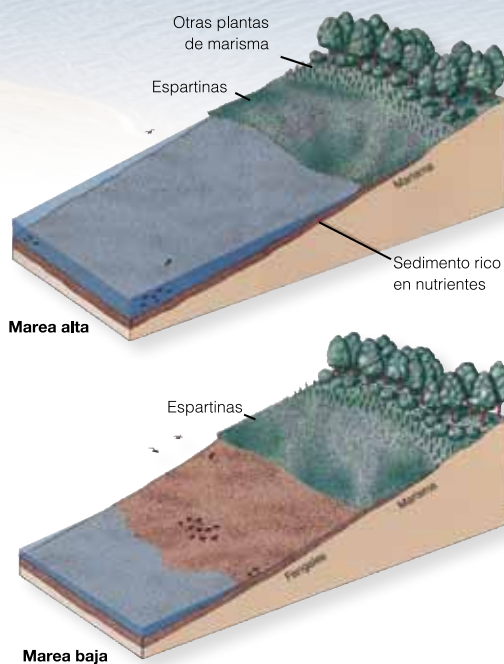


## Estuarios

Son entrantes de mar en la costa donde el agua dulce de los ríos se junta y mezcla con el agua salada del mar. Los estuarios se inundan parcialmente durante la pleamar generando un gradiente de salinidad en su interior que determina la distribución de los seres vivos:

- **1. Orilla:** rodeadas de extensas zonas con hierbas que se extienden hasta el interior.
- **2. Zona media:** nivel medio de marea dominado por espartinas.
- **3. Sustrato fangoso:** zona que da hacia el mar. Predominan gusanos poliquetos, bivalvos y crustáceos construyen galerías en el sedimento.

Zonas que se diferencian en un estuario y vegetación predominante en marea alta y marea baja (Castro y Huber, 2007).



Gradiente horizontal y vertical de salinidad en un estuario en marea alta (marrón) y baja (azul). Al subir la marea el agua entra en el estuario aumentando la salinidad, al vaciarse el estuario se reduce. La salinidad también aumenta con la profundidad (Smith y Smith, 2001).

# ¿ Qué servicios ecosistémicos nos proporciona el océano?

Los océanos recubren el 71 % del planeta.



Las poblaciones humanas obtienen recursos para su supervivencia y bienestar de dos sistemas:

- **Sistemas costeros:** comunidades costeras de fauna y algas.
- **Sistemas marinos:** principalmente las pesquerías marinas.

Estos dos sistemas proporcionan a las sociedades humanas una amplia variedad de servicios y bienes.



## Sistemas costeros

- **Estuarios:** tienen papel clave en el mantenimiento del balance hidrológico, depuran el agua de contaminantes y proporcionan hábitat para un amplio rango de organismos comercialmente importantes y facilitan la acuicultura.
- **Playas y costas rocosas:** se explotan poblaciones para alimentación, ayudan a la estabilización de la costa, mantienen

la biodiversidad (especialmente de aves migratorias) y son áreas de recreo.

## Sistemas marinos

Tienen un papel significativo en la regulación del clima, en el ciclo de agua, el suministro de alimento, mantienen la biodiversidad, pueden proporcionar energía y servicios culturales, como el turismo y recreo. También son una importante fuente de beneficios económicos y sociales resultado de la explotación pesquera.

Ejemplos de algunos servicios ecosistémicos proporcionados por hábitat costeros (izquierda) y marinos (derecha). La X indica que el hábitat proporciona una cantidad significativa del servicio (Adaptado de UNEP, 2006).

SERVICIOS ECOSISTEMICOS	COSTERO					MARINO			
	Estuarios y marismas	Lagunas saladas	Intermareal	Praderas	Plataforma interna	Borde de la plataforma	Montañas marinas	Océano profundo	
Biodiversidad	X	X	X	X	X	X	X	X	
Servicios de aprovisionamiento									
Alimento	X	X	X	X		X	X	X	
Fibra, combustibles		X			X			X	
Medicinas, otros recursos	X	X			X				
Servicios reguladores									
Regulación biológica	X	X	X						
Retención y almacenamiento de agua dulce	X	X							
Balance hidrológico	X	X							
Regulación del clima y atmósfera	X	X	X	X	X	X		X	
Control de las enfermedades humanas	X	X	X	X					
Procesamiento de desechos	X	X	X	X					
Protección frente a inundaciones/tormentas	X	X	X	X					
Control de la erosión	X	X		X					
Servicios culturales									
Cultural y entretenimiento	X	X	X	X	X				
Recreacional	X	X	X						
Estético	X	X	X						
Investigación y educación	X	X	X	X	X	X	X	X	
Servicios de apoyo									
Bioquímico	X								
Ciclo de nutrientes y fertilidad	X	X	X		X	X	X	X	

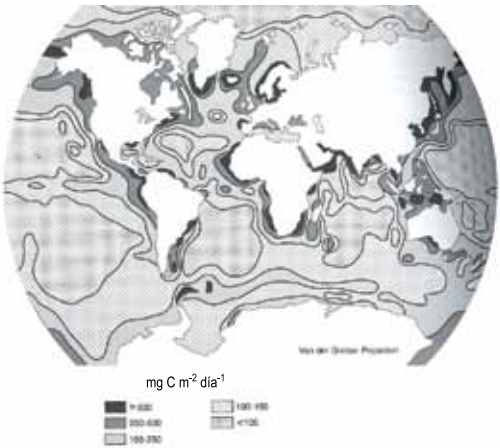


Los ecosistemas marinos costeros están entre los más productivos del planeta y proporcionan un amplio rango de beneficios sociales y económicos a los humanos. Una parte importante de las poblaciones costeras vive directa o indirectamente de las pesquerías y sus productos y del turismo.

Son sistemas muy amenazados por la acción directa e indirecta del hombre ya que una parte importante de la población se localiza cerca de la costa. Esto provoca el cambio, la degradación o la pérdida de los ecosistemas marinos y costeros y, de los bienes y servicios que nos aportan.

Distribución espacial mundial de la producción primaria ( $\text{mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ) de los océanos en los que se aprecian zonas de producción elevada asociada a las costas y desiertos marinos en zonas subtropicales oceánicas (Archibold, 1994).

Factores directos e indirectos que desencadenan la degradación y pérdida de los ecosistemas marinos y costeros (UNEP, 2006).



DESENCADENANTES DIRECTOS
Cambios en el clima
Uso de nutrientes por las plantas
Gestión y cambio del uso de la tierra
Enfermedades
Especies invasoras
Contaminación
DESENCADENANTES INDIRECTOS
Demográfico
Económico
Sociopolítico
Científico y tecnológico
Cultural y religioso



## ¿ Qué tipos de recursos extraemos del océano?

Los humanos han utilizado y extraído recursos de los océanos desde sus orígenes. Entre ellos están los recursos marinos vivos, principalmente de las pesquerías pero también de la acuicultura. También se extraen recursos no vivos, como energía.

### Pesquerías

La pesca es el arte de captura de animales marinos, principalmente de peces, aunque también de moluscos y crustáceos y otros grupos animales. En Asturias el 99% de las pesquerías está dedicado a los peces marinos. Hasta el 2005 las capturas eran variadas, pero a partir del 2006 se incrementó la pesca de caballa y merluza.

PECES MARINOS	Kg TOTALES DESEMBARCOS 2009	€ TOTALES DESEMBARCOS 2009
Caballa	790.120	259.252
Merluza	292.563	1.481.213
Bonito del Norte	64.509	245.427
Abadejo	14.905	95.441
Barbo	13.605	41.360
Congrio	12.460	28.153
Barbada de altura	11.578	53.997
Bacalada	8.910	13.077
Rey	7.176	98.737
Besugo	3.960	69.538
Aligote	2.613	10.649
Lubina	2.613	46.009
Fañeca	2.375	7.428

Fuente: Centro de Experimentación Pesquera. Dirección General de Pesca.

Solo especies más abundantes



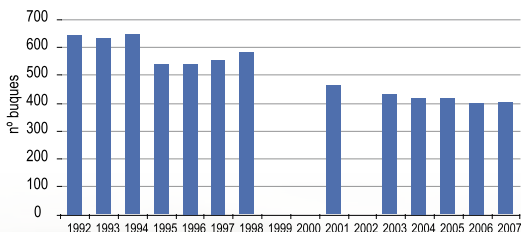
Las capturas en peso minoritarias en Asturias son de moluscos (0,50%) y crustáceos marinos (0,24%). Los moluscos más abundantes son el calamar y el pulpo. Entre los crustáceos destaca con diferencia el percebe, seguido del centollo.

		Kg TOTALES DESEMBARCOS 2009	€ TOTALES DESEMBARCOS 2009
<b>MOLUSCOS MARINOS</b>	Calamar	3.878	61.163
	Pulpo	1.421	8.878
	Chipirón	767	11.944
	Sepia	197	676
<b>CRUSTÁCEOS MARINOS</b>	Percebe	1.761	67.284
	Centollo	771	9.374
	Ñocla	245	1.438
	Bogavante	134	2.603
	Nécora	121	2.192

Solo especies más abundantes

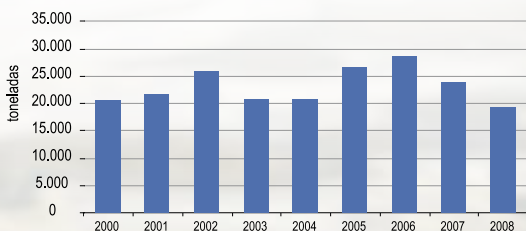
**Fuente:** Centro de Experimentación Pesquera. Dirección General de Pesca.

**Evolución de la flota pesquera (número de buques) en el Principado de Asturias entre 1992 y 2007 (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).**

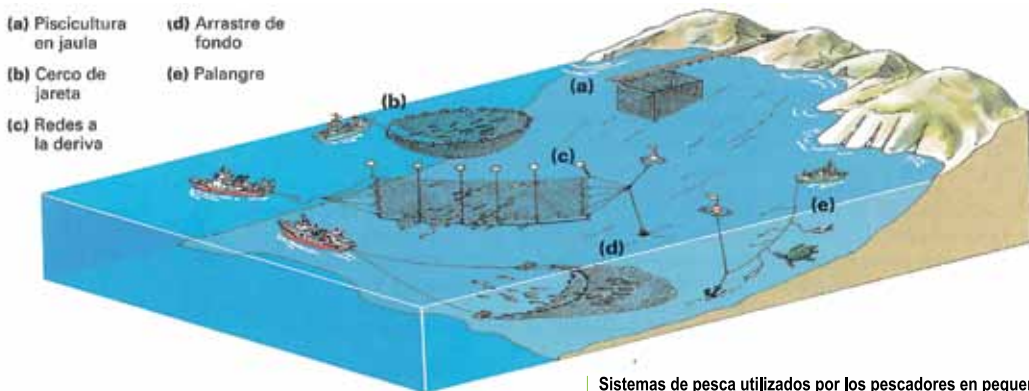


La flota pesquera asturiana muestra una reducción continuada del número de buques mientras se mantienen las capturas desembarcadas, con algunas especies al alza y otras a la baja.

**Distribución (%) de la flota pesquera por modalidad de pesca en el Principado de Asturias (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).**



La técnica de pesca más utilizada es la de “artes menores”. Se caracteriza por la pesca en aguas cerca a la costa y de forma artesanal. También se utilizan palangres y artes de arrastre por los barcos de mayor potencia. Las menos utilizadas son el cerco, rasco y volanta.

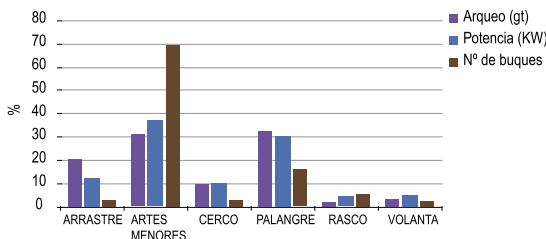


Sistemas de pesca utilizados por los pescadores en pequeñas embarcaciones (Calvo et al. 1996).

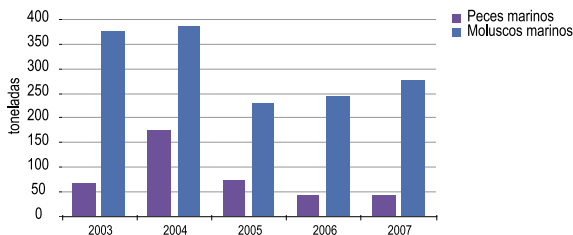
## Acuicultura

La acuicultura consiste en el cultivo de organismos marinos, algas o animales, por lo que suele ser una actividad complementaria a las pesquerías. El sector acuícola en Asturias tiene menor importancia que la acuicultura en ríos, representando el cultivo de almejas y ostras el más importante. Se cultiva rodaballo pero en cantidades poco importantes.

Evolución de la pesca desembarcada (toneladas) por la flota asturiana en el Principado de Asturias entre 2000 y 2008 (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).



Producción acuícola de peces y moluscos marinos (toneladas) en el Principado de Asturias entre 2003 y 2007 (Gobierno del Principado de Asturias, 2009).



# Bibliografía

Aramburu C, Bastida F (1995) Geología de Asturias. Ediciones TREA, S.L. 314 pp.

Archibold OW (1994) Ecology of World Vegetation. Springer. 528 pp.

Calvo D, Molina MT, Salvachúa J (1996) Ciencias de la tierra y del medio ambiente. 2º bachillerato. Mc Graw Hill.

Castro P, Huber ME (2007) Biología marina. McGraw-Hill. Madrid, 486 pp.

CEC: Commission of the European Communities (1985) Soil Map of the European Communities, 1:1.000.000. CEC Luxembourg, 124 pp.

Díaz TE, Fernández JA (1994) El paisaje vegetal de Asturias. Guía de la IX excursión internacional de fitosociología (AEFA). Itinera Geobotánica 8: 5-242.

Díaz TE, Mayor M (2003) La flora asturiana. Edición actualizada. Real Instituto de Estudios Asturianos. Asturias, 761 pp.

Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (2007) Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006). Galicia, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.

Duvigneaud P, Denaeyer-De S (1970) Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests. En: Jacobs J, O Lange, J Olson y W Vieser (eds) Ecological studies I; temperate forest ecosystems: 199-225. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Ellis EC, Ramankutty E (2008) Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. Front. Ecol. Environ. 6: doi:10.1890/070062.

Elsom, D (1993) La Tierra. Creación, formación y mecanismos de un planeta. Ediciones del Prado. España, 209 pp.

FAO/UNESCO (1989) Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de los suelos, 60. FAO. Roma

Fuertes Arias R (1902) Asturias industrial: estudio descriptivo del estado actual de la industria asturiana en todas sus manifestaciones. Capítulo VII, La Asturias de ayer y la Asturias de hoy. Oviedo, 167 pp.

Gerrard, J (2001) Fundamentals of soils. Roudledge. 230 pp.

Gobierno del Principado de Asturias (2009) Perfil ambiental de Asturias 2008. Oviedo, 325pp.

Hillel, D (2008) Soil in the environment. Crucible of Terrestrial Life. Elsevier Inc. 307 pp.

Instituto para la Conservación de la Naturaleza (1996) Segundo Inventario Forestal Nacional (1985-1995). ICONA. Madrid.

IUSS Working Group WRB (2006) World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

Mayor M, Fernández M (2007) Flora y vegetación de Asturias. Aspectos ecológicos, geográficos y fitosociológicos. Editorial CEP. Madrid, 272 pp.

Miguel CA, Del Cañizo A, Costa A (1999) Biología y Geología. 3º ESO. Ed. Everest.

Miles J (1985) The pedogenic effects of different species and vegetation types and the implications of succession. *J. Soil Sci* 36: 571-584.

Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press, Washington DC.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2003) Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural. Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2008) Plan de desarrollo rural de Asturias 2007-2013. Asturias, 557 pp.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009) Encuesta 2009 sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). 2 pp.

Mooney HA, Rundel PW (1979) Nutrient relations of the evergreen shrub *Adenostoma fasciculatum* in the California chaparral. *Bot. Gaz.* 140:109-13.

Rodríguez LC, Pascual U, Niemeyer HM (2006) Local identification and valuation of ecosystem goods and services from *Opuntia* scrublands of Ayacucho, Peru. *Ecological Economics* 57, Issue 1: 30-44.

Ruddiman WF (2001) Earth's climate: past and future. Palgrave Macmillan. 465 pp.

SADEI (Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales) Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas 2007. Resultados en Asturias. Instituto Asturiano de Estadística. Oviedo, 95 pp.

SADEI (Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales) La agricultura asturiana. Referencias estadísticas 2008-2009. Consejería de Medio Rural y Pesca. Oviedo, 256 pp.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 94 pp.

SIMOGAN (2007) Sistema Nacional de Identificación y Registro de los Movimientos de los Bovinos. Consejería de Medio Rural y Pesca. <http://www.mapa.es/es/ganaderia/pags/simogan/simogan.htm>

Smith RL, Smith TM (2001) Ecología. Pearson. 664 pp.

UNEP: United Nations Environment Programme (2006) Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. UNEP. 76pp

Zang W, Ricketts T, Kremen C, Carney K, Swinton SM (2007) Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological economics* 64, 2: 253-260.





# PARTE 3

## Efectos del cambio climático

Transformamos la Tierra y los océanos, cambiamos su clima y ambiente de manera rápida, pero tenemos que entender que nuestros descendientes quisieran una Tierra tan bella como la encontramos nosotros



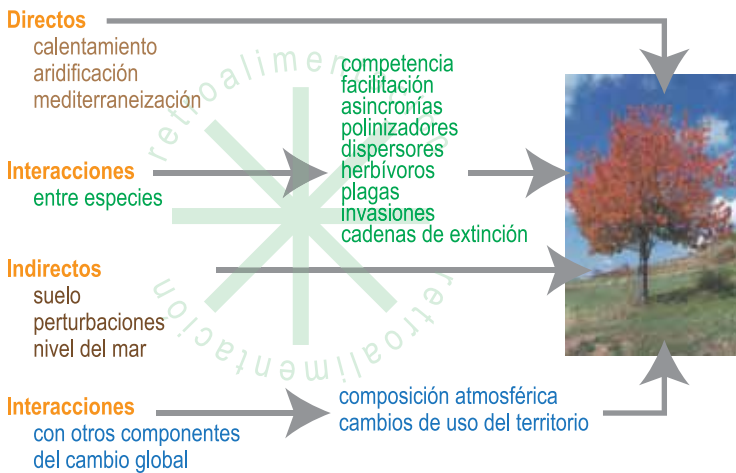
## ¿ Qué impactos sufrirá la biodiversidad vegetal?

Los efectos del cambio climático sobre las plantas pueden ser tanto directos como indirectos.

**Efectos directos** pueden ser la modificación de ciclos de vida y el cambio en los límites actuales de distribución de las especies.

**Los efectos indirectos** derivan de fenómenos como la degradación del suelo o por perturbaciones físicas.

Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la biodiversidad vegetal (Redibujado de Obra social Caja España, 2007).

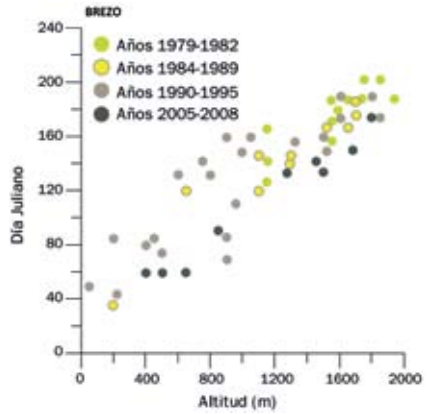




La combinación de todos estos factores tendrá un efecto conjunto sobre las comunidades de plantas. Se modificará la composición actual de especies y la abundancia de algunas de ellas. Uno de los problemas más importantes puede ser la extinción de especies, especialmente de aquellas endémicas de Asturias.

La fenología de las plantas puede alterarse por los cambios en temperatura y precipitación. La principal consecuencia es que las flores saldrán primero y se retrasará la caída de la hoja. En la actualidad algunos arbustos de montaña ya se han visto afectados por los cambios de temperatura y precipitación.

Fechas de floración (día juliano) de una especie de brezo en diferentes altitudes de Asturias en distintos periodos de tiempo (Vera, 1995).

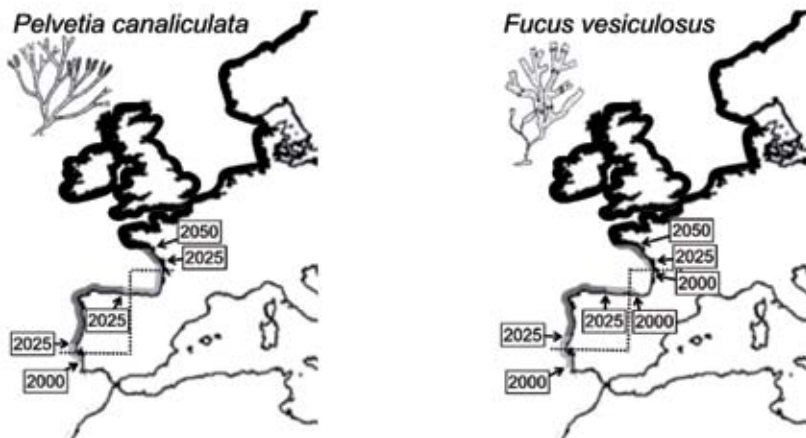


Es probable que con el cambio de clima las plantas modifiquen su distribución al cambiar las zonas en las que pueden crecer y reproducirse. El aumento de temperatura producirá dos tipos de desplazamientos:

- Latitudinales: desplazamiento en dirección hacia los polos.
- Altitudinales: desplazamiento en altitud.

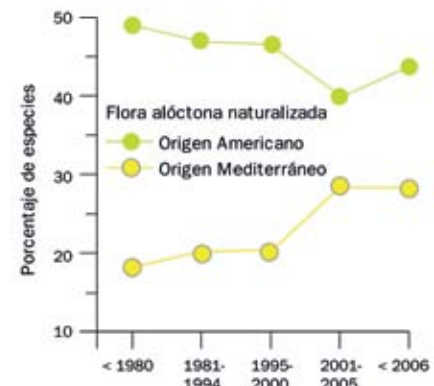
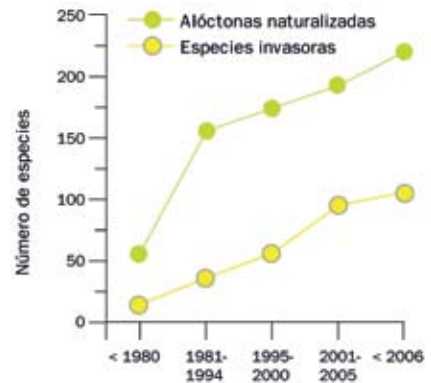
La dificultad para diseminarse mediante semillas es grande ya que las plantas son organismos sésiles. Además deberán desplazarse a lo largo de territorios muy humanizados con condiciones ambientales muchas veces insalvables.

Distribución actual de dos algas de condiciones templado-frías y su distribución proyectada en los años 2025 y 2050 basada en modelos climáticos y en los límites térmicos actuales (Alcock, 2003).





Número de especies invasoras y originarias de otras regiones o continentes (alóctonas) en Asturias durante el periodo 1980-2006 (arriba). Procedencia y abundancia (porcentaje) de las especies invasoras (abajo) (CLIMAS, 2009; capítulo 2).



El cambio climático está favoreciendo la aparición de plagas (insectos, hongos u otros), añadiendo factores de estrés a las poblaciones ya afectadas directamente por el cambio de condiciones del medio.

También se producirá un aumento de especies invasoras y de especies introducidas artificialmente (alóctonas). En los últimos años en Asturias ya se ha observado un aumento de las alóctonas (7.7%) y de las invasoras (3.7%), especialmente de origen mediterráneo.

# ¿Qué impactos sufrirá la biodiversidad animal?



La actual diversidad de especies del planeta es el resultado de millones de años de evolución y de interacciones entre organismos y ambiente. Pero en la actualidad las especies se ven afectadas por:

- cambio de usos del terreno que provoca emisiones de gases de efecto invernadero
- pérdida y fragmentación de hábitats que conlleva a la pérdida de biodiversidad

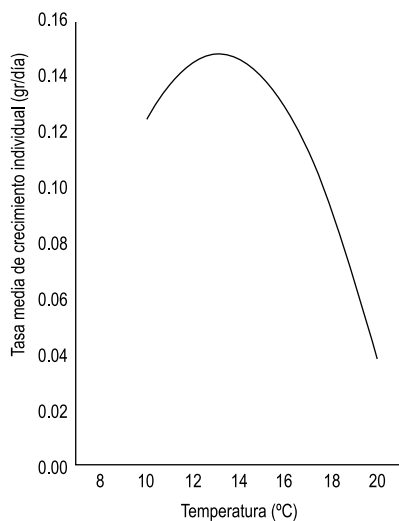
Todo esto hace que la persistencia de muchas especies de plantas y animales empiece a estar comprometida en la Tierra.

Los anfibios son el grupo más amenazado de extinción por el calentamiento global, entre otras causas. Cuando el clima se calienta las nubes se forman a mayor altitud, disminuyendo la humedad que estos animales necesitan para su supervivencia. También favorece la dispersión de parásitos.

El segundo grupo afectado por estas presiones serán las aves. Las rutas y épocas de cría de estas especies están ligadas con el clima. El cambio en las condiciones climáticas y de los ciclos de vida de las plantas hace que sean un grupo vulnerable. El aumento de temperatura está permitiendo la invernada de nuevas especies de aves acuáticas en Asturias.

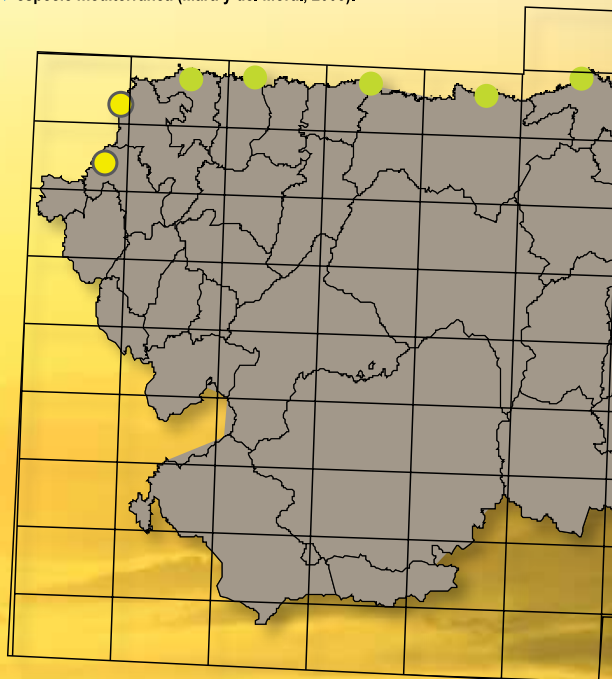
Efecto sobre la biodiversidad terrestre y marina (especies y ecosistemas) de distintos incrementos globales de temperatura, dentro de los rangos proyectados por los modelos climáticos de IPCC (Adaptado de Mann y Kump, 2009).


Tasa de crecimiento (gr/día) de los embriones de la trucha común en relación con la temperatura del agua (°C). El óptimo de crecimiento se alcanza entre 13 y 14 °C (Adaptado de Selong y McMahon, 2001).



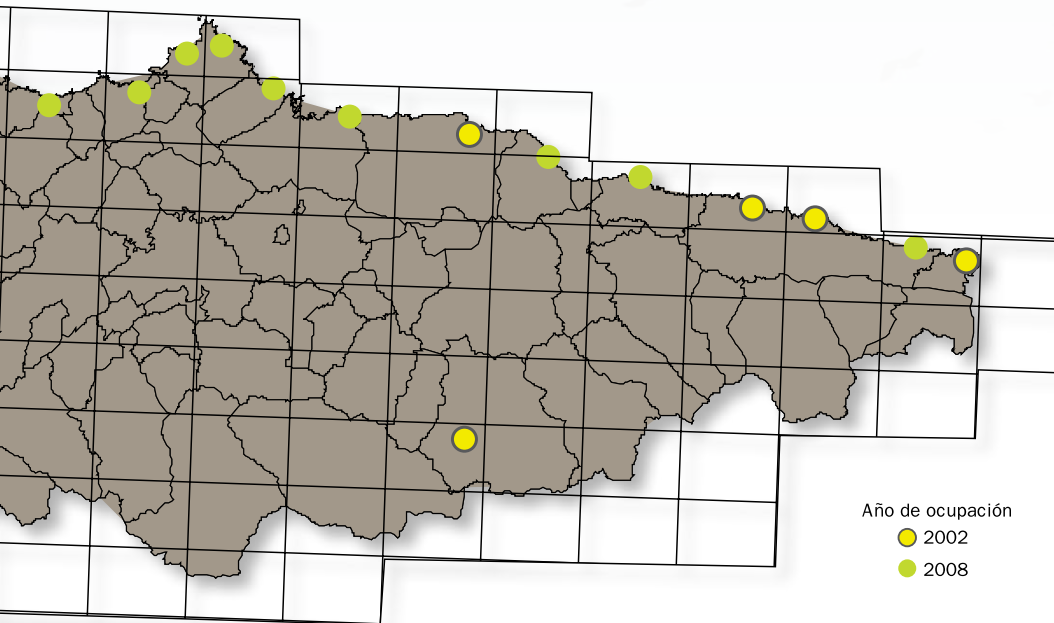
La temperatura es, en muchas especies, un factor muy importante que determina el desarrollo de los embriones y su supervivencia. Tal es el caso de la trucha común: cuando la temperatura del agua sobrepasa los 14 °C se incrementa la tasa de mortalidad. La temperatura también afecta a la estructura de edades y el crecimiento de los adultos de muchas especies, como ocurre con el salmón atlántico.

Área de distribución de la Curruca cabecinegra en Asturias en 2002 y 2008 reflejo de su expansión por el litoral de esta especie mediterránea (Martí y del Moral, 2003).





El aumento de la temperatura permite la llegada al territorio asturiano de especies típicamente mediterráneas. Tal es el caso de algunas especies de golondrina, curruca o milano que han aumentado su distribución en la región o se han citado por primera vez de forma reciente.

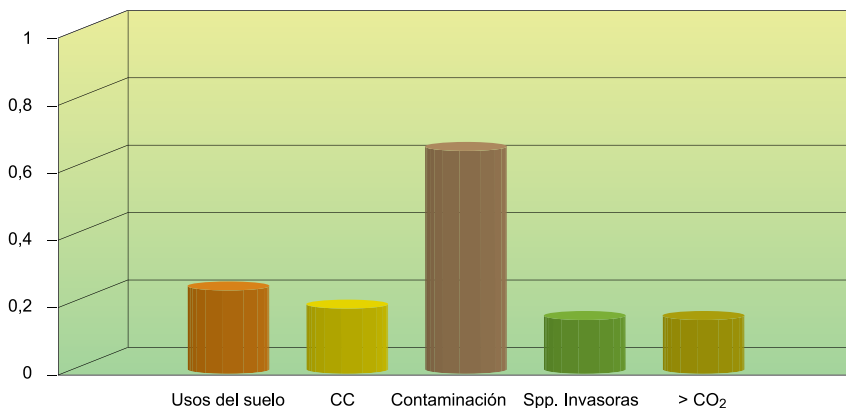


## ¿ Cuáles serán las consecuencias en los ecosistemas terrestres?

Los ecosistemas tienen bastante capacidad para soportar las perturbaciones sin que se altere su estructura o funcionamiento, incluyendo un nivel moderado de perturbación humana. Pero el cambio climático supone un nuevo reto para la persistencia de los ecosistemas y de las especies que lo componen.

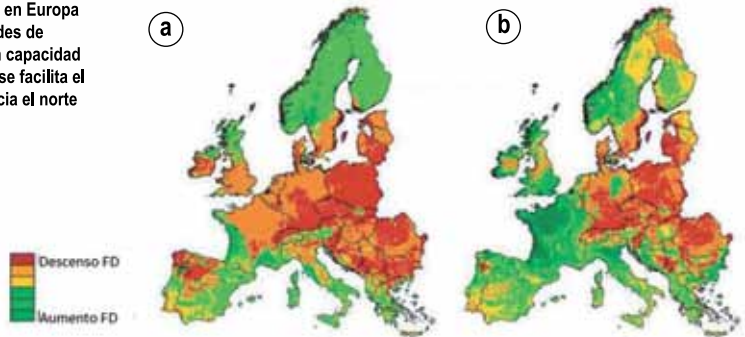
El cambio climático y el aumento del  $\text{CO}_2$  son sólo dos de los factores que afectan a los ecosistemas terrestres. Otras presiones se asocian a cambios en los usos del suelo y de la colonización por especies invasoras. A ellos se debe incorporar el efecto de los contaminantes.

Factores motores del cambio global que afectan a los ecosistemas terrestres en zonas templadas del hemisferio norte (Redibujado de Obra social Caja España, 2007).



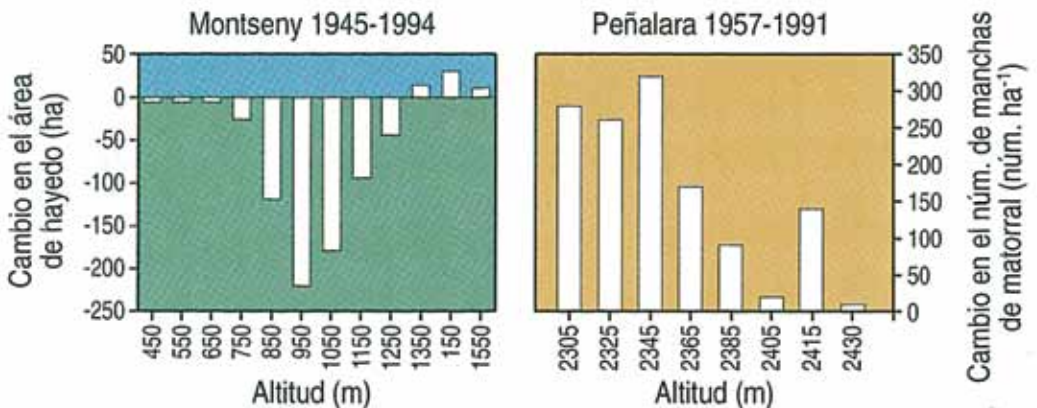
Se espera que los ecosistemas migren en dirección norte debido a unas temperaturas más cálidas. La adaptación de las especies a la migración de los ecosistemas puede que ocurra a una velocidad demasiado lenta como para prevenir que los ecosistemas se colapsen y que las especies se extingan. Es por eso que la migración puede disminuir la diversidad de los ecosistemas.

Cambios en la diversidad funcional en Europa hacia el año 2050, A) sin posibilidades de dispersión de las especies y B) con capacidad de dispersión; en este último caso se facilita el desplazamiento de las especies hacia el norte (Adaptado de Truiller *et al.* 2006).

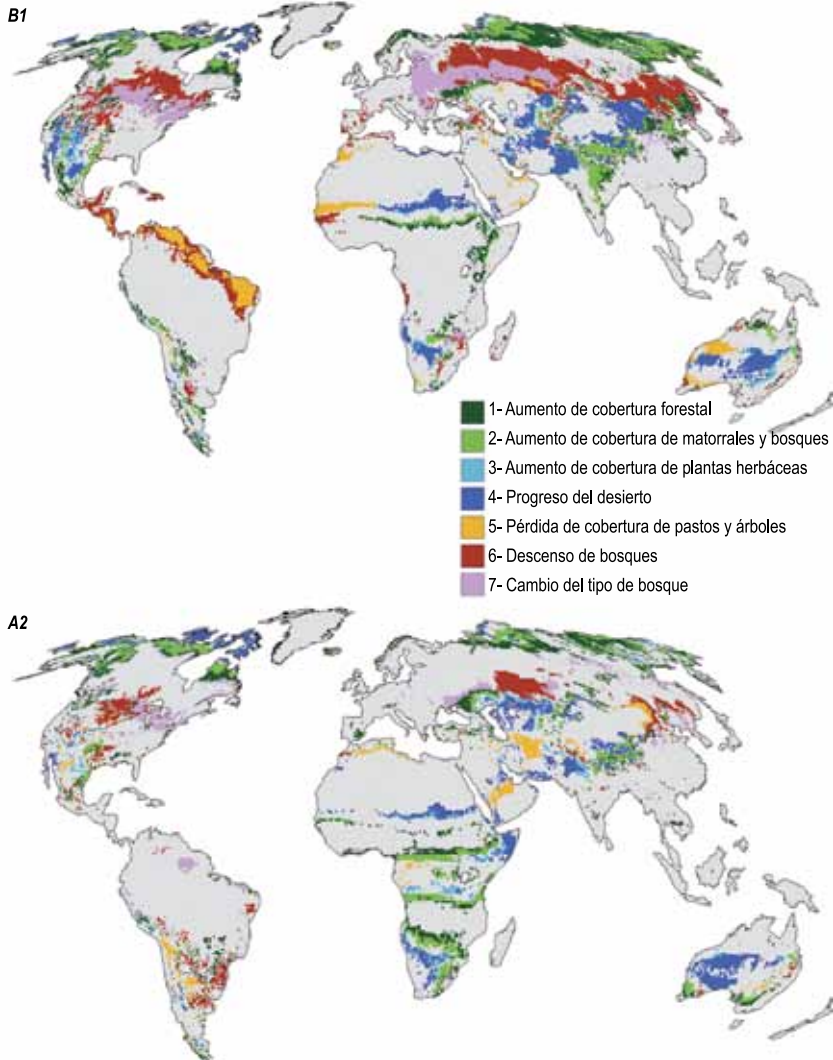


Además la migración de ecosistemas y especies pueden ser frenadas por factores naturales (como suelos incompatibles) o por desarrollos humanos (carreteras, ciudades, agricultura). Por ejemplo, en las regiones de montaña muchas especies solo podrán desplazarse unos pocos metros en altitud. Pero el problema es para aquellas que ya se encuentran en la cima que no pueden ascender más.

Cambios en la distribución altitudinal de la superficie ocupada por hayas (izquierda) y número de manchas de enebro por hectárea (derecha) asociadas a migraciones altitudinales resultado del cambio climático (Valladares *et al.* 2006).



Cambios proyectados en la distribución de biomas terrestres para el año 2100 para el escenario B1 (arriba) y A2 (debajo) (Adaptado de IPCC, 2007).



La combinación de todos estos factores puede provocar en último lugar que los ecosistemas cada vez se parezcan más y que, por lo tanto, se reduzca la diversidad de paisajes. Todas estas modificaciones llevarían asociadas una pérdida de biodiversidad global y de los beneficios que prestan a la sociedad. Recordemos que los humanos estamos indiscutiblemente asociados con las especies, y con los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas, nuestro sistema soportado.

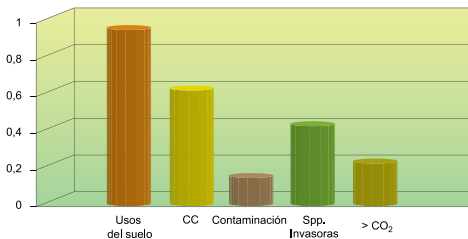


# ¿ Qué ocurrirá con las aguas continentales?

El cambio climático, después del uso del suelo, es el factor que más presión ejerce sobre los ríos y lagos.

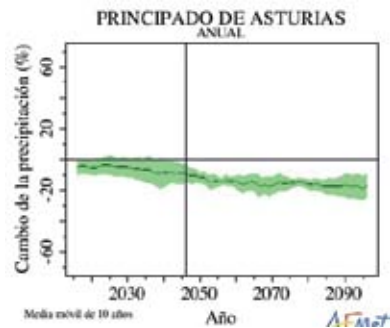
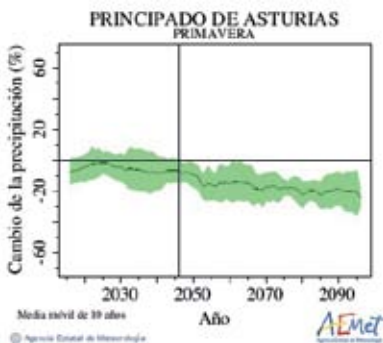
Además, al ser zonas de poca profundidad los impactos van a ser mayores y por lo tanto se harán visibles antes en el tiempo. Las especies invasoras y el aumento del CO<sub>2</sub> también son dos presiones importantes.

Importancia de factores motores de cambio global que afectan a ríos y arroyos (Redibujado de Obra social Caja España, 2007).

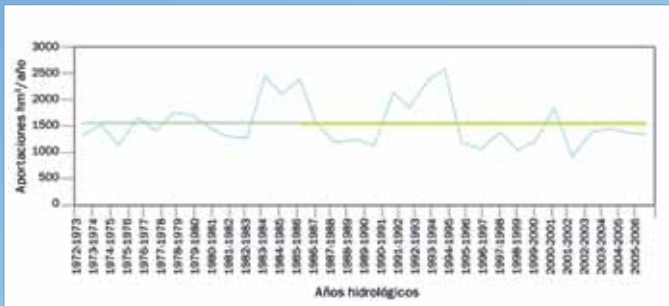


La disminución de la precipitación y de la nieve en invierno puede hacer que los lagos temporales que aparecen en esta estación desaparezcan. Además algunos de los lagos que hoy son permanentes podrían pasar a ser temporales. Todo esto produce un cambio en la composición de especies de estas aguas. Algunas bacterias tóxicas están aumentando, lo cual puede ser una amenaza para la salud humana. Una reducción de la biodiversidad puede ser, una vez más, la consecuencia final.

Proyecciones de cambio (% respecto a la actual) en Asturias de la precipitación en primavera (izquierda) y la precipitación anual (derecha) para el periodo 2010-2090 (AEMET: <http://www.aemet.es/es/portada>).



La posibilidad de lluvias muy intensas en determinadas épocas del año lleva asociado una clara crecida del caudal de los ríos. Esto hace que aumente el riesgo de inundación en zonas bajas y de vega. La disminución de la capa de nieve hará que disminuya el flujo de los ríos especialmente en los meses de verano, pudiendo aparecer sequías locales. El descenso de caudales llevará asociado una disminución en los recursos que proporciona a las personas.



Evolución de las aportaciones ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) del Río Narcea en Requejo para el período 1972-2006, media de la serie y promedio de los últimos 20 años (CLIMAS, 2009; capítulo 6).

Las aguas subterráneas son un importante reservorio de agua dulce que podría disminuir por la reducción de la precipitación pero también por el aumento en la demanda. Los acuíferos cerca de la costa pueden sufrir intrusión de agua salada debido al aumento del nivel del mar y la disminución de su caudal, aunque aún no se ha detectado este fenómeno en Asturias.

Se espera que la calidad del agua y el contenido en oxígeno disminuya en los lagos y embalses. El calentamiento hace que se forme una capa superficial de agua caliente que impide que las aguas se mezclen. Esto provoca que disminuya la calidad del agua y del oxígeno disponible para la supervivencia de los organismos. No solo tendría un impacto en los ecosistemas, sino también en la salud y la economía.

Relación entre la cantidad de agua de lluvia (mm) y el nivel de las aguas subterráneas ( $\text{hm}^3$ ) a lo largo del año. El agua de lluvia se filtra y pasa a formar parte de las aguas subterráneas con un retraso de meses (Obra social Caja España, 2007).



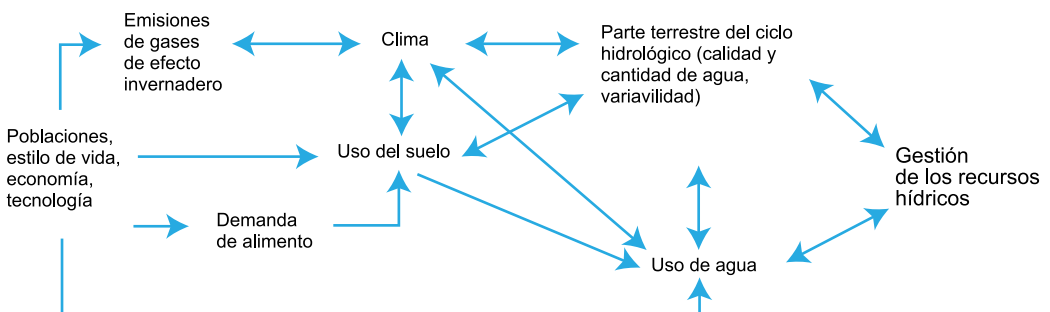
## ¿ Se volverá el agua una rareza?

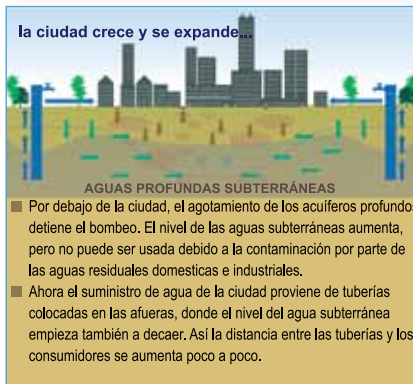
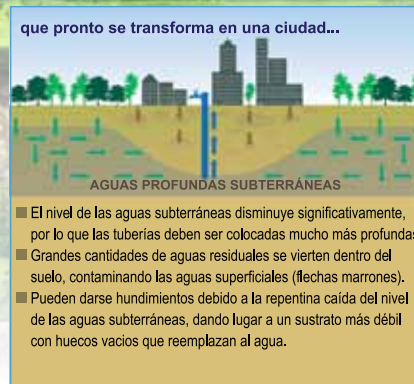
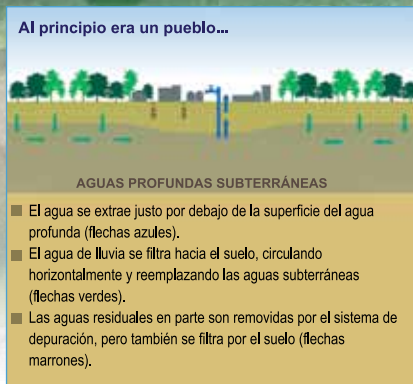
El agua es un bien preciado susceptible de verse afectado por el cambio climático.

La disminución de las precipitaciones y el aumento de la evaporación, especialmente en los meses de verano, pueden alterar el ciclo hidrológico actual. Esto provocará problemas en la calidad y demanda del agua.

El aumento de las temperaturas afecta también a las propiedades físicas, químicas y biológicas de las reservas de agua dulce. El agua es un servicio ecosistémico muy importante tanto para las poblaciones como en la industria. Alteraciones en la calidad y cantidad relacionadas con el cambio climático, pueden provocar problemas de disponibilidad de recursos y en el bienestar.

**Impacto de las actividades humanas en las reservas de agua dulce, siendo el cambio del clima y en los usos del suelo los principales causantes. La población que explota el recurso agua, su estilo de vida o la tecnología también son factores que influyen (Adaptado de IPCC, 2007).**

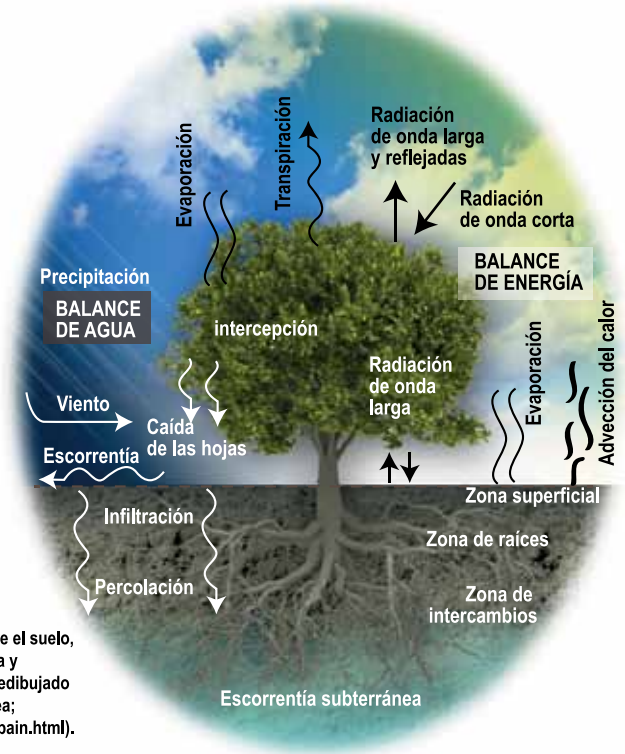




**Esquema del efecto del desarrollo urbano sobre el bosque y la vegetación natural y sobre la distribución de las aguas subterráneas. Cuanto más se desarrolla una ciudad mayor es la demanda de agua disminuyendo las reservas subterráneas (Adaptado de UNEP, 2006).**

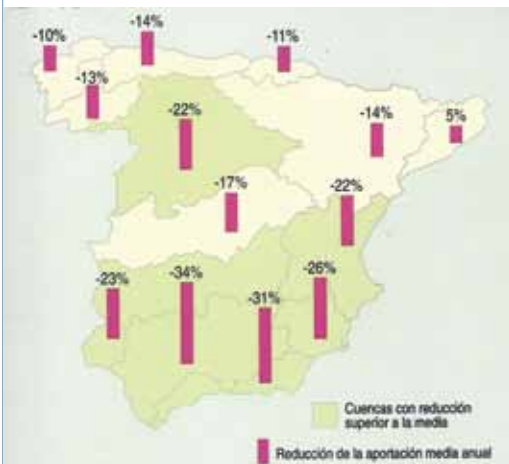
Los recursos hídricos ya se encuentran bajo presión debido al crecimiento de las poblaciones y el incremento en la demanda por habitante. También por el cambio en los usos de la tierra, especialmente de la urbanización. Además la combinación de un clima más cálido, eventos de lluvia más intensos y periodos más largos de sequía y estiaje aumentan la contaminación de las aguas. Todos estos factores combinados hacen que la presión por un suministro de agua dulce de buena calidad aumente.

Al aumentar la temperatura se evapora más agua del suelo. Combinado con un descenso generalizado de las precipitaciones, va a tener como consecuencia un descenso en la humedad del suelo. Así, la disponibilidad de agua para usos agroganaderos, industriales e hidroeléctricos y en las actividades recreativas pueden verse afectados.



Transferencia del agua entre el suelo, la vegetación y la atmósfera y procesos que los regula (Redibujado de Agencia espacial europea; <http://www.esa.int/esaCP/Spain.html>).

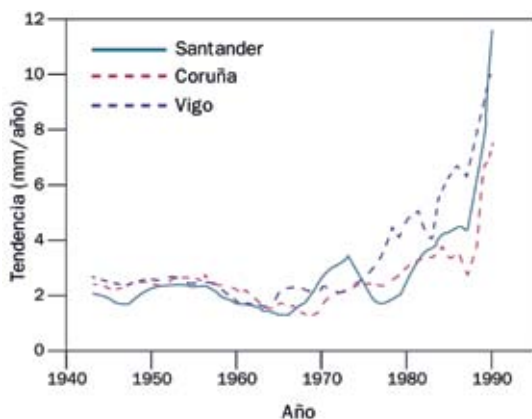
Reducción esperable en la disponibilidad de agua media en España proyectada para el año 2060. La mayor disminución se espera en la zona sur de la península (Obra social Caja España, 2007).



La combinación de todos estos factores va a producir una disminución importante en la disponibilidad de agua y una mayor variación espacial y temporal. Es por ello que en los próximos años se espera que aumente de forma importante la demanda del recurso agua, mientras se proyecta en Asturias una disminución de alrededor del 14% para el año 2060.

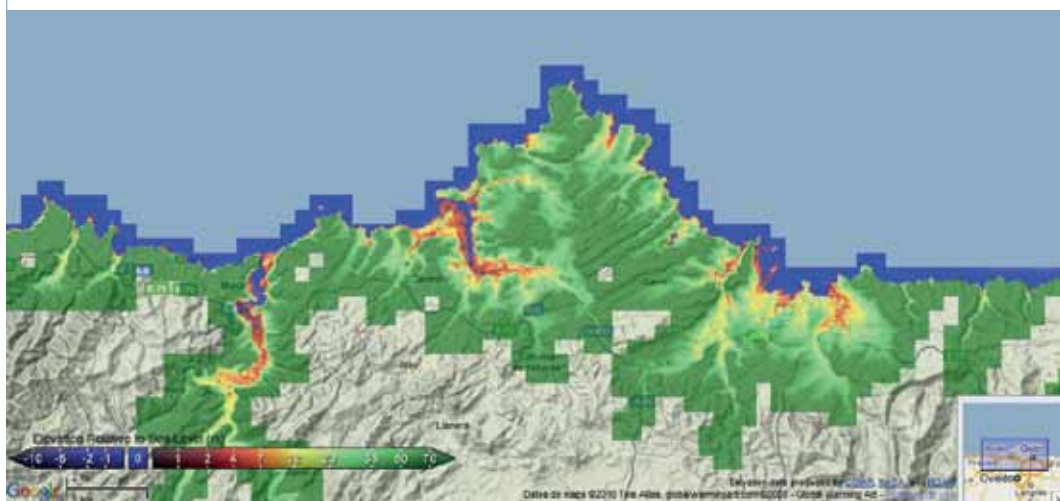
## ¿ Cuáles son los principales riesgos en zonas costeras?

Tendencia de elevación del nivel del mar (mm/año) observada para el periodo 1940-1990 en tres localidades costeras del Mar Cantábrico. El último valor agrupa datos de los últimos 10 años (Marcos *et al.* 2005).



La costa es una zona muy vulnerable, especialmente al aumento del nivel del mar, del que derivan la gran parte de los impactos en el litoral. Aunque no debemos olvidar la creciente presión humana sobre las áreas costeras en las últimas décadas.

Superficies inundables de la costa asturiana para distintas subidas del nivel del mar (m) (Sea Level Rise Explorer, <http://www.globalwarmingart.com/wiki/Special:SeaLevel>).

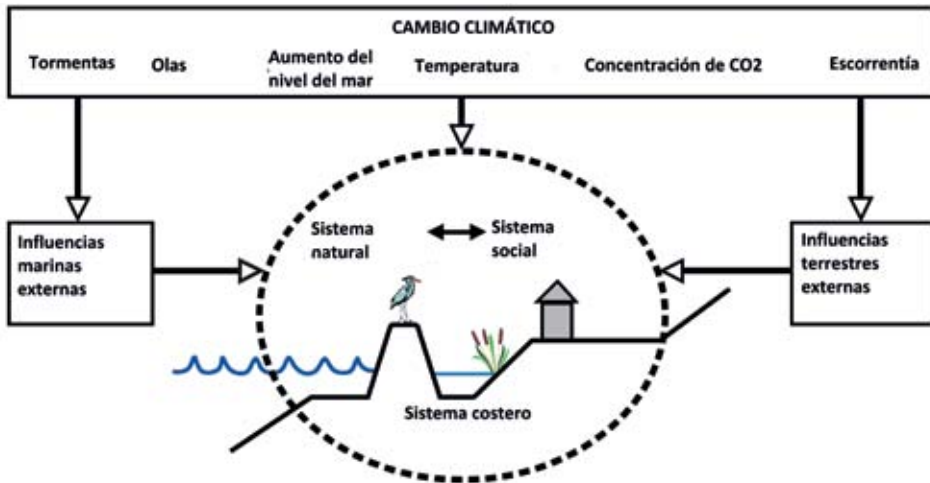


Uno de los efectos producidos por el aumento del nivel del mar, combinado con los cambios en los regímenes de viento y oleaje, es el retroceso de la línea de costa por dos motivos:

- Mayor erosión de zonas litorales por exposición a oleaje.
- Menor transporte de sedimentos por parte de los ríos para formar playas.

Todo esto conlleva el retroceso de zonas de acantilados y la desaparición de muchas playas y dunas, que son agentes naturales de defensa de la costa, pero también zonas importantes de recreo y turismo.

Principales factores del cambio climático que tienen efecto sobre los sistemas costeros, teniendo en cuenta también la influencia externa marina y terrestre (Redibujado de IPCC, 2007).

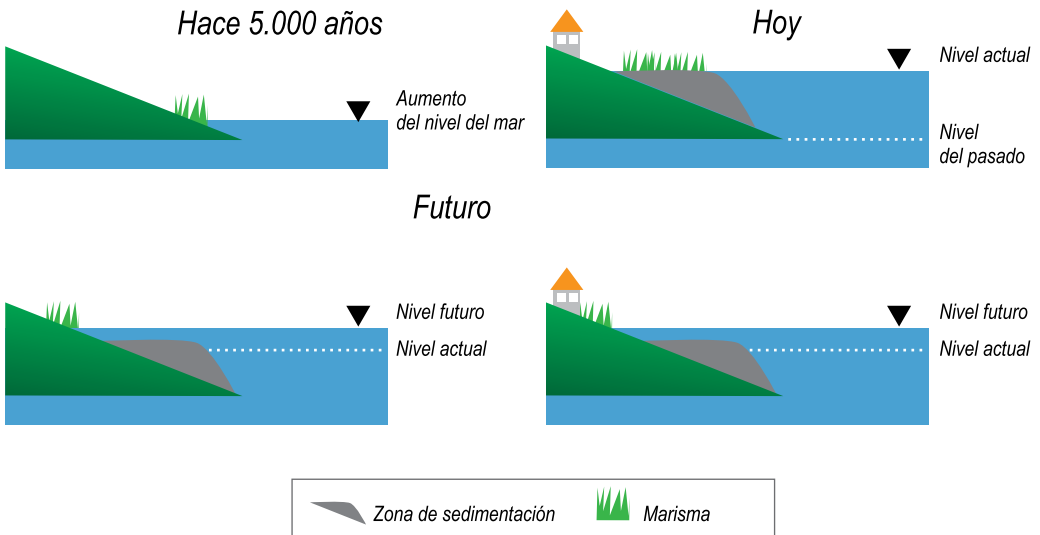




Otras consecuencias del aumento del nivel del mar pueden ser:

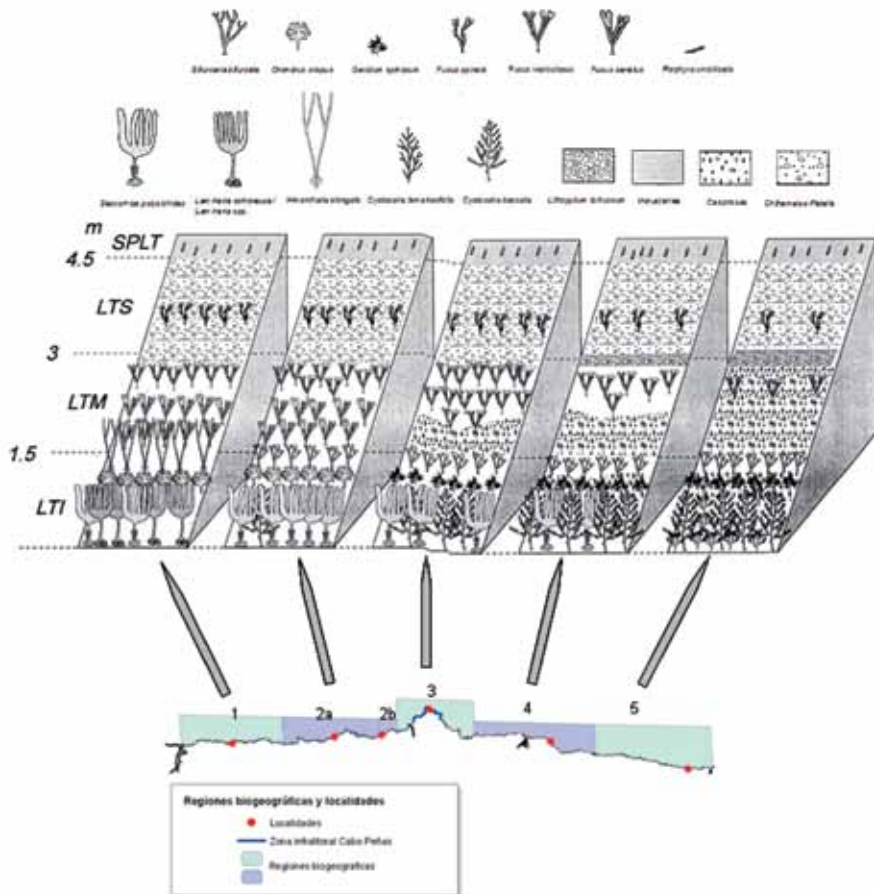
- Intrusión de agua salada en los ríos y los acuíferos costeros.
- Inundación de ciudades costeras y obras civiles a poca altitud.
- Inundación y desaparición de tierras de cultivo.
- Aumento de la exposición a inundaciones y tormentas.

Evolución de la zona costera con el aumento del nivel del mar. Según nuevas áreas se van inundando aumenta la extensión de los humedales si existen aportes continentales o marinos de sedimentos (Redibujado de Titus, 1991).





Gradiente geográfico de las comunidades de algas en la zona entre mareas a lo largo de la costa asturiana (Adaptado de Gutiérrez, 1994).



Los organismos que viven en la costa se verán afectados principalmente por el aumento de temperatura, aunque también por la erosión costera y la desaparición de los hábitats donde viven. En Asturias existe un gradiente este-oeste en la distribución costera de algas y de fauna. Especies típicas de aguas frías de la zona occidental se van sustituyendo por especies típicas de aguas más cálidas según nos movemos hacia el oriente.

El aumento de la temperatura de los océanos y la atmosférica está provocando la desaparición de algas de zonas frías por:

- Expansión en dirección oeste de especies de aguas cálidas.
- Colonización de nuevas especies invasoras típicamente mediterráneas.

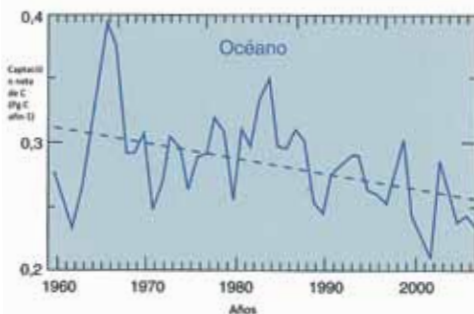
Las especies más vulnerables son las algas pardas formadoras de dosel.

## ¿ Cómo se verán afectados los océanos?

El cambio climático también va a tener un impacto sobre los océanos y los organismos que viven en él.

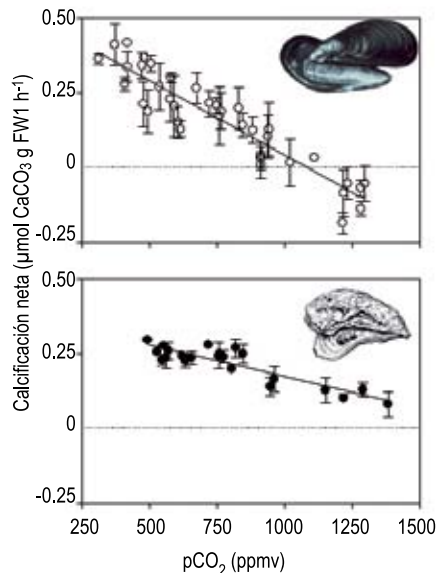
Hay que destacar que los océanos tienen un papel amortiguador del aumento del  $\text{CO}_2$  atmosférico que es emitido a la atmósfera por los humanos. Pero cada vez absorben un porcentaje menor ya que se van saturando paulatinamente, por lo que su efecto mitigador se reduce.

Fracción (tanto por 1) del total de las emisiones de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera que es captada por los océanos. Se observa una disminución en la captación neta de carbono del océano (Canadell *et al.* 2007).



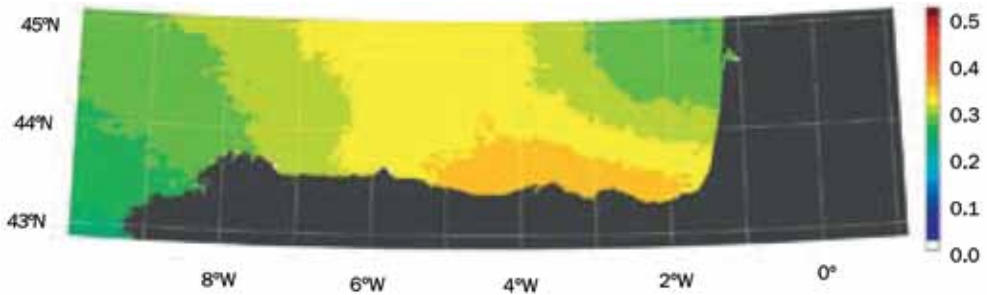
A la vez que el océano absorbe parte del  $\text{CO}_2$  de origen antropogénico se vuelve más ácido. La consecuencia principal es que en ambientes más ácidos las conchas y esqueletos de muchos organismos tienden a disolverse porque no pueden llevar a cabo el proceso de calcificación, produciendo un mayor gasto metabólico y malformaciones

Relación entre la tasa de calcificación ( $\mu\text{mol CaCO}_3$  g peso fresco (FW)  $1 \text{ h}^{-1}$ ) y la concentración de  $\text{CO}_2$  atmosférico (ppmv) en mejillón (arriba) y ostra (abajo). Al aumentar el  $\text{CO}_2$  disminuye la calcificación que puede llegar a ser negativa, lo que indicaría que las conchas de estos moluscos tenderían a disolverse (Adaptado de Gazeau *et al.* 2007).



Uno de los impactos más evidentes es el aumento en la temperatura del océano, que es de mayor magnitud en las capas superficiales. Este aumento va a afectar las propiedades del agua de mar y a los organismos que viven en él. En Asturias se estima que el calentamiento por década, desde 1900, ha sido de entre 0.25 y 0.35 °C. Además se ha visto que se calientan más las aguas exteriores que las costeras.

Incremento de la temperatura media (°C) del agua superficial por década entre 1985-2006 (González-Taboada y Anadón, 2008).



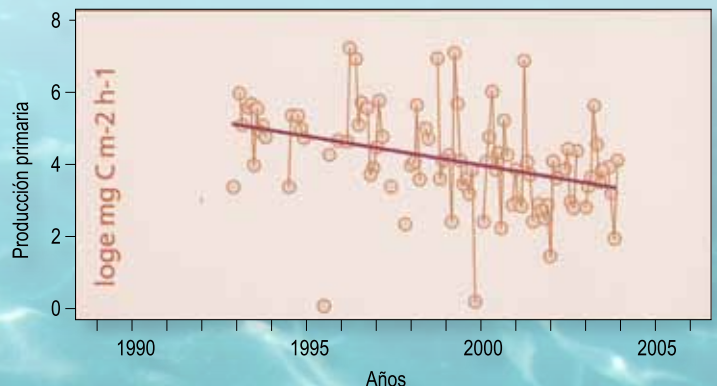
El aumento de temperatura y la modificación de las propiedades del agua van a producir un desplazamiento en las áreas de distribución de las especies. También afecta a la composición y la abundancia de especies, desde los organismos más pequeños (plancton) hasta otros más grandes (peces), muchos de ellos de interés comercial.

Los productores primarios del océano, microalgas, utilizan nutrientes del agua. El calentamiento del agua superficial hace que disminuyan los nutrien-

tes al permanecer más tiempo estratificada. Por eso se espera que esté disminuyendo ligeramente la productividad marina y previsiblemente los organismos que se alimentan de ellos.

Algunos de los efectos indirectos del cambio climático están relacionados con el posible cambio en las corrientes oceánicas. Esto puede afectar a la migración de algunos peces y a la supervivencia y crecimiento de sus huevos y larvas.

Cambios en la producción primaria del fitoplancton ( $\log_e \text{ mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) de una estación frente a Cudillero entre 1993-2004 (Valdés et al. 2007).

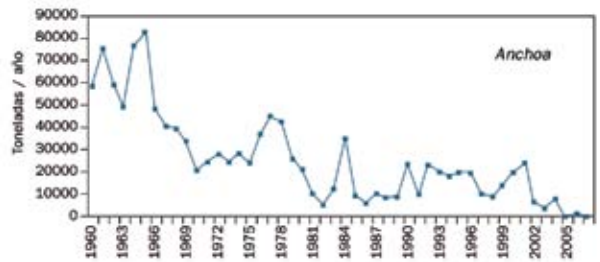




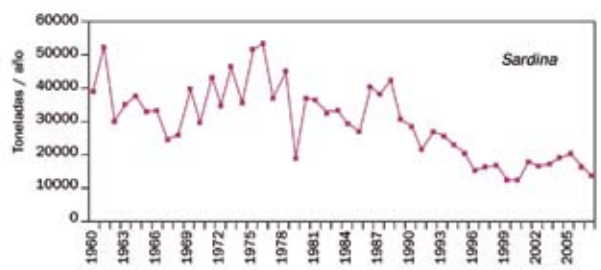
## ¿ Estarán los recursos pesqueros amenazados?

De todos los efectos del cambio climático sobre el océano el más importante desde el punto de vista humano será, probablemente, su impacto sobre los recursos pesqueros. Tanto por su importancia económica y comercial, como por ser una importante fuente indispensable de alimento para la población.

Las poblaciones de peces se encuentran amenazadas por sobreexplotación desde hace varias décadas, y la mayoría de los caladeros están sufriendo una disminución de las capturas. Muchas especies han disminuido considerablemente su densidad y están en riesgo de colapso incluso puede que hayan desaparecido.

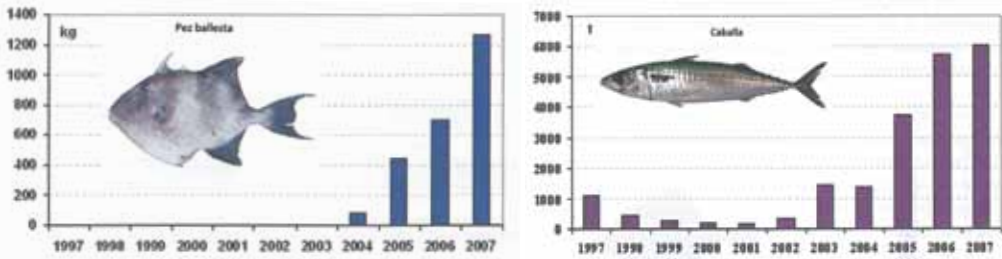


Desembarcos (toneladas/año) de anchoa (arriba) y sardina (abajo) correspondientes a pescas realizadas en el Golfo de Vizcaya (CLIMAS, 2009; capítulo 5).



El cambio climático es una presión añadida sobre las especies y comunidades amenazadas. Los peces son altamente móviles, por lo que pueden desplazarse hacia zonas más al norte para evitar el calentamiento del océano. Además, el calentamiento del Cantábrico va a permitir la llegada de nuevas especies, como el pez ballesta o el estornino (caballa del sur). El cambio en la localización y composición va a repercutir finalmente sobre el sector pesquero.

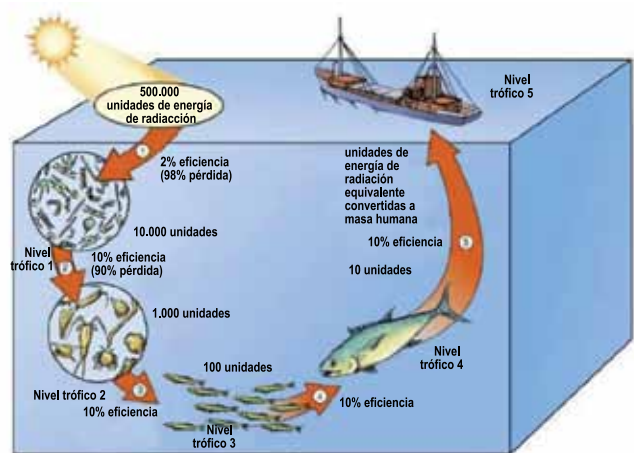
Descargas (kg) de pez ballesta (izquierda) y estornino (derecha) en las lonjas gallegas entre 1997-2007 reflejo del incremento de especies de origen subtropical que se incorporan a la pesquería (Bañón et al. 1997 y 2002).



Además el número en las capturas de peces también se verá afectado por la disminución en la producción primaria del océano. Si disminuyen los organismos de los que se alimentan los peces también lo hará la red trófica marina y la abundancia de peces explotados, a lo que se unirán potenciales efectos en cascada causados por interacciones tróficas.

Las especies de aguas templadas y que tengan una distribución geográfica más reducida van a sufrir un declive mayor que aquellas especies que se encuentran más ampliamente distribuidas, que suelen ser de origen subtropical.

Diagrama de una red trófica marina que representa el sostén de las especies que explotamos y representa uno de los servicios ecosistémicos de los océanos. Se indican los flujos de energía del ecosistema (Adaptado de Lisowski et al. 2004).



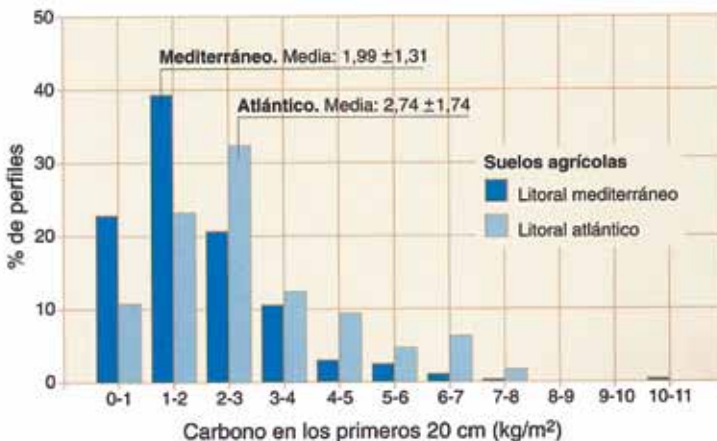


## ¿ Va a verse afectada la agricultura y la ganadería?

La agricultura es un importante sector económico en Asturias, pero también es donde el efecto del cambio climático será inmediato.

Las plantas son muy sensibles a variaciones en la meteorología, temperatura o precipitaciones. La ganadería puede que se vea menos afectada. Las praderas donde pastan son menos sensibles al cambio climático y pueden adaptarse mejor a él, aunque se puede ver afectado por la producción de pienso.

El suelo es el principal reservorio de carbono orgánico del planeta. Se prevé que el cambio climático reduzca considerablemente la fertilidad de los suelos ya que al aumentar la temperatura su descomposición será más rápida. Los suelos ya se encuentran afectados por el cambio de usos del suelo y por los incendios forestales, que hacen que se pierda capa fértil y cantidades importantes de carbono orgánico del suelo.



Reserva de carbono orgánico en la capa superficial de suelos agrícolas de la zonas litorales del Mediterráneo y del Atlántico (Obra social Caja España, 2007).

Además de la pérdida de fertilidad del suelo, los cultivos también se pueden ver afectados por la disponibilidad de agua. El problema no va a ser la falta de agua para el riego, ya que la mayoría de cultivos en Asturias son en secano, sino por la falta de agua de lluvia y de humedad del suelo. Las altas temperaturas también pueden afectar a los frutos, como las manzanas, que pueden quemar su piel. La mejora de sus condiciones ambientales puede favorecer una mayor incidencia de insectos dañinos y otras plagas que afectan a los cultivos. Por todas estas causas se espera una modificación en el rendimiento y producción de los cultivos.

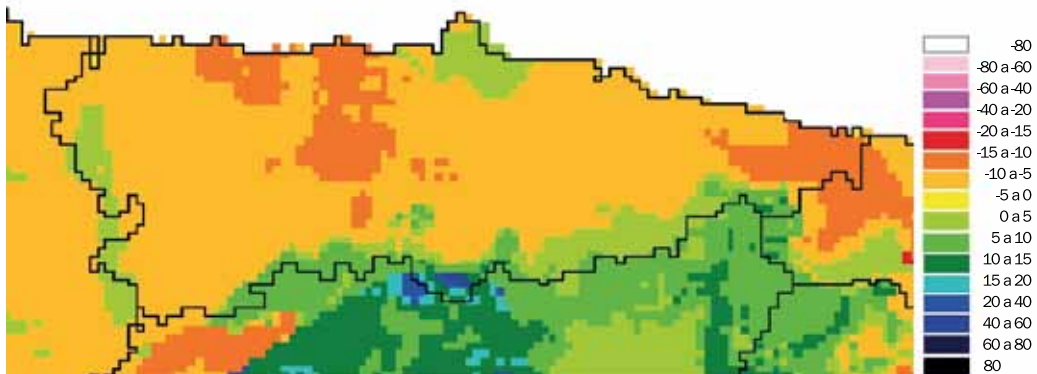


El cambio en los factores climáticos puede producir una alteración en la distribución de cultivos. Determinadas zonas se volverán menos aptas para algunos cultivos que deberían ser abandonados o trasladados a nuevas ubicaciones. Las futuras condiciones climáticas en Asturias puede que sean más favorables para otros cultivos (vid, especies de huerta). Será necesario cambiar los cultivos o las formas de manejo, por lo que el cambio del clima puede ser un reto pero también una oportunidad si se acierta en todos estos aspectos.



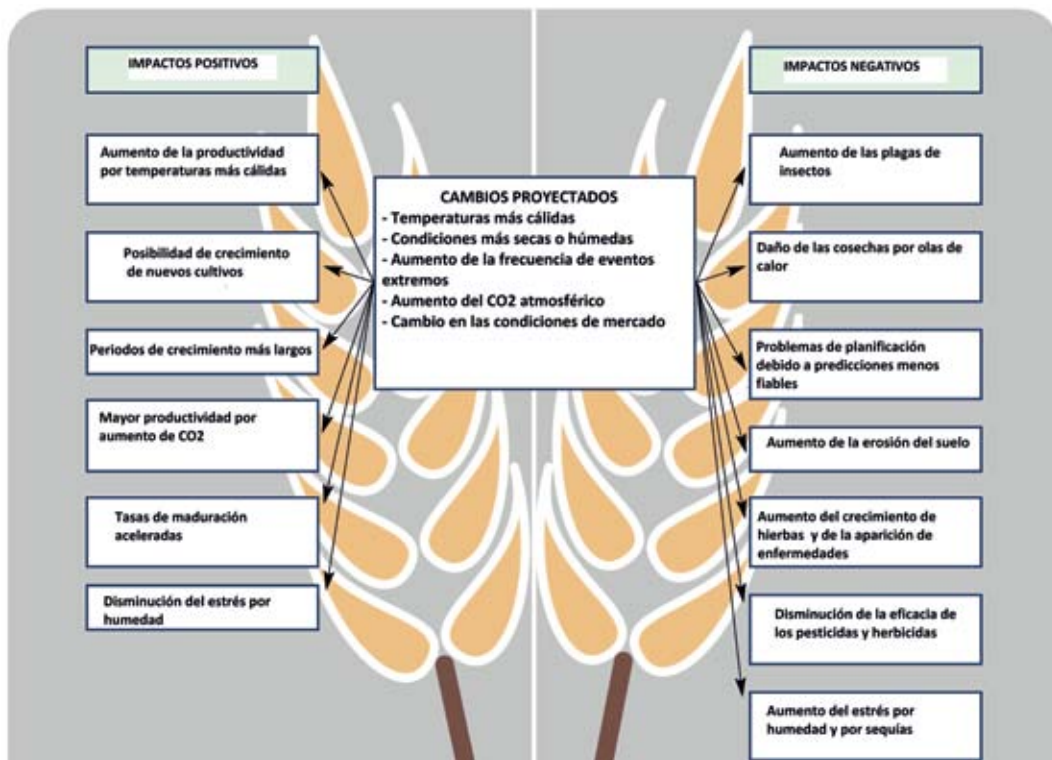
Variación esperable en la productividad potencial de la agricultura, con un incremento de 1°C de temperatura media anual y la disminución de un 10% de la precipitación media anual en Asturias (Burgaz, 2008).

Indice de Turc \*CA\* variación para +1°C temp. y -10% precipit.



Hay que tener presente que la agricultura y la ganadería contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero, entre un 10 y 12 % del total. Principalmente provienen del mal uso de fertilizantes nitrogenados, que emiten óxido nitroso y de las emisiones de metano y el reciclado de CO<sub>2</sub> por el ganado.

Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura (Adaptado de Warren, 2004).





## ¿ Qué riesgos naturales esperamos que ocurran?

Además de los propios impactos directos del cambio climático, se espera que también aumenten algunos riesgos geológicos indirectos. En Asturias, los riesgos naturales más importantes se relacionan con: procesos de inestabilidad de laderas, inundaciones fluviales y torrenciales, inundaciones y erosión costera e incendios forestales.

Esquema de los movimientos de tierra durante un deslizamiento demostrativo de los impactos que puede producir (Redibujado de Echarri, 1998).



Se espera una mayor incidencia de fenómenos hídricos extremos debido al aumento de la inestabilidad de las precipitaciones en las épocas lluviosas y a la disminución de los aportes de agua en los meses secos. Estos fenómenos son:

- Inundaciones
- Sequías
- Erosión de cuencas fluviales

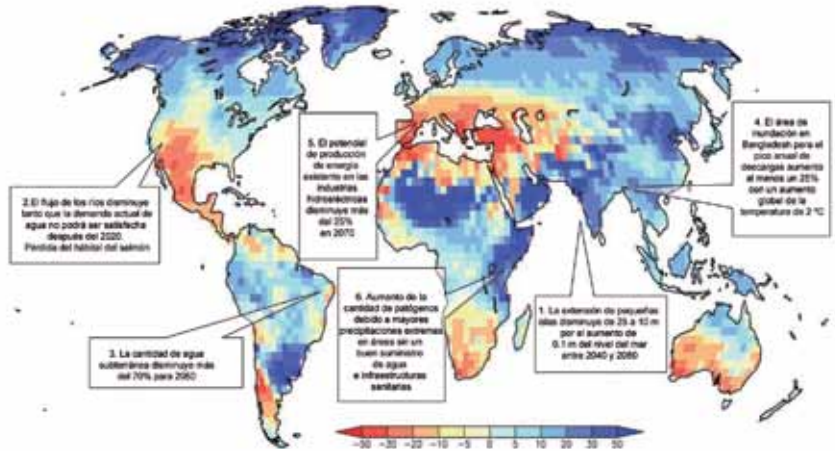
La mayor variabilidad en las precipitaciones tiene como consecuencia una menor frecuencia de avenidas y una mayor torrencialidad en determinadas épocas. Como consecuencia va a aumentar la erosión de las laderas dado que pueden volverse temporalmente más inestables, pudiendo llegar a provocar deslizamientos del terreno. El relieve de la región asturiana hace que la incidencia de diferentes procesos de inestabilidad de laderas sea importante en muchas localidades.



El aumento de fenómenos extremos de precipitación puede aumentar el riesgo de desbordamiento de los ríos, y por lo tanto de inundación de las tierras adyacentes. En estas zonas se localizan asentamientos humanos y tierras de cultivo, que podrían sufrir pérdidas económicas importantes y poner en riesgo vidas humanas. La utilización de las vegas para estas actividades aumenta la vulnerabilidad. Por el lado contrario pueden producirse sequías por la disminución de la precipitación y del caudal de los ríos.



Cambios globales proyectados en la escorrentía de agua superficial para el final de este siglo para el escenario A1B. El color azul indica aumento de la escorrentía y rojo disminución (%). También se señalan algunos de los futuros problemas derivados de sequías o lluvias torrenciales (Adaptado de IPCC, 2007).



Un importante problema asociado a la subida de temperatura y la bajada de pluviosidad es el aumento del riesgo de los incendios forestales. El aumento de temperatura hace que se propaguen incendios de alta intensidad. Al cambiar las condiciones climáticas las zonas de bosque pueden ser sustituidas por zonas de matorrales, vegetación más sensible a los incendios. En Asturias las zonas con mayor riesgo de incendios se encuentran en la zona occidental, donde se localizan la mayoría de las áreas con matorral. Las zonas central y oriental tienen valores de riesgo de incendio menores, igual que las zonas de montaña.



## ¿ Cómo se van a ver afectados los recursos forestales?

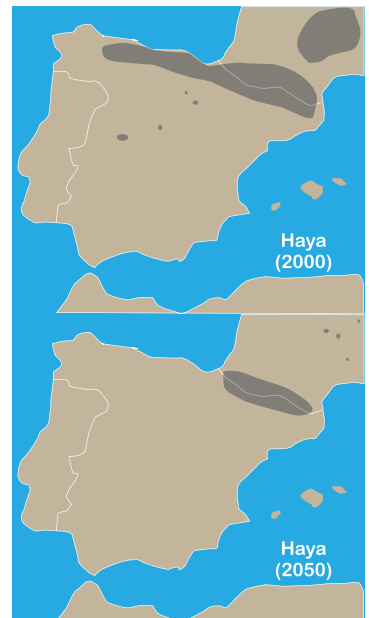
El cambio climático es una presión añadida para las especies y cultivos forestales. Las masas de bosque se pueden degradar y a largo plazo existe la probabilidad de desaparición de algunas especies de Asturias.

Las zonas forestales más vulnerables a los efectos del cambio climático son:

- Los bosques de alta montaña, ya que no pueden desplazarse a mayor altitud.
- Aquellas especies de árboles que crecen en áreas geográficas restringidas.
- Áreas degradadas que impiden el desarrollo de árboles.
- Bosques de ribera, por ser zonas muy impactadas por el hombre.

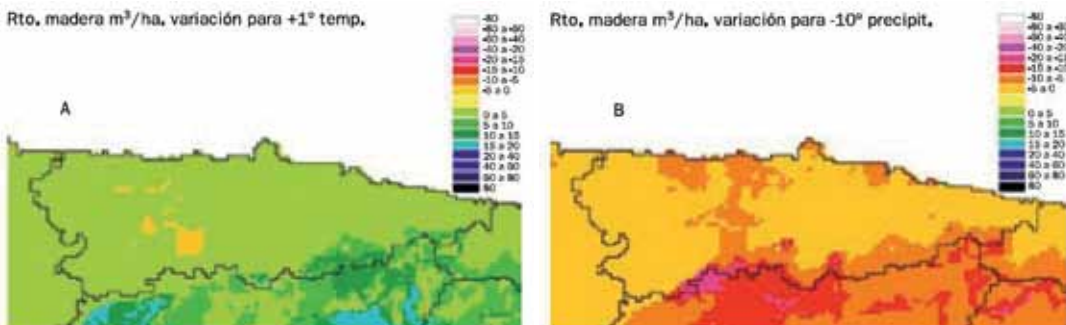
Al cambiar las condiciones climáticas los bosques tendrán problemas para recolonizar hábitats pasados. Muchas especies, como el haya, tendrán problemas para ocupar terrenos en los que existían con anterioridad debido a la degradación sufrida por falta de cubierta vegetal y por limitaciones fisiológicas. En consecuencia su distribución se verá restringida, a lo que se une su baja capacidad de dispersión. El cambio del clima convertirá las zonas favorables actuales en desfavorables en pocas décadas.

Distribución actual del haya (arriba) y la proyectada para el año 2050 (abajo). Con el cambio de clima proyectado el haya verá reducida su distribución a los Pirineos (Redibujado de European Forest Data Center; <http://efdac.jrc.ec.europa.eu/index.php/climate>)



La productividad de los bosques también va a verse afectada por una disminución en la fertilidad del suelo y el descenso de la pluviosidad. En Asturias se espera que se reduzca la producción por el descenso de la pluviosidad. Pero en las zonas de alta montaña se va a producir el efecto contrario y la productividad puede aumentar por efecto de la subida de las temperaturas.

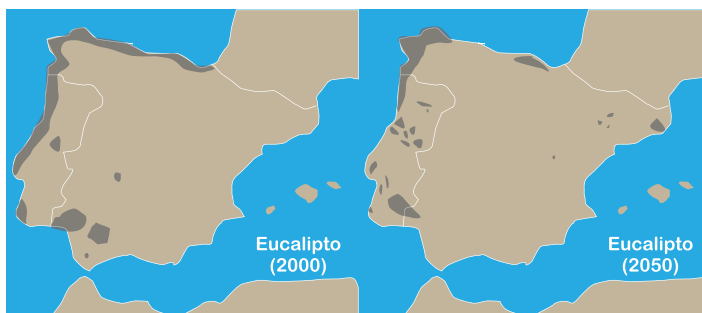
Variación (%) esperable del potencial productivo ( $m^3$  de madera por hectárea) de cultivos forestales, con un incremento anual en  $1^\circ C$  de la temperatura media (A) o una disminución en un 10% de la pluviometría media anual (B) (Burgaz, 2008).

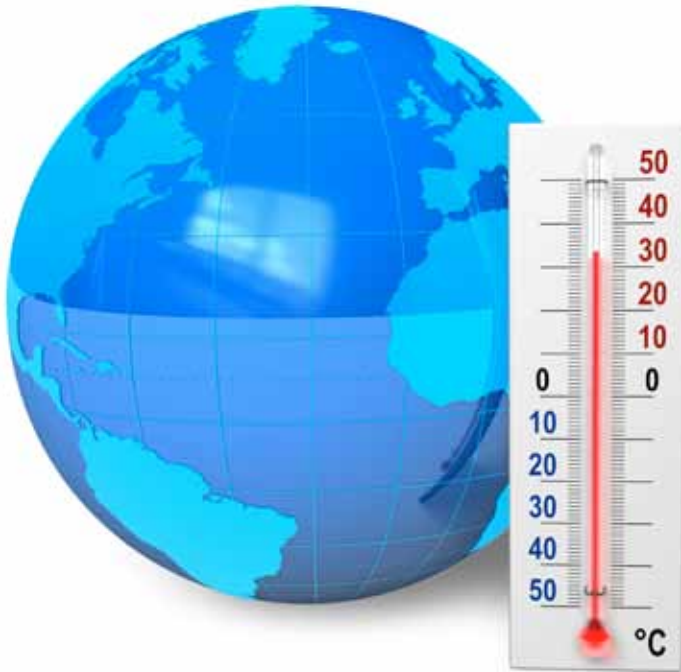


Las especies forestales se verán afectadas por el aumento en la incidencia de plagas, que además se cree serán más virulentas, como se espera que ocurra con el gorgojo del eucalipto. Las especies de árboles con mayor resistencia se podrían ver favorecidas.

Al igual que ocurra en cultivos agrícolas, los cambios de condiciones climáticas pueden convertir en desfavorables áreas en las que actualmente se desarrollan sin problemas, sobre todo teniendo en cuenta que se plantan por lo general en suelos poco productivos o degradados.

Distribución actual del eucalipto (izquierda) y la proyectada para el año 2050 (derecha). Con el cambio del clima el eucalipto desaparecería del sur de la Península Ibérica y disminuiría en la cornisa cantábrica (Redibujado de European Forest Data Center; <http://efdac.jrc.ec.europa.eu/index.php/climate>)





## ¿ Qué va a pasar con nuestra salud?

En general el cambio climático aumentará los peligros para la salud humana, sobre todo en las poblaciones con problemas para adaptarse a él.

La salud humana puede verse afectada de manera directa, por las temperaturas demasiado altas, e indirecta, por la calidad del agua y del aire y la presencia de nuevos vectores de enfermedades. Aún así, el impacto en la salud dependerá de las condiciones ambientales y las circunstancias socioeconómicas de cada región.

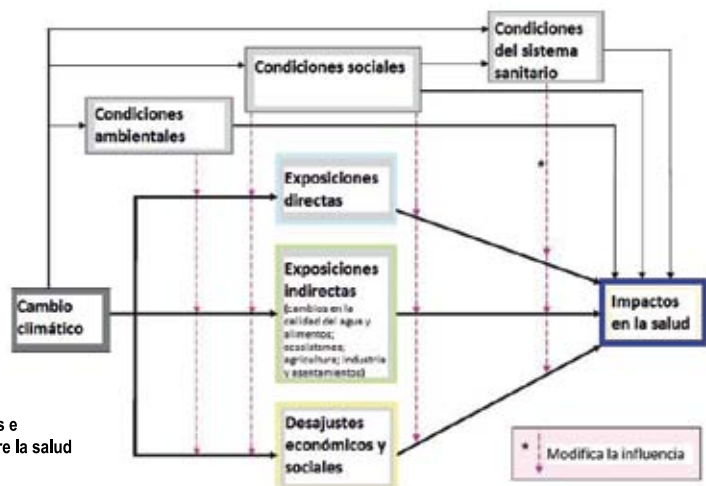


Diagrama sobre los efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la salud humana (Adaptado de IPCC, 2007).



El efecto principal del cambio climático sobre la salud humana va a ser el aumento de la mortalidad y morbilidad asociada al calor en determinadas épocas. En otras épocas podrían verse disminuidas por menor exposición al frío. La mortalidad también puede aumentar por una mayor vulnerabilidad frente a fenómenos meteorológicos extremos y a los riesgos asociados.

Nivel de confianza y magnitud de los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre la salud humana (Adaptado de IPCC, 2007).

	Impacto negativo	Impacto positivo
<b>Confianza muy alta</b> Malaria: contracción y expansión, cambios en estaciones de transmisión	←	→
<b>Confianza alta</b> Aumento de la malnutrición	←	
Aumento en el número de la mortalidad, enfermedades y daños por eventos climáticos extremos	←	
Aumentos de las enfermedades cardiorespiratorias por cambios en la calidad del aire	←	
Cambio en el rango de distribución de los vectores de enfermedades	←	→
Disminución de las muertes por frío		→
<b>Confianza media</b> Aumento de la carga de enfermedades diarreicas	←	

La salud también podría verse afectada por un aumento de las enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos. Pero la falta de alimentos y agua también podrá suponer un riesgo para la salud. El cambio climático también ha alterado la distribución de enfermedades infecciosas y de especies alergógenas.

Efectos previstos sobre la salud humana como consecuencia del cambio climático incluidos riesgos naturales (Adaptado de IPCC, 2007).

<b>EFFECTOS EN LA SALUD HUMANA</b> El informe del IPCC predice los siguiente cambios climáticos y los efectos correspondientes en la salud humana para el siglo XXI	
<b>Cambio climático proyectado (en orden de certeza)</b>	<b>Efectos anticipados en la salud humana</b>
Menos días y noches fríos	Reducción de la mortalidad por exposición al frío
Olas de calor más frecuentes	Aumento de la mortalidad por calor, especialmente entre los ancianos, jóvenes y bebés.
Inundaciones más frecuentes	Escasez de agua y alimentos; aumento de las enfermedades transmitidas por insectos acuáticos
Sequías más frecuentes	Aumento de la mortalidad y del riesgo
Eventos de aumento del nivel del mar	Aumento de las muertes y daños durante las inundaciones; repercusión en la salud por migraciones tierra adentro

Pero los mayores efectos del CO<sub>2</sub> sobre la salud son indirectos. Estos incluyen una mayor contaminación del aire, que las enfermedades se puedan transmitir con mayor facilidad por expansión de los vectores que las transportan. El aumento de la temperatura y del CO<sub>2</sub> atmosférico también favorece que determinadas plantas produzcan más polen. Esto agravaría las alergias existentes o provocaría la aparición de otras nuevas.

La incidencia de vectores patógenos o la presencia de insectos que pueden resultar molestos será muy probable con las condiciones climáticas que se proyectan para Asturias. Ya se detecta su expansión hacia el norte, sobre todo en áreas costeras.

<b>Resultados previstos sobre la actividad sanitaria como consecuencia de los impactos del cambio climático sobre la salud humana (Adaptado de OMS, 2003).</b>	
<b>Resultados del clima en la salud</b>	<b>Resultados sanitarios</b>
Temperaturas extremas	Mortalidad diaria. Ingresos hospitalarios. Asistencia a consulta
Fenómenos meteorológicos extremos	Defunciones atribuidas, ingresos hospitalarios, datos de vigilancia de enfermedades infecciosas, estado nutricional
Enfermedades transmitidas por alimentos y agua	Morbimortalidad enfermedades infecciosas
Enfermedades transmitidas por vectores	Poblaciones de vectores, declaración de enfermedades, distribuciones

# ¿ Cambiarán las formas de turismo?

En Asturias el turismo es uno de los sectores económicos más importantes y en auge de la región.

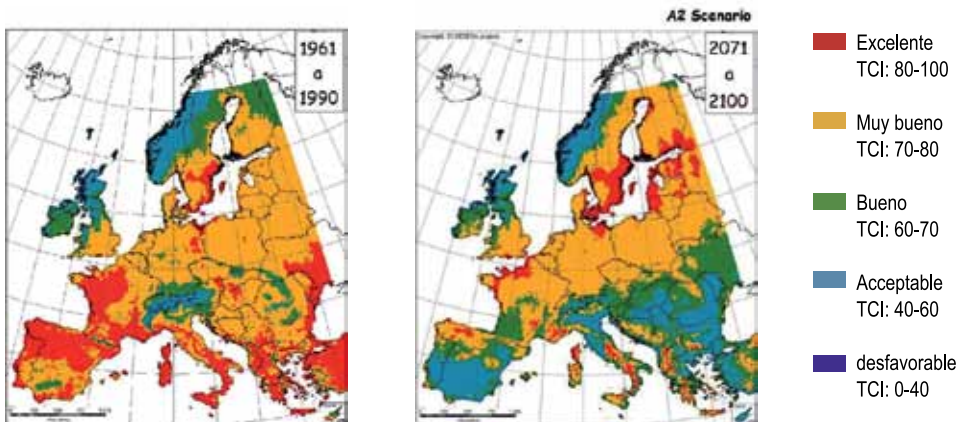


Diagrama de flujos de cómo los cambios en las condiciones climáticas pueden afectar al sector del turismo (Redibujado de Obra social Caja España, 2007).

El clima es un condicionante genérico de la actividad turística. Por lo que cualquier cambio en las condiciones climáticas podría comportar impactos significativos. Algunos efectos previsibles son la modificación de calendarios de actividad y cambio en la demanda y estacionalidad del turismo.

El aumento de la temperatura, especialmente en verano y el descenso de las precipitaciones pueden crear inconvenientes para ciertas modalidades de turismo y oportunidades para otras. Así hay zonas que ya no serán tan aptas para el turismo como antes, mientras que otras se verán favorecidas, generando en su conjunto un panorama complejo.

Potencialidad del clima para el turismo (TCI: Índice Turístico del Clima) para los periodos 1961-1990 (izquierda) y proyección para 2071-2100 (derecha). El cambio del clima producirá una disminución de la confortabilidad climática para el turismo determinadas zonas de Europa mientras se incrementa en otras (PESETA Project; <http://peseta.jrc.ec.europa.eu/>).



Potencialidad del clima para el turismo (1961-1990)

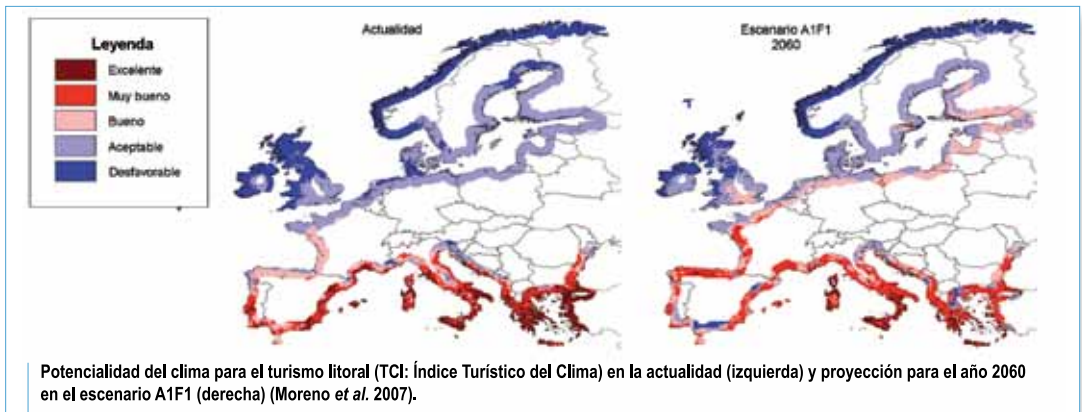
Potencialidad del clima para el turismo (2071-2100)



## Litoral

El turismo litoral es uno de los destinos con mayor desarrollo en Asturias. Los productos y destinos turísticos de litoral podrían verse afectados por la alteración en las condiciones atmosféricas, pero también por efectos indirectos como la desaparición de playas, el incremento de los temporales marítimos y otros fenómenos naturales extremos. Los efectos del cambio en

otros aspectos puede tener efectos, positivos o negativos en Asturias. De forma negativa podrían influir la disminución de los recursos hídricos, la pérdida de biodiversidad y los cambios en el paisaje.



## Montaña

La reducción de la precipitación en forma de nieve y el incremento de temperaturas son factores limitantes que pueden afectar a la continuidad de las estaciones de esquí, especialmente aquellas que se localicen a menor altitud.

Además la zona de montaña puede verse afectada por un mayor peligro de aludes debido a una mayor inestabilidad en las laderas. Durante el verano, una mayor incidencia de periodos secos puede incrementar el riesgo de incendios forestales, y por tanto suponer un factor de riesgo para las actividades al aire libre.

Existe una necesidad de adaptación de las instalaciones turísticas para minimizar las vulnerabilidades asociadas al cambio del clima, y de adecuación para reducir sus impactos en el clima y en la biodiversidad regional.





## ¿ Qué pasará con el suministro de energía?

En general se prevé un aumento de la demanda de energía, especialmente por el uso de los aires acondicionados en verano.

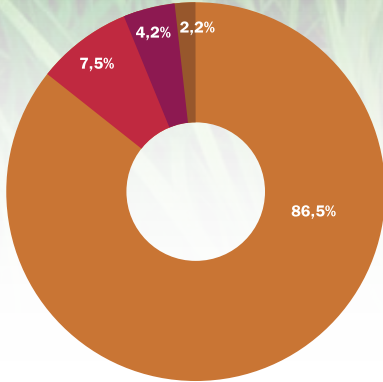
Para combatir las altas temperaturas y la disminución de la precipitación en esta estación los hogares harán un mayor uso de las fuentes de refrigeración. Por el lado positivo se espera que disminuyan los días de uso de calefacción.

La disminución de la precipitación y del caudal de los ríos va a tener un impacto significativo en las instalaciones hidroeléctricas. Al disponer de menos agua para su funcionamiento reducirán las aportaciones de esta energía renovable y se tenga que recurrir a otras fuentes de energía.

Evolución de la demanda de la energía eléctrica (gigavatios/hora) entre 2001-2005 para España (Red Eléctrica, 2006).



Fuentes de generación de energía eléctrica en Asturias en el año 2007 (Fundación Asturiana de la Energía, 2007).



- Carbón
- Eólica
- Resto Rég. Especial
- Hidráulica

La distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero en la región se caracteriza por la elevada aportación de gases procedentes de las industrias energéticas (65,6%), correspondiendo el resto a otras industrias (20,1%), al transporte (11,3%) y a otros sectores (3,0%).

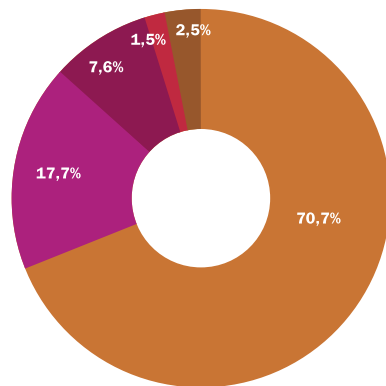
La mayoría del consumo de energía/emisiones está derivada del carbón (70%), seguido del petróleo (17%) y, en menor medida, del gas natural.

Las energías renovables son una fuente alternativa de energía para disminuir los impactos (ver capítulo 4), pero al depender fuertemente del clima están mucho más expuestas que otras energías a los posibles cambios. Su contribución en Asturias, si se exceptúa la hidráulica, todavía es limitada.

En Asturias la fuente principal de energía son los combustibles fósiles, con un más del 70% proveniente del carbón. El petróleo constituye menos del 18%. La energía eléctrica se produce casi toda en centrales térmicas de carbón, seguida por la hidráulica. Esto supone que la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera es elevada.

Es importante destacar que un porcentaje importante de la energía eléctrica producida se exporta, aunque está disminuyendo en los últimos años.

Consumo de energía primaria en Asturias según las fuentes de producción energética en el año 2007 (Fundación Asturiana de la Energía, 2007).

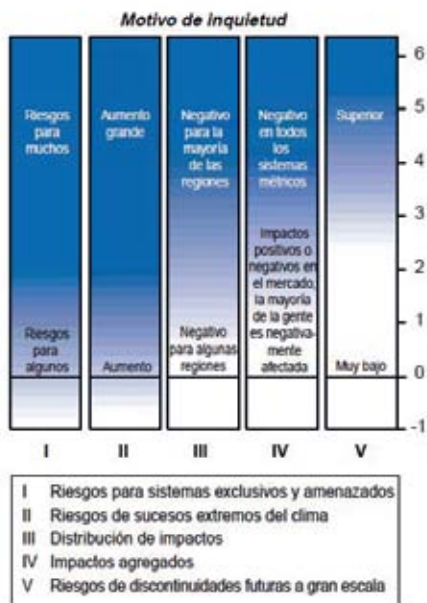
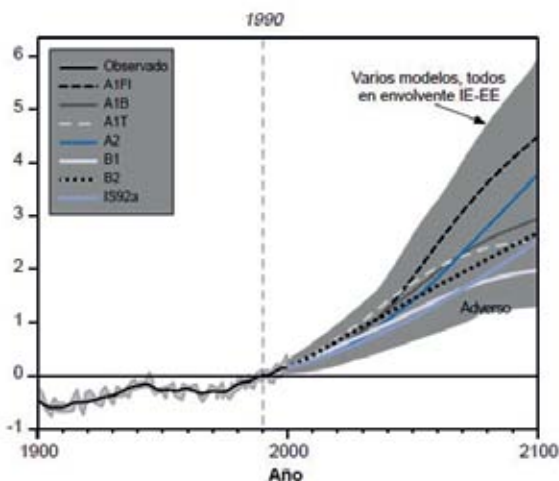


- Carbón
- Otras Renov.
- Hidráulica
- Gas N.
- Petróleo

# ¿ De qué manera se verán afectadas las sociedades y la economía?

Todos los efectos descritos anteriormente van a tener un impacto final sobre las poblaciones humanas.

Aquellas más vulnerables van a ser las que se encuentren cerca de la costa o de la ribera de los ríos, por el aumento del nivel del mar y la crecida de los ríos o sometidas a sequías. También se verán muy afectadas las que se encuentran en zonas propensas a fenómenos meteorológicos extremos o a riesgos de origen geológico.



La parte izquierda de la figura representa el aumento de temperatura previstos hasta el año 2100 según diferentes escenarios de emisión. La parte derecha representa cinco motivos de inquietud para cinco riesgos del cambio climático diferentes hasta el año 2100. El color blanco indica impactos o riesgos neutros o de pequeña magnitud. El azul claro indica impactos negativos o riesgos bajos. El azul oscuro representa impactos o riesgos negativos de mayor magnitud. Se observa que cuanto mayor es el aumento de temperatura mayor es el grado de riesgo (IPCC, 2001).

La economía de algunos sectores puede verse afectada. El empleo en las actividades tradicionales como la agricultura, ganadería y pesca está disminuyendo en los últimos años. Si el cambio climático afecta a la productividad de los cultivos y las poblaciones de peces puede que disminuya más.

A) Efecto de tres variables de cambio climático (temperatura, precipitaciones y viento) y B) relación de intereses asegurados sobre diferentes sectores en un escenario de cambio climático (Obra social Caja España, 2007).



El sector servicios es el más importante para la economía de la región, ya que representa el 68% del total de empleos. Dentro de los servicios el más importante es el turismo, que ha aumentado en los últimos años. El cambio del clima en Asturias puede beneficiar al turismo por presentar unas condiciones más favorables que otras zonas. Así su economía y empleabilidad podría verse reforzada en el futuro.

En cuanto a la economía se detectan inversiones nuevas para combatir o adaptarse al cambio climático, como puede ser el desarrollo de energías renovables o una adecuación de las viviendas a las nuevas condiciones climáticas.

Resumen de los impactos relacionados con el clima sobre diversos sectores económicos en zonas costeras (Adaptado de IPCC, 2007)

IMPACTO CLIMÁTICO RELACIONADO (Y LOS MOTORES CLIMÁTICOS)						
Sector costero socio-económico	Aumento de temperatura (aire y océanos)	Eventos extremos (tormentas, olas)	Inundaciones (nivel del mar, escorrentía)	Erosión (tormentas, aumento del nivel del mar, olas)	Intrusión de agua salada (aumento del nivel del mar, escorrentía)	Efectos biológicos (todos los motores climáticos)
Recursos de agua dulce	X	X	X	-	X	*
Agricultura y cultivos forestales	X	X	X	-	X	*
Pesquerías y acuicultura	X	X	*	*	X	X
Salud	X	X	X	-	X	X
Recreación y turismo	X	X	*	X	-	X
Biodiversidad	X	X	X	X	X	X
Asentamientos/Infraestructuras	X	X	X	X	X	-

X = fuerte; \* = débil; - = no establecido o insignificante

# Bibliografía

Alcock R (2003) The effects of climate change on rocky shore communities in the Bay of Biscay, 1895–2050. PhD. Thesis, University of Southampton, 296 pp.

Archer D, Rahmstorf S (2010) The climate crisis: An introductory guide to climate change. Cambridge University Press. Cambridge, 250 pp.

Bañón R, Casas Sánchez JM, Piñeiro CG, Covelo M (1997) Capturas de peces de afinidades tropicales en aguas atlánticas de Galicia (noroeste la Península Ibérica). Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 13: 57-66.

Bañón R, del Río JL, Piñeiro CG, Casas JM (2002) Occurrence of tropical affinity fish in Galician waters, north-west Spain. Journal Marine Biological Association UK, 82: 877- 880.

Base de datos de T.E. Díaz: Flora de Asturias desde los años 70 hasta la actualidad.

Burgaz FJ (2008) Producción potencial del sector agrícola y forestal en Asturias. ENESA.

Canadell JG, Pataki D, Pitelka L (eds) (2007) Terrestrial Ecosystems in a Changing World. The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

CLIMAS (2009) Evidencias y efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras. Oviedo, 368 pp.

Dow K, Downing TE (2006) The Atlas of Climate Change. Mapping the world's greatest challenge. University of California Press. 128 pp.

Echarri L (1998) Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Editorial Teide. Versión electrónica: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecología/Hipertexto/08RiesgN/140MovTierr.htm>.

Fundación Asturiana de la Energía (FAEN). Base de datos. Balance de energía. 2000-2007. Ministerio de Industria, Turismo y comercio.

Gazeau F, Quiblier C, Jansen JM, Gattuso JP, Middelburg JJ, Heip CHR (2007) Impact of elevated CO2 on shellfish calcification. Geophysical Research Letters, 34, doi:10.1029/2006GL028554

González-Taboada, F., Anadón, R. (2008) Decoupling of sea surface temperature variation during the last two decades and its effect on remotely sensed phytoplankton biomass in the North Atlantic. Effects of Climate Change on the World Ocean, Gijón, Spain.

Gutiérrez JA (1994) Descripción de las comunidades dominadas por macroalgas en la costa de Asturias. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) Climate Change 2001, eds. Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., and Johnson, C.A., Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.

Lisowski M, Miaoulis I, Cyr M, Jones LC, Padilla MJ, Wellnitz TR (2004) Prentice Hall Science Explorer: Environmental Science. Pearson Prentice Hall. 230pp.

Mann M.E y Kump L.R (2009) Dire predictions. Understanding global warming. DK Publishing. new York.

Marcos M, Gomis D, Monserrat S, Álvarez E, Pérez B, García-Lafuente J (2005) Consistency of long sea-level time series in the Northern coast of Spain. *Journal of Geophysical Research*, 110: 1-13.

Martí R, del Moral JC (2003) Atlas de las aves reproductoras de España. SEO/BirdLife. Ministerio de Medio Ambiente.

Moreno A, Amelung B, Gómez B, Scott D (2007) Climate Suitability for Beach Tourism in Europe: A Reassessment of the Impacts of Climate Change. *Climate Research*.

OMS: Organización Mundial de la Salud (2003) Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas, Resumen. OMS, Ginebra.

Red Eléctrica (2006) El sistema eléctrico español. Red eléctrica de España. Madrid, 116 pp.

Selong, JH y McMahon TE (2001) Effect of Temperature on Growth and Survival of Bull Trout, with Application of an Improved Method for Determining Thermal Tolerance in Fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* 130:1026-1037.

Titus JG (1991) Greenhouse Effect And Coastal Wetland Policy: How Americans Could Abandon An Area The Size Of Massachusetts At Minimum Cost. *Environmental Management*, Vol. 15, No. 1, pp 39-58.

Truiller W, Lavorel S, Sykes MT, Araújo MB (2006) Using niche-based modelling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe. *Diversity y Distributions* 12: 49-60.

UNEP (2006) Planet in peril. An Atlas of Current Threats to people and the environment. UNEP/GRID-Arendal. Paris, 38 pp.

Valdés L, López-Urrutia A, Cabal J, Álvarez-Osorio M, Bode A, Miranda A, Cabanas M, Huskin I, Anadón R, Álvarez-Marques F, Llope M, Rodríguez N (2007) A decade of sampling in the Bay of Biscay: What are the zooplankton time series telling us?. *Progr. Oceanography*, 74: 98-114.

Valladares E, Peñuelas J, Calabuig EL (2006) Ecosistemas terrestres. Evaluación de los impactos del cambio climático en España. J.M. Moreno (eds.). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

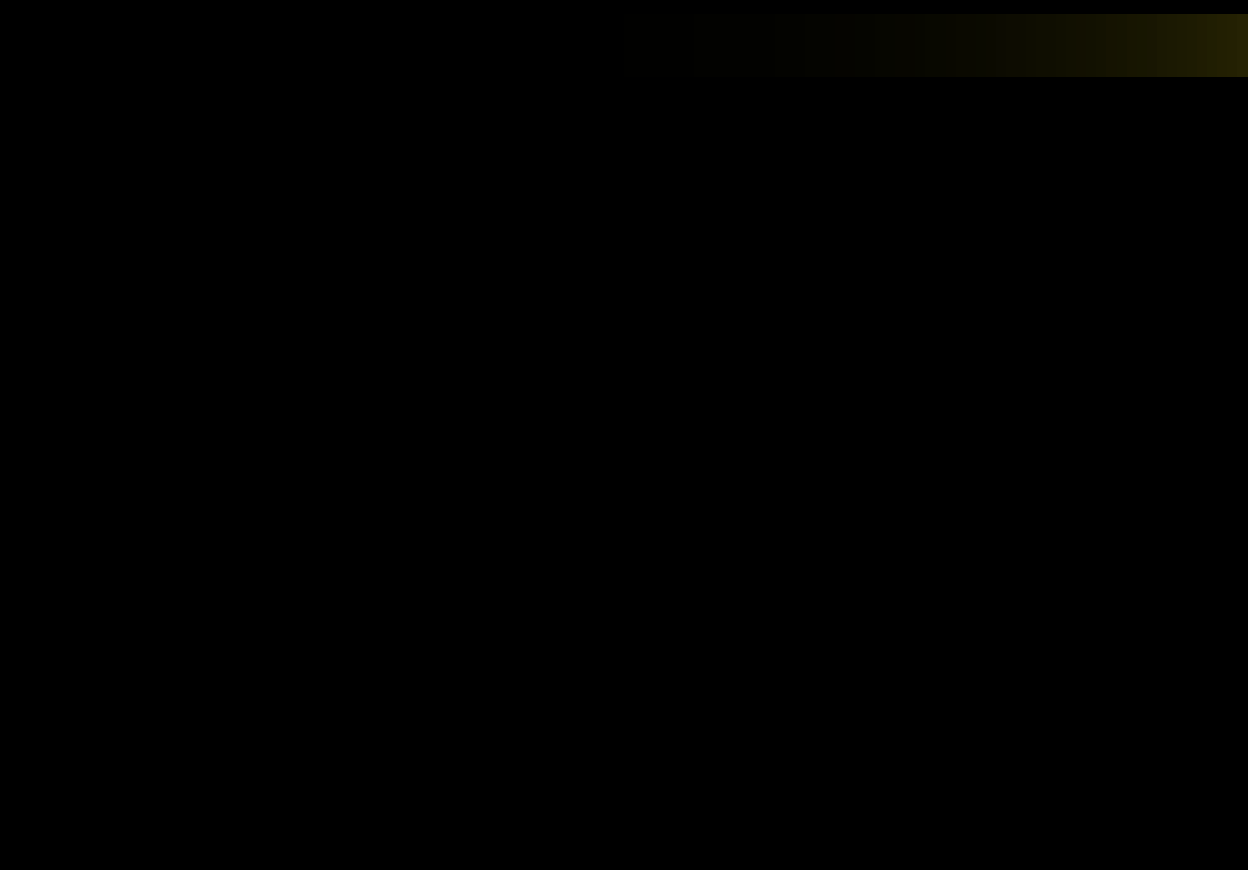
Vera ML (1995) Efecto de la altitud en la fenología de la floración en especies arbustivas del norte de España. *Lagascalia*, 18:3-14.

VII Foro sobre desarrollo sostenible y medio ambiente. Cambio climático (2007) Fundación Monteleón. Obra social Caja España.

Warren FJ (2004) Impacts and Adaptation. A Canadian perspective. Natural Resources Canada. Ottawa, 201 pp.









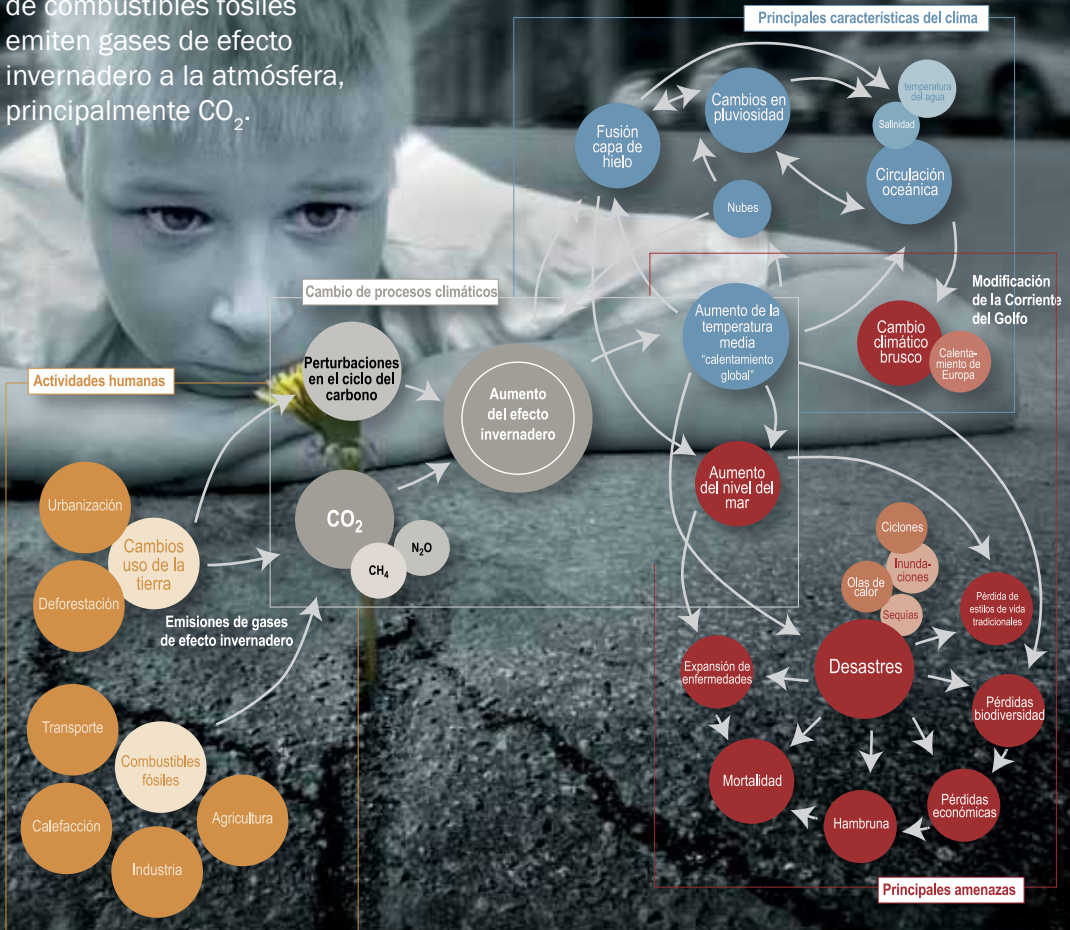
# PARTE 4

## Mitigación y adaptación

Disminuir nuestra  
demanda de recursos  
usarlos de manera más  
eficiente gastando menos  
energía para vivir y  
producir y aprovechando  
las nuevas y viejas  
tecnologías permitirá  
sostener nuestra actividad  
sin daños insoportables.

# ¿ Qué podemos hacer frente al cambio climático?

Determinadas actividades humanas como el cambio de usos del suelo y el uso de combustibles fósiles emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera, principalmente CO<sub>2</sub>.



Esquema de cómo las actividades humanas (naranja) ejercen su efecto sobre el cambio climático (gris) modificando las variables del clima (azul), y estos cambios afectan a diversas actividades humanas (rojo) (Adaptado de UNEP, 2005).

Las sociedades deberán reducir estas emisiones (mitigación) o aprender a convivir con los efectos del cambio climático (adaptación). Las emisiones crecientes durante las últimas décadas han producido un aumento del efecto invernadero. Como principal consecuencia la Tierra se está calentando,

lo que ha desencadenado el cambio del clima en toda la Tierra. Así se ha puesto en marcha un mecanismo de cambio de las características climáticas que, en último lugar, genera impactos sobre las poblaciones humanas, los ecosistemas y las especies.

El cambio climático es cada vez más acelerado debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI); se prevé que la situación empeore en los próximos años si se continúa emitiendo GEI y degradando los ecosistemas a la misma velocidad. Pero está en manos de los humanos responder al cambio climático. Para ello se pueden adoptar dos tipos de medidas: mitigación y adaptación.

Esquema de las diversas interacciones entre el desarrollo socio-económico, los causantes del cambio climático, el propio cambio climático y sus efectos sobre la biodiversidad los recursos y la salud humana. Se indican las dos vías principales de respuesta humana: Mitigación y Adaptación (IPCC, 2007).



Las medidas de **MITIGACIÓN** son todas aquellas acciones que están enfocadas a reducir y compensar las emisiones de GEI a la atmósfera. Estas medidas son importantes y tienen como fin reducir la velocidad e intensidad del cambio climático

La **ADAPTACIÓN** incluye todas las estrategias que los humanos pueden desarrollar para minimizar los efectos perjudiciales del cambio climático. La respuesta adaptativa al cambio climático puede generar beneficios y nuevas oportunidades y reducir la vulnerabilidad. Las especies y los ecosistemas también están sufriendo cambios adaptativos.

Es importante tener en cuenta que la mitigación NO evita que el cambio climático ocurra. Las temperaturas van a continuar aumentando aunque la concentración de GEI en la atmósfera se estabilice. La mitigación está encaminada a que el cambio sea de menor magnitud y que se produzca más despacio, lo que a su vez facilitará la adaptación.



## ¿ Qué recursos hay disponibles para mejorar el sistema energético actual?

Uno de los aspectos importantes que deben llevarse a cabo para hacer frente al cambio climático global es la mejora del rendimiento del sistema energético actual, su sustitución por energías limpias y reducir la demanda energética.

Los instrumentos disponibles de mitigación del cambio climático para mejorar el sistema energético actual son:

### Ahorro y eficiencia energéticas

- Aislamiento de casas
- Vehículos y equipos más eficientes
- Reducción de gastos en iluminación
- Nuevos diseños en fábricas y maquinaria

### Sustitución de combustibles fósiles por energías renovables:

- Eólica
- Solar
- Geotérmica
- Hidrógeno
- Bioenergía

### Otras nuevas que se desarrollarán (Fusion p.e.)



### Eólica

La energía eólica se genera mediante aerogeneradores que son movidos por el viento. Al girar las aspas transforman la energía cinética del aire, mediante un generador, en energía eléctrica. Existen aerogeneradores para producción industrial y para uso doméstico, granjas y caserías.

### Solar fotovoltaica

Sistemas de células o paneles que capturan la energía electromagnética de origen solar y la transforman en electricidad. Puede combinarse con la eólica.

Ejemplo de instalación solar fotovoltaica (parte inferior) combinada con la energía eólica (parte superior) para la generación de energía eléctrica (<http://www.soliclima.es>).

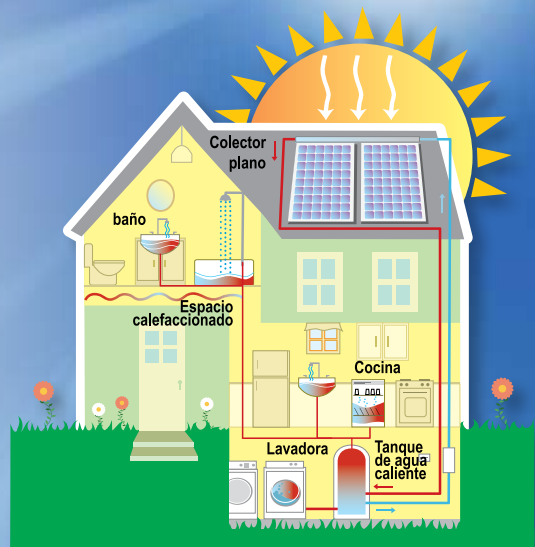
## Solar térmica o termosolar

Consiste en el aprovechamiento de la energía del sol mediante paneles que captan la energía solar y la transforman en calor. Esta energía puede utilizarse para producir agua caliente destinada al consumo doméstico o calefacción.

## Solar termoeléctrica

El calor generado de la energía solar también puede ser utilizado para generar energía eléctrica y utilizarla en los electrodomésticos del hogar. El calor solar recogido durante el día se puede almacenar, de forma que durante la noche o cuando está nublado se puede igualmente estar generando electricidad.

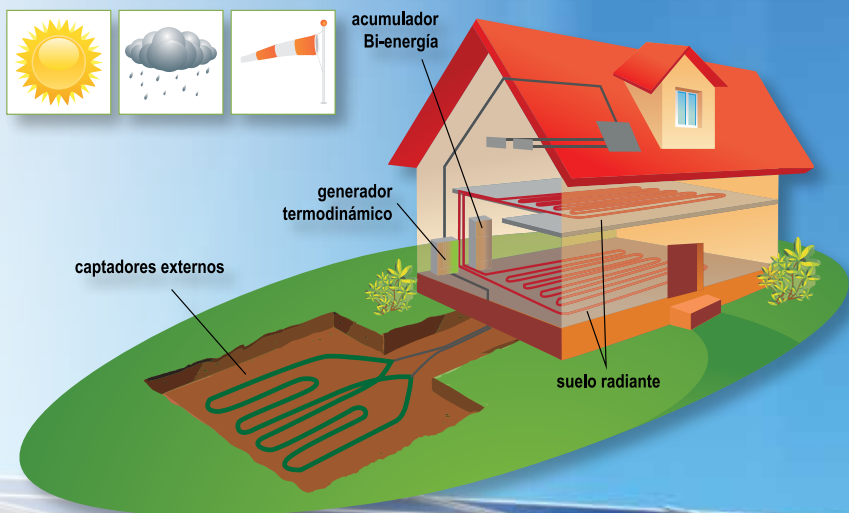
Instalación solar térmica y termoeléctrica. La radiación del sol calienta placas solares sobre las que incide, el calor se transfiere a un circuito de agua que mediante intercambiadores se puede dedicar a agua sanitaria, calefacción o a generar energía (Redibujado de <http://ventanaec.blogspot.com/>).



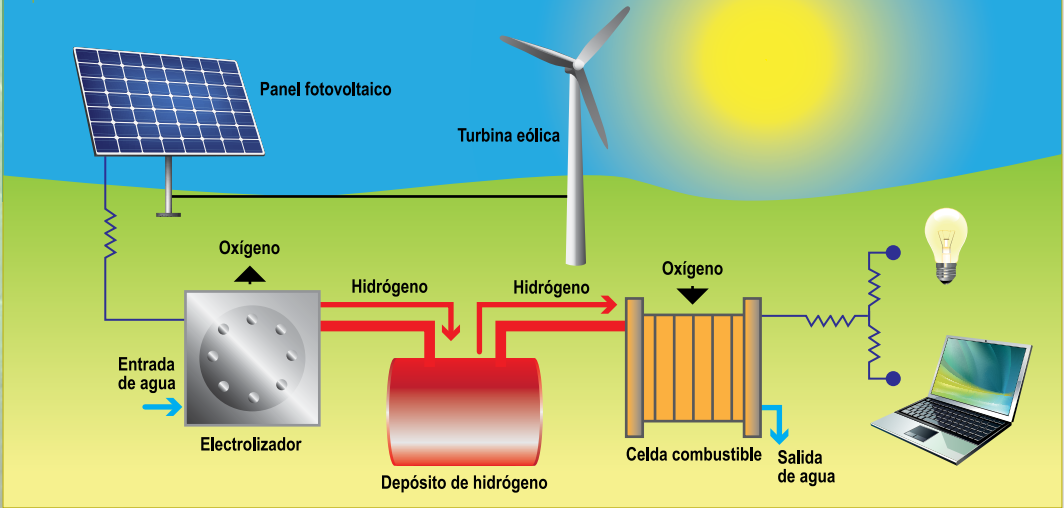
## Geotérmica

Se fundamenta en la extracción del calor de la tierra y su utilización para calentar un circuito de agua mediante un intercambiador. Al igual que en el caso de la solar térmica se utiliza en calefacción o en agua sanitaria.

Sistema de calefacción mediante energía geotérmica. Se fundamenta en la transferencia de calor de un circuito bajo tierra y otro circuito doméstico. La energía es transportada desde el suelo a un intercambiador geotérmico a partir del que se distribuye al resto de la casa para agua caliente o calefacción por suelo radiante (Redibujado de <http://www.ingelco.es/>).



Sistema de utilización de hidrógeno para producir energía mediante una pila que utiliza hidrógeno y oxígeno y produciendo agua. El hidrógeno se puede obtener comercialmente aunque está en desarrollo la obtención autónoma a partir de energías renovables (Redibujado de <http://www.cubasolar.cu>).



## Hidrógeno

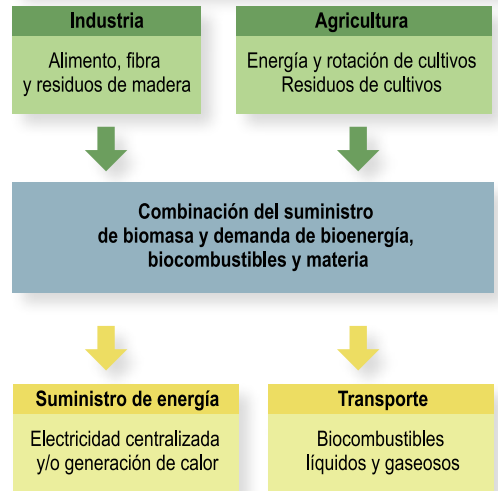
Las pilas de hidrógeno permiten la obtención de energía eléctrica mediante un proceso electroquímico basado en la reacción de hidrógeno y oxígeno produciendo agua. Se pretende combinarla con eólica o fotovoltaica para generar el hidrógeno de forma autónoma.

## Bioenergía

Es una energía renovable que se obtiene a partir de diferentes fuentes de biomasa. Esta se usa como materia prima para producir energía en forma de combustibles sólidos, líquidos (biocombustibles) y gaseosos (biogás, hidrógeno), y también para electricidad y calefacción.

Fuentes de suministro de biomasa a partir de un amplio rango de recursos y su transformación para producir bioenergía (Adaptado de IPCC, 2007).

### FUENTES DE BIOMASA



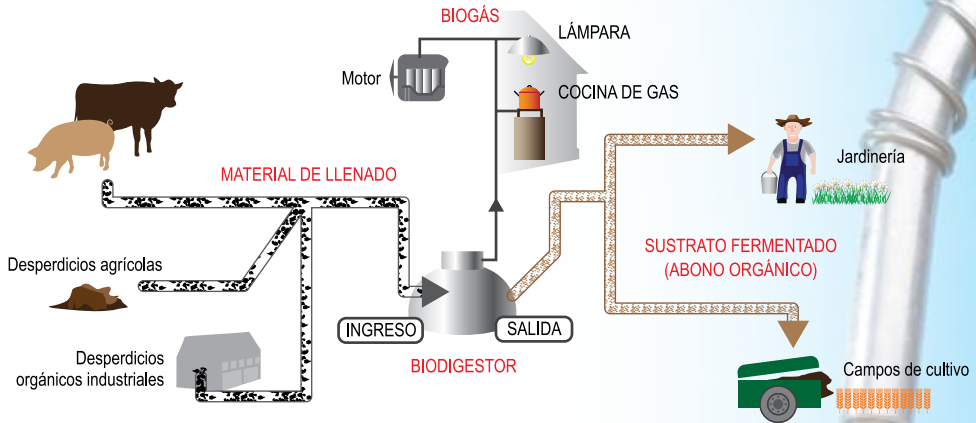
### UTILIZACIÓN EN BIOENERGÍA



## Biomasa

Proviene principalmente de recursos forestales. Aunque también se pueden aprovechar los residuos agrícolas y ganaderos, como los purines. Se pueden utilizar otros residuos orgánicos.

Esquema del proceso de generación de biogás a partir de restos vegetales y animales. Los desechos ingresan en el biodigestor que dará como productos de la fermentación abono orgánico y biogás (Redibujado de <http://cma12.glogster.com/biogas/>).

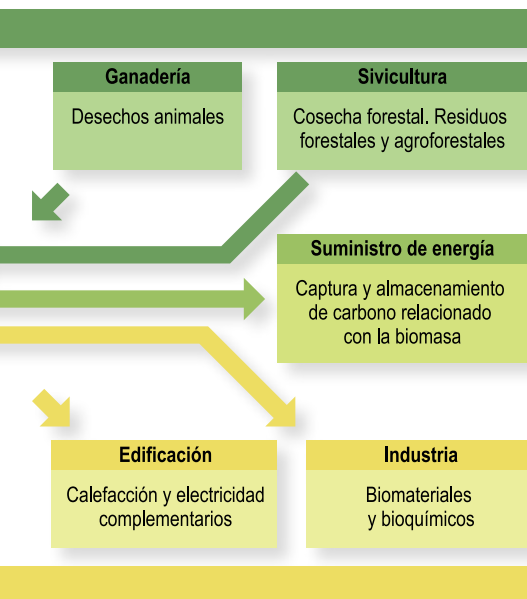



## Biocombustibles

Están fabricados a partir de cultivos y purines animales. Son el principal sustituto del petróleo y el diesel disponibles para el transporte, y para usos domésticos o instalaciones agrícolas. El uso de biocombustibles tales como el biodiesel, bioetanol o biogás, son una forma importante de potenciar un uso sostenible de los recursos y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en zonas rurales en donde estos recursos son abundantes.

## Biogás

Es un gas que se genera en dispositivos específicos por reacciones de degradación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. El gas resultante está formado por metano ( $\text{CH}_4$ ), monóxido y dióxido de carbono ( $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ ) y otros gases. Puede ser utilizado como combustible para producir electricidad o en cocinas.





## ¿ Cómo preparar los edificios y equipos para los cambios proyectados?

Muchas de las infraestructuras que actualmente se encuentran en uso serán afectadas por el cambio climático. Por lo que probablemente será necesario su adecuación o reconstrucción. Es por ello que será necesaria una modernización de las granjas, mediante el uso de equipamientos e infraestructuras eficientes energéticamente.



### Medidas de mitigación

Para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera es necesario hacer un uso eficiente de la energía usando tecnologías eficientes energéticamente y reduciendo el uso de los electrodomésticos. También es importante aumentar el aislamiento térmico de los edificios, para minimizar las entradas y salidas de calor no deseadas de la vivienda. Con estas medidas se puede reducir considerablemente el uso de calefacción y de refrigeración.

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES EN LOS EDIFICIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AUMENTAR EN AISLAMIENTO TÉRMICO

### Mejora de la eficiencia energética

- Instalaciones energéticas colectivas renovables
- Tecnologías eficientes de climatización
- Reutilización y reciclado de materiales
- Generación de biogás
- Reducir el uso de la calefacción y de los sistemas de refrigeración
- Usos de electrodomésticos e iluminación energéticamente eficientes
- Renovación de maquinaria agrícola
- Reducir el uso de maquinaria agrícola

### Aumento del aislamiento térmico

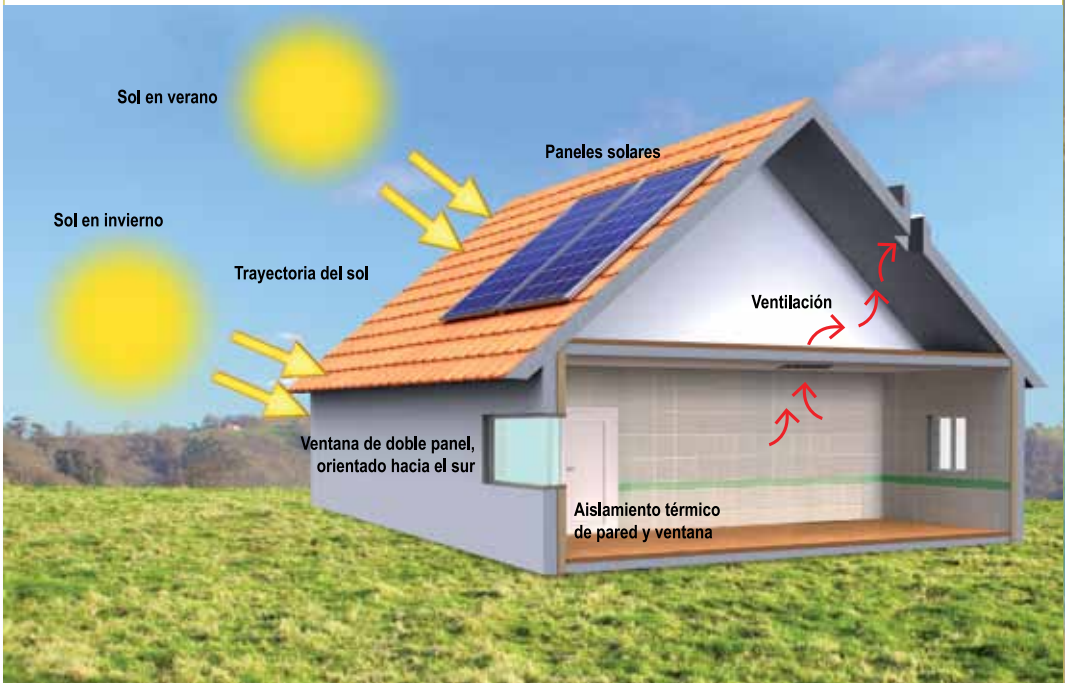
- Rehabilitar y aislar fachadas y cubiertas
- Aumentar el grosor de las paredes
- Usar puertas y ventanas multicapa
- Instalar una barrera continua impermeable combinada con burletes

Fuente: IPCC, 2007.

La renovación de la maquinaria agrícola puede generar ahorro y eficiencia energética. También puede fomentarse el uso común de maquinaria como forma de racionalizar el uso de la misma, lo cual se traduce en un considerable ahorro de costos y energía. Desde un punto de vista energético es importante la adecuación entre tractores y otra maquinaria agrícola. La reducción del laboreo puede suponer una reducción significativa de las necesidades de combustible

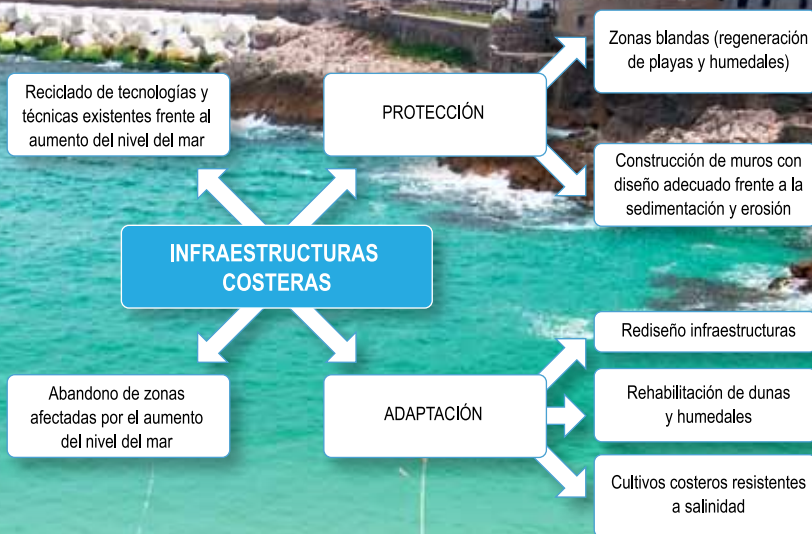


La arquitectura bioclimática permite minimizar los costos energéticos del mantenimiento de los edificios con un buen aislamiento facilitando la adaptación a las nuevas condiciones que impondrá el cambio climático (Redibujado de <http://www.videolife.tk/BIOCLIMATICA/>).



## Adaptación de edificios

Existen múltiples posibilidades de ahorrar energía en los edificios utilizando las energías renovables combinando con un buen aislamiento de la vivienda. Esto se obtiene utilizando la energía solar de forma pasiva a través de una arquitectura coherente energéticamente o Arquitectura Bioclimática. Con esta arquitectura, teniendo en cuenta las técnicas naturales de acondicionamiento y los componentes de la envolvente, se pueden obtener edificios eficientes. Se puede conseguir construyendo nuevos edificios o en primera instancia rehabilitando edificios preexistentes



Medidas de adaptación y protección disponibles para aplicar en las infraestructuras costeras (Adaptado de IPCC, 2007 y Warren, 2004).

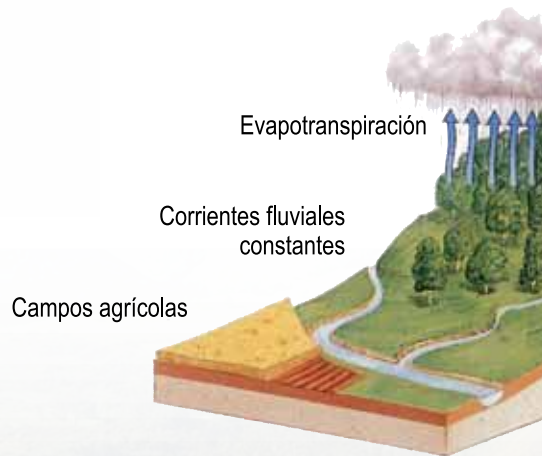
### **Adaptación de infraestructuras en las zonas costeras**

Una adaptación apropiada y eficiente es esencial para reducir la magnitud y extensión de los impactos potenciales y, por lo tanto, reducir la vulnerabilidad de las zonas costeras al cambio climático. Para continuar el desarrollo de actividades a pesar del aumento del nivel del mar es necesario proteger las zonas costeras mediante la restauración de las zonas blandas y la construcción de muros. Es esencial adaptar las actividades humanas y las infraestructuras frente a los cambios que se prevén. Abandonar zonas amenazadas por el aumento del nivel del mar o no desarrollar nuevas actividad en estas zonas siempre será una buena opción adaptativa.



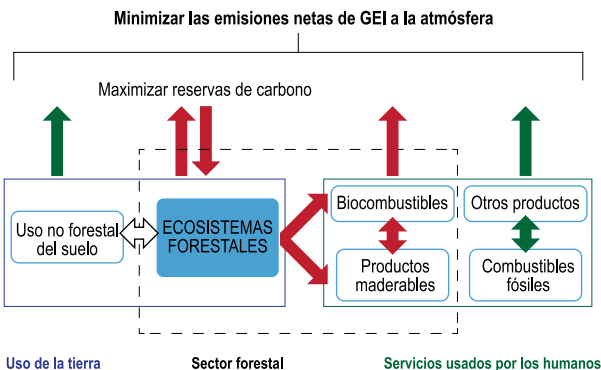
# ¿ Qué mejoras deben realizarse en las medidas de gestión en los recursos forestales?

En el proceso de cambio climático, la gestión forestal debe estar encaminada a minimizar al máximo las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y a maximizar las reservas de carbono en la biomasa y suelo de los ecosistemas forestales. Para ello es imprescindible mantener o aumentar el área forestal y sustituir las fuentes de energía utilizadas.



Las raíces estabilizan el suelo y estimulan la circulación del agua

Estrategias de mitigación en los ecosistemas forestales para paliar los impactos del almacenamiento de cargo y reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero (Adaptado de IPCC, 2007).



## Gestión forestal con fines de Mitigación

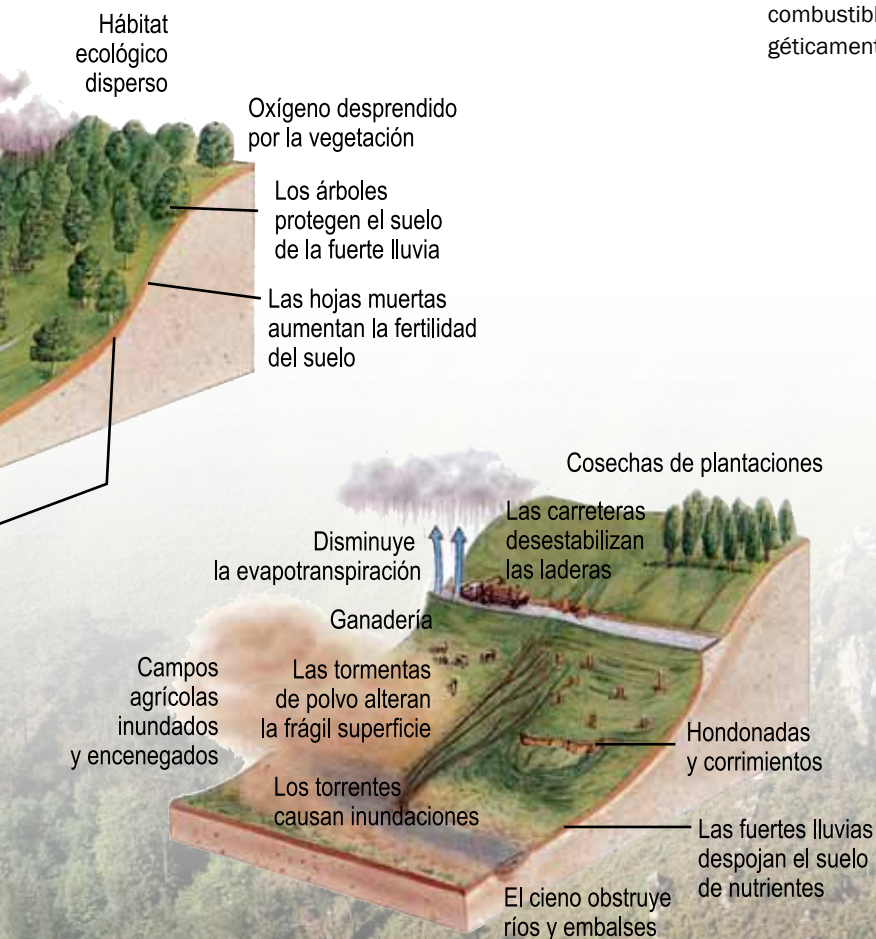
Las medidas disponibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero son:

- Mantenimiento o aumento de las áreas forestales mediante la reducción de la deforestación y la degradación. Eficiencia energética:

Sustituir productos no renovables por madera.

Producir bioenergía como sustituto de combustibles fósiles. Aprovechar energéticamente la biomasa forestal.

Esquema de una ladera de montaña antes (arriba) y después (abajo) de sufrir un proceso de deforestación. La falta de árboles y sus raíces hace que el agua no sea retenida en el suelo, formándose torrentes y provocando deslizamientos y la inundación de campos de cultivo (Elsom, 1993).





## Gestión forestal con fines de Mitigación

Las medidas disponibles para aumentar la absorción de carbono por parte de los sumideros son:

- Mantenimiento de los niveles de carbono en el suelo mediante:
  - Reducción de la degradación de los bosques.
  - Mantener y restaurar los suelos forestales.
  - Mejora de los árboles y manejo de los pies con distintas edades.
  - Fertilización.
  - No realizar gestión en bosques naturales.
- Mantenimiento de los niveles de carbono en la biomasa mediante:
  - Técnicas de conservación del bosque, como restaurar y/o repoblar las zonas degradadas.
  - Mejora de las variedades de árboles para aumentar la productividad y el secuestro de carbono.
  - Rotación de bosques.
  - Protección y prevención contra incendios e insectos.



Opciones de mitigación disponibles para el sector forestal y el tipo y momento de los efectos en las reservas de carbono (Adaptado de IPCC, 2007).

Actividades de mitigación	Tipo de impacto	Momento del impacto
Aumentar área de bosque (ej.: nuevos bosques)	↑	Retrasado
Mantener área forestal (ej.: prevenir deforestación)	↓	Inmediato
Aumentar densidad carbono (ej.: gestión intensiva, fertilizar)	↑	Retrasado
Mantener densidad carbono (ej.: impedir degradación)	↓	Inmediato
Aumentar carbono en biomasa (ej.: agricultura)	↑	Inmediato
Aumento bioenergía	↓	Sostenido

Aumento sumidero ↑

Reducción sumidero ↓

Retrasado

Inmediato

Sostenido



## Gestión forestal con fines de Adaptación

Los bosques que son gestionados de forma sostenible serán menos vulnerables a los impactos y tendrán mayor capacidad de recuperación frente al cambio climático. Algunas medidas para la gestión sostenible son: mantener la salud del bosque y la biodiversidad, especialmente las especies de alto valor ecológico, especies clave o amenazadas.

Mantener tipos de bosques representativos de los distintos gradientes ambientales y proteger los bosques primarios

Regeneración de los árboles. Replantación de especies nativas o introducción de nuevas especies más resistentes.

Protección frente a una mayor frecuencia de incendios, especialmente en áreas pequeñas con gran valor. Para ello es necesario aumentar la monitorización, mejora en los sistemas de alarma, aumento en la recuperación del bosque tras el incendio y el uso de quemas controladas.

Lucha frente a plagas de insectos. Las quemas controladas son usadas para reducir la vulnerabilidad de los bosques a las plagas. Uso de insecticidas no químicos para reducir la mortalidad de las hojas. Cosechar antes los pies más vulnerables a la defoliación por insectos.

Mantener corredores para favorecer el desplazamiento de especies ante el cambio.

MEDIDA DE MITIGACIÓN	VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	MEDIDA DE ADAPTACIÓN	IMPLICACIONES PARA LOS GEI DE LA ADAPTACIÓN	IMPLICACIÓN AMBIENTAL DE LA MITIGACIÓN
Aumento o mantenimiento del área forestal.	Vulnerable a cambios en la pluviosidad y al aumento de temperaturas (ataque por plagas, fuego y sequías).	Gestión de plagas e incendios Gestión de áreas protegidas. Aumento de biodiversidad en plantaciones mixtas. Conservación del suelo Introducción de irrigación y fertilizantes.	Sin implicación o marginal en emisiones de GEI, positiva si el efecto de las perturbaciones inducidas por el cambio climático pueden ser reducidas. Aumento de emisiones desde suelos o uso de maquinaria y fertilizantes.	<i>Positiva</i> Conservación de la biodiversidad. Protección del agua y del suelo. <i>Positiva o negativa</i> Impactos en los árboles y el paisaje. Pérdidas en flujo del río. Propiedades del suelo.
Cambios en la gestión forestal.	Vulnerable a cambios en la pluviosidad y al aumento de temperaturas (bosques gestionados mueren progresivamente por plagas y sequías).	Gestión de plagas e incendios. Ajuste de periodos de rotación.	Implicación marginal en emisiones de GEI. Aumento de emisiones desde suelos o uso de maquinaria y fertilizantes.	<i>Positiva</i> Aumento de los impactos positivos y minimización de los impactos negativos en la biodiversidad, agua y suelos. La gestión sostenible previene de la degradación forestal.
Sustitución de energía por productos maderables.	Existencias en productos no vulnerables al cambio climático.			<i>Negativa</i> Cosechas no sostenibles llevan a la pérdida de bosques, biodiversidad y suelo.
Bionenergía.	Una plantación intensamente labrada para conseguir materia prima es vulnerable a plagas y a la ocurrencia de incendios.	Selección adecuada de especies para hacer frente al clima cambiante. Gestión de plagas e incendios.	Sin implicación en emisiones de GEI.	<i>Positiva o negativa</i> Beneficios si la producción de biocombustibles se hace de forma sostenible. Plantaciones monoespecíficas pueden afectar la biodiversidad, agua y suelos, dependiendo de las condiciones.
Fuente: IPCC, 2007. GEI: Gases de Efecto Invernadero.				



## ¿ Deberemos cambiar las técnicas de cultivo actuales?

Dos de los principales problemas a los que se enfrentan los cultivos son la falta de agua (se agravará con el cambio climático) y la pérdida de fertilidad del suelo.

Por eso habrá que poner un mayor esfuerzo en las medidas de adaptación encaminadas a resolver estos dos aspectos. Las técnicas de cultivo y las variedades cultivadas deberán adaptarse a los cambios proyectados.

### Suelo

Para aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos debe mejorarse la calidad de los procesos productivos y la gestión de las tierras de cultivos. Uno de los métodos más eficaces es la forestación de cultivos ya que permite recuperar las reservas de carbono orgánico del suelo a medio-largo plazo. El mantenimiento de los restos orgánicos o el aporte de purines animales, aumentan la fertilidad del suelo y mejoran su capacidad de secuestro de carbono.



Medidas de mitigación y adaptación encaminadas al aumento de la materia orgánica del suelo y a evitar la disminución de los recursos hídricos (Adaptado de IPCC, 2007).



## Recursos hídricos

La disminución en la disponibilidad y aportes de agua provoca el desarrollo de técnicas que eviten posibles déficits hídricos en los cultivos. El mayor reto es reducir la demanda de agua por lo que deben desarrollarse medidas de conservación del agua y de mejora del uso eficiente del agua, como la recogida de agua de lluvia y su acumulación en aljibes o albercas. Debe aumentarse la calidad del agua protegiéndola de los desechos culturales, industriales y humanos. Es importante desarrollar planes de contingencia frente a sequías.



Algunas de las medidas de adaptación y de mitigación disponibles para aplicar en los cultivos en la lucha contra el cambio climático (Adaptado de IPCC, 2007 y Warren, 2004).

MITIGACIÓN	ADAPTACIÓN
<i>Gestión de los residuos</i> <i>Minimizar el uso de fertilizantes</i> <i>Biocombustibles</i> <i>Laboreo mínimo</i> <i>Minimizar quema de rastrojos</i> <i>Agricultura ecológica</i> <i>Consumo de agua y energía</i> <i>Restauración tierras degradadas</i>	<i>Policultivos</i> <i>Promoción y mejora de variedades locales</i> <i>Restauración de tierras agrícolas marginales</i> <i>Eliminación de especies invasoras</i> <i>Ajuste en fechas y ubicación de cultivos</i> <i>Tratamiento de plagas</i> <i>Nuevas variedades de cultivo</i>



### Mitigación en cultivos

Uno de los principales objetivos en el proceso de mitigación es reducir los gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura y ganadería. Se necesitan estudiar nuevos métodos de gestión que minimicen los consumos de energía y otros insumos como agua o abonos. Es importante minimizar la superficie de quema de rastrojos utilizando los restos orgánicos y racionalizar el uso de fertilizantes. Las técnicas de manejo agrícola deben favorecer la minimización del gasto.

### Adaptación en cultivos

La gestión de las cosechas deben ser adaptativas con el fin de ajustar las plantaciones a los nuevos patrones de temperatura y precipitación. Las fechas de siembra y la ubicación de los cultivos deberán ajustarse a las nuevas zonas en las que las condiciones se vuelvan favorables y de mayor productividad. Es útil la promoción y mejora de variedades locales más tolerantes y productivas y de crecimiento más rápido. Las especies invasoras y las plagas deberán monitorizarse en detalle.

	REDUCCIÓN EMISIONES GEI	SECUESTRO CARBONO	SUSTITUCIÓN COMBUSTIBLES FÓSILES	ESTRÉS HÍDRICO
Mejorar eficiencia de los fertilizantes	X			
Mejorar eficiencia energética	X		X	
Mejorar gestión uso del suelo	X			X
Reforestación	X	X		X
Bioenergía	X		X	
Energías renovables	X		X	
Mejora de la gestión del agua				X

Fuente: IPCC, 2007. GEI: Gases de Efecto Invernadero.

## ¿ Cómo mejorar la gestión del ganado y la calidad de los pastos?

Las actividades ganaderas son una de las fuentes más importantes de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, especialmente de metano.

Es por ello que los esfuerzos de gestión deben focalizarse en reducir estas emisiones y en modificar los planes de gestión del ganado para la futura adaptación al cambio climático.

### PROPUESTAS DE MEDIDAS PARA MITIGAR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA Y EL EFECTO APARENTE SOBRE LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE ESTOS GASES

Medida	Ejemplo	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gestión de zonas de pastoreo/ mejora de los pastos	Intensidad de pastoreo	+/-	+/-	+/-
	Aumento de la productividad	+		+/-
	Gestión de nutrientes	+		+/-
	Gestión del fuego	+	+	+/-
	Introducción de especies	+		+/-
Gestión de suelos orgánicos	Evitar la sequía de los humedales	+		+/-
Gestión del ganado	Mejora en la alimentación		+	+
	Aditivos alimenticios		+	
Gestión del estiércol	Mejora del almacenamiento		+	+/-
	Biogás		+	+/-
	Uso más eficiente como fuente de nutrientes	+	+	
Bioenergía	Energía de cultivos, biogás, residuos, sólidos	+	+/-	+/-

Fuente: IPCC, 2007.

## Mitigación en ganadería

Las medidas de mitigación se centran en tres puntos clave:

### 1. Gestión de pastizales y mejora de los pastos

- La intensidad y tiempo de pastoreo modifican la cantidad de carbono y la vegetación.
- Aumento de la productividad para potenciar el almacenamiento de carbono en el suelo.
- Gestión de nutrientes mediante la adición de desechos orgánicos o fertilizantes.
- Reducir la frecuencia y extensión de las quemadas ocasionales. Con ello se minimiza la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera y se aumenta la cobertura de árboles y matorrales, que acumulan mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  en el suelo.
- Introducción de especies más resistentes con buena capacidad forrajera para aumentar el carbono del suelo.

### 2. Manejo del ganado

Un tercio de las emisiones globales del metano ( $\text{CH}_4$ ) proviene de las ventosidades del ganado. El  $\text{N}_2\text{O}$  proviene de su orina y heces.

- Mejora de la alimentación por sustitución de los forrajes.
- Reducción de alimentación con carne de vacuno

### 3. Gestión del estiércol

Para reducir las emisiones de  $\text{CH}_4$  del estiércol:

- Almacenamiento en frío y coberturas solidas o almacenando el  $\text{CH}_4$  producido para su uso como biogás.



## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN GANADERÍA

OBJETIVO DE ADAPTACIÓN	MEDIDA DE ADAPTACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
<b>1. MEJORA DE LA GESTIÓN DEL GANADO</b>	Gestión del pastoreo.	Mejor conservación del ecosistema.
	Introducción de pastos cultivados.	Reducir la dependencia del clima, oportunidad de desarrollo de ganadería intensiva.
	Mejora del rendimiento de los pastos.	Reducir vulnerabilidad a sequías.
	Aumento del suministro de agua.	Mejor uso de los pastos, conservación del ecosistema y desarrollo rural.
	Control de la población.	Aumento de la conservación del ecosistema.
<b>2. AUMENTO DE LA FORTALEZA DE LOS ANIMALES</b>	Mejorar el refugio para animales.	Reducir vulnerabilidad a eventos climáticos extremos.
	Alimentación suplementaria.	Reducir la vulnerabilidad durante los periodos de sequía.
	Aumentar productividad animal.	Aumento de los ingresos.
	Uso de la ingeniería genética.	Aumento de la productividad y los apareamientos.
	Mejora de los servicios veterinarios.	Disminución de enfermedades.

Fuente: Batima, 2006.

### Adaptación ganadería

La adaptación de la ganadería frente al cambio climático puede lograrse con la gestión del ganado. Esto se basa en la mejora de los pastos para una mejor alimentación del ganado y una mayor productividad o mediante el aprovechamiento de vegetación de menor calidad aprovechada por ganado que aporte nuevos recursos además de regular la propia vegetación. Si además se aumenta la fortaleza de los animales seleccionando razas resistentes o utilizando mezclas de especies en la producción se facilitará la respuesta ante eventos climáticos desfavorables.

# Bibliografía

Archer D, Rahmstorf S (2010) The climate crisis: An introductory guide to climate change. Cambridge University Press. Cambridge, 250 pp.

Batima P (2006) Climate Change Vulnerability and Adaptation in the Livestock Sector of Mongolia. A Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC), Project No. AS 06. The International START Secretaria. Washington, 84 pp.

CLIMAS (2009) Evidencias y efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras. Oviedo, 368 pp.

Dow K, Downing TE (2006) The Atlas of Climate Change. Mapping the world's greatest challenge. University of California Press. 128 pp.

Elsom, D (1993) La Tierra. Creación, formación y mecanismos de un planeta. Ediciones del Prado. España, 209 pp.

Gerrard, J (2001) Fundamentals of soils. Roulledge. 230 pp.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) Climate Change 2007: Working Groups II and III [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.  
Mann M.E & Kump L.R (2009) Dire predictions. Understanding global warming. DK Publishing. new York.

Mann ME, Kump LR (2009) Dire Predictions. Understanding global warming. DK Publishing Inc. United States, 210 pp.

UNEP: United Nations Environment Programme (2005) Vital climate change graphics. UNEP/GRID-Arendal. Norway, 24 pp.

VII Foro sobre desarrollo sostenible y medio ambiente. Cambio climático.

Warren FJ (2004) Impacts and Adaptation. A Canadian perspective. Natural Resources Canada. Ottawa, 201 pp.



# GLOSARI



## A

**Acuicultura:** cultivo de especies acuáticas, animales o vegetales marinas o de aguas continentales en condiciones controladas (intensiva) o en el medio (extensiva).

**Acuífero:** depósito subterráneo de agua. El agua de lluvia se filtra a través del suelo hasta acumularse en estos reservorios.

**Agricultura:** cultivo de la tierra.

**Agromonía:** ciencia que estudia la práctica de la agricultura.

**Albedo:** cantidad de energía electromagnética reflejada por una superficie. Los colores oscuros tienen un albedo bajo (absorben mucha energía), como son los bosques y océanos. Los colores claros tienen un albedo alto (absorben poca energía), como son la nieve, las nubes y el hielo.

**Alberca:** construcción excavada en tierra, en forma de estanque, diseñada para almacenar agua destinada al regadío.

**Antrópico:** todo lo relativo a la acción directa o indirecta del hombre. Se opone al concepto de natural.

**Antropogénico:** efectos o procesos resultantes de la actividad del ser humano o producido por este.

**Arbusto:** planta perenne, de tallos leñosos y con ramas desde la base con las yemas bajas. Pueden tener un porte elevado incluso de varios metros de altura.

**Aridificación:** proceso por el cual una región se vuelve más seca debido a la disminución de las precipitaciones y de la humedad atmosférica o al aumento de temperatura, por lo que se incrementa la aridez de la región.

**Arquitectura bioclimática:** arquitectura adaptada a las condiciones climáticas y que intenta minimizar el consumo de energía y las emisiones de gases a la atmósfera.

**Atmósfera:** envoltura gaseosa que rodea la Tierra y que está compuesta por una mezcla de gases y en la que se reconocen diferentes capas altitudinales.

## B

**Barbecho:** técnica agrícola que se caracteriza por dejar una tierra sin cultivar durante uno o más años para recuperar las propiedades del suelo. Es habitual en la rotación de cultivos.

**Biocombustibles:** todos aquellos combustibles obtenidos a partir de restos orgánicos y destinados a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

**Biodiesel:** biocombustible que se genera a partir de cualquier grasa animal o vegetal con características similares al gasoil.

**Biodigestor:** contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del que se depositan los desechos de materia orgánica a fermentar para la producción de biogás.

**Biodiversidad:** conjunto de especies, comunidades, ecosistemas y ambientes que existen en la Tierra. Incluye también los ambiente y condiciones en los que se desarrollan los organismos. Algunos lo consideran como un sinónimo de la naturaleza.

**Bioenergía:** toda la energía producida a partir de materiales de origen biológico.

**Bioetanol:** tipo de alcohol que se obtiene a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en las plantas.

**Biogás:** gas resultante de la fermentación de desechos orgánicos generalmente en digestión sin oxígeno lo que da lugar a metano.

**Bioma:** conjunto de la vegetación y de las especies animales que interaccionan en una determinada zona del planeta bajo condiciones climáticas similares. Se consideran las grandes unidades de la Biosfera (Bosque Ecuatorial, Bosque templado, taiga, desiertos, praderas tropicales o frías, tundra, entre otros)

**Biomasa:** 1.- Masa total de organismos vivos presentes en un área o volumen dado. 2.- Cualquier materia orgánica procedente de los procesos biológicos y que puede ser utilizada como fuente de energía.

**Biosfera:** la parte viva de la Tierra que abarca todos los organismos y ecosistemas, aunque también incluye la materia orgánica resultante de su actividad.

**Biota:** conjunto de plantas, animales y otros organismos de una determinada región.

## C

**Calcáreo:** suelos o sedimentos que contienen una fracción alta de carbonato cálcico, ya sea en forma de calcita o aragonito. Suelen tener color blanco aunque por mezcla con arcillas pueden tener coloración rojiza.

**Célula de Hadley:** circuito de circulación convectivo de la atmósfera terrestre localizado entre el ecuador y los trópicos. Es uno de los motores responsables de la circulación atmosférica global.

**Ciclo hidrológico:** proceso de circulación y transferencia de agua entre los distintos compartimentos del planeta; incluye todo el agua en sus tres estados y los intercambios entre compartimentos por evaporación, escorrentía, precipitación, acumulación como masas heladas y otros procesos.

**Circulación atmosférica:** movimiento de las masas de aire a gran escala a lo largo del planeta que se desarrolla debido a las diferencias de densidad entre diferentes masas de aire (altas y bajas presiones) y la rotación de la Tierra.

**Clima:** conjunto de las condiciones atmosféricas medias (temperatura, precipitaciones, humedad, presión, vientos y heladas) que se dan en una región.

**Corriente marina u oceánica:** movimiento de las masas de agua oceánicas en los océanos asociadas a diferencias de temperatura y salinidad, la rotación de la Tierra y el arrastre por el viento.

**Cultivos forrajeros:** plantas leguminosas o de otras familias vegetales usadas como fuente de alimento para los animales.

## D

**Defoliación:** caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, causado por enfermedades y agentes químicos o atmosféricos.

**Deforestación:** destrucción de las superficies forestales por acción del hombre como consecuencia de talas o quemas.

**Degradación del suelo:** proceso por el que un suelo pierde sus capas fértiles en su primera fase y por ello sin capacidad de retener nutrientes ni agua. En una segunda fase de degradación puede perder las fracciones minerales finas, por lo que queda limitada su capacidad para mantener el crecimiento de los vegetales. En muchos casos la degradación está inducida por el hombre mediante usos agrícolas poco respetuosos, provocados indirectamente por deforestación u otras actividades.

**Desarrollo sostenible:** se refiere a la capacidad para mantener la actividad humana en el futuro de tal manera que “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Naciones Unidas, 1983). Otra forma de considerarlo es que nuestros descendientes nos dejan usar el Planeta pero esperan recibirlo al menos en condiciones similares a la que nos dejaron.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** es el cuarto componente en abundancia de la atmósfera, importante por ser la fuente de carbono para los vegetales fotosintéticos terrestres. Se regenera gracias a la respiración de todos los organismos. Es un gas de efecto invernadero. Debido al incremento de su concentración en la atmósfera producido por la quema de combustibles fósiles o el cambio de uso de la Tierra es el principal responsable del calentamiento actual de la Tierra.

## E

**Ecosistema:** sistema constituido por el conjunto de organismos vivos que interactúan entre sí y con el medio físico.

**Endemismo:** especie con una distribución geográfica exclusiva o reducida.

**Erial:** tierras o campos sin cultivar ni labrar probablemente degradadas.

**Escorrentía:** parte de la precipitación que fluye sobre la superficie del terreno.

**Especie alóctona:** especies originarias de un lugar distinto al que se encuentran y que han sido transportadas por el hombre, introducida, o por mecanismos naturales.

**Especie invasora:** especies introducidas por el ser humano en lugares fuera de su área de distribución natural y que han conseguido dispersarse en la nueva región desplazando a especies preexistentes. Pueden ser perjudiciales si modifican la estructura y composición de los ecosistemas naturales.

**Estratosfera:** capa de la atmósfera situada entre los 12 y 100 km de altura.

**Evaporación:** mecanismo por el cual el agua líquida se transforma en vapor (gas) y se incorpora a la atmósfera.

**Evapotranspiración:** proceso combinado de evaporación de agua en la superficie de la Tierra y de transpiración de las plantas y animales.

## F

**Fenología:** ciencia que estudia la relación entre los ciclos de vida de animales y plantas y la estacionalidad de sus respuestas. Tiene interés debido a las variaciones climáticas actuales que la están modificando en muchas especies.

**Fermentación:** proceso llevado a cabo en ausencia de oxígeno mediante las levaduras cuyo producto final es un compuesto orgánico.

**Forestación:** acción de poblar un terreno con plantas forestales.

**Fotosíntesis:** proceso por el que los vegetales capturan energía electromagnética de origen solar (o de iluminación artificial) que permite la hidrólisis del agua y la transformación del CO<sub>2</sub> en moléculas orgánicas.

**Frente polar:** superficie de contacto entre una masa de aire cálido con una masa de aire frío y que da como resultado la formación de borrascas. Se localiza alrededor de los 60° norte o sur.

## G

**Ganadería:** cría de animales para su posterior aprovechamiento.

**Gases de Efecto Invernadero (GEI):** gases de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben radiación emitida por la superficie de la Tierra reteniéndola temporalmente, por lo que contribuyen al calentamiento del planeta. En ausencia de efecto invernadero sería inhabitable debido al frío

**Glaciar:** masa de hielo que se acumula sobre el continente y que se desplaza por valles más o menos extensos.

## H

**Herbáceo:** planta que tiene el aspecto o las características de la hierba y que no tiene partes leñosas.

**Hielo marino:** agua de mar congelada en contacto con la atmósfera.

**Humedal:** zona de tierra que se inunda de forma temporal o continuada.

**Humus:** sustancia compuesta por la descomposición de materiales orgánicos vegetales y animales.

## I

**Insolación:** cantidad de energía solar que recibe una superficie determinada.

**Intermareal:** zona del litoral que queda al descubierto durante las mareas bajas.

## M

**Metano (CH<sub>4</sub>):** gas de efecto invernadero producido por la descomposición de sustancias orgánicas en ausencia de oxígeno. También se produce en el sistema digestivo de los rumiantes y en la combustión incompleta de combustibles fósiles o biomasa.

**Morbilidad:** proporción de personas enfermas o víctimas de una enfermedad en un sitio y tiempo determinado. Permite evaluar la importancia de una enfermedad, su avance o retroceso.

## O

**Óptimo Climático Medieval:** periodo de clima cálido en la región del Atlántico Norte que duró desde el siglo X hasta el siglo XIV.

**Oxido nitroso (N<sub>2</sub>O):** gas de efecto invernadero procedente de la gestión del suelo y del estiércol, de la quema de combustibles fósiles y de procesos químicos industriales. Es producido naturalmente por microorganismos.

## P

**Paleoceno Eoceno Termal Máximo (PETM):** periodo climático cálido de la Tierra que ocurrió hace 55.8 millones de años caracterizado por el aumento brusco de temperatura.

**Paleoclimatología:** estudio de las condiciones climáticas en el pasado.

**Percolación:** movimiento vertical lento del agua de lluvia desde la superficie del suelo a través de los materiales del suelo.

**Pesca de arrastre:** empleo de una red lastrada arrastrada por uno o más barcos utilizada para la captura de especies marinas. Pueden ser de fondo por lo que causan la transformación del sedimento y la desaparición de muchas especies no pescadas del fondo, o pelágicas arrastradas a media agua

**Pesca de cerco:** empleo de una red que se alarga formando un círculo rodeando a un cardumen o banco de peces, y que se cierra por la parte inferior para evitar el escape de los peces.

**Pesca de palangre:** arte de pesca consistente en una línea principal de la que salen líneas laterales provistas de anzuelos. Pueden ser flotantes como los usados en pesca de atunes y bonitos, o de fondo.

**pH:** es una medida del grado de acidez o alcalinidad de una solución basada en el potencial de los protones de hidrógeno (H<sup>+</sup>). En una disolución acuosa el pH neutro es de 7.

**Plancton:** organismos que viven suspendidos en las aguas marinas o continentales y que poseen poca capacidad de desplazamiento horizontal.

**Pluviosidad:** cantidad de lluvia que recibe un lugar en un periodo de tiempo dado.

**Policultivo:** tipo de agricultura en la que se plantan distintas especies sobre una misma superficie para evitar la vulnerabilidad a las plagas y para aumentar la biodiversidad local.

**Polinizador:** animal, generalmente insectos, que transportan el polen desde los órganos masculinos de una flor a los femeninos de otra flor, favoreciendo la fertilización de las plantas.

**Precesión:** cambio del eje de rotación de un cuerpo similar al cabeceo de una peonza. El eje de rotación de la Tierra posee un ciclo de precesión de 25700 años.

**Precipitación orográfica:** lluvia que se produce por el ascenso de una masa de aire al encontrarse con un obstáculo, como una montaña, generado por el enfriamiento adiabático del aire ascendente.

**Producción primaria:** cantidad de materia orgánica producida por los vegetales como resultado de la fotosíntesis.

**Productividad ecológica:** es la capacidad productiva de la vegetación expresada en relación a la biomasa de la propia vegetación.

**Purín:** líquido formado por la orina y los excrementos de los animales fermentados en cubas que se utilizan para abonado de los campos, o vertidos de forma ilegal a corrientes de agua.

## R

**Radiación infrarroja:** radiación electromagnética de onda más larga que la parte visible del espectro (luz). Es una de las componentes fundamentales del efecto invernadero ya que los GEI absorben especialmente este tipo de longitudes de onda que son emitidas por la superficie de los continentes y en menor medida por los océanos.

**Radiación solar:** radiación electromagnética emitida por el Sol.

**Red trófica:** conjunto de interacciones alimentarias que se establecen entre las especies de un ecosistema. Las interacciones alimentarias permiten la transferencia de materiales orgánicos y la energía que estos poseen entre las dos partes interactuantes, las presas y los depredadores.

**Reflexión (de la luz):** proceso por el que un rayo de luz incide sobre una superficie y es reflejado. Ver también albedo.

**Región polar:** área de la Tierra que rodea los polos y que está cubierta en su mayoría por capas de hielo, continental en el Polo Sur y marino en el Polo Norte. Estas áreas se sitúan en latitudes superiores al círculo Polar 66° 33´ norte o sur.

**Región subtropical:** zona climática de la Tierra inmediatamente al norte y sur de la zona ecuatorial que poseen inviernos relativamente cálidos y veranos calurosos.

**Región tropical:** región de la Tierra que corresponde con la zona del ecuador caracterizada por una temperatura elevada y poco variable a lo largo del año.

**Reforestación:** plantación de árboles en tierras que ya habían contenido bosques previamente pero que habían sido destinadas a otro uso.

**Resiliencia:** capacidad de un ecosistema para absorber un cambio sin perder su estructura ni su funcionalidad y a retornar a sus condiciones iniciales después de una perturbación.

**Restauración ecológica:** renaturalización de ambientes degradados para recuperar las condiciones ambientales de un ecosistema perturbado o su rehabilitación para usos ambientalmente compatibles.

**Rotación de cultivos:** consiste en alternar cultivos de diferentes especies de plantas con distintas necesidades de nutrientes en un mismo lugar a lo largo del tiempo, para evitar que estos se agoten o favorecer su regeneración natural. Una de las rotaciones suele ser con leguminosas para favorecer la fijación de nitrógeno.

## S

**Servicio ecosistémico:** beneficios y recursos que una población obtiene de los ecosistemas y de los cuales dependen las sociedades humanas.

**Silvicultura:** técnicas de cultivo que se aplican a los bosques para obtener madera u otros bienes aumentando su producción.

**Sistema climático:** sistema compuesto por cinco componentes principales (atmósfera, agua, hielo, superficie terrestre y biosfera) y por las interacciones entre ellos.

**Sulfato:** sales procedentes del ácido sulfúrico cuyo componente principal es el azufre.



## T

**Temperatura:** magnitud que expresa el contenido de energía calorífica de un objeto o sustancia, o más precisamente el de su energía sensible.

**Transpiración:** evaporación de agua de los seres vivos.

**Troposfera:** capa de la atmósfera situada entre la superficie y los 10 km de altura en la cual se producen las nubes y los fenómenos meteorológicos.

**Turba:** materia orgánica compacta, de color pardo oscuro y rica en carbono formada por la acumulación de residuos vegetales en zonas inundadas.

**Turbera:** humedal ácido caracterizado por la acumulación de materia orgánica en forma de turba y en la que abundan musgos y especies resistentes a la acidez.

## V

**Vapor de agua:** estado del agua en forma de gas resultado de la evaporación del agua líquida o la sublimación del hielo.

**Vegetación potencial:** vegetación que se desarrollaría en una zona en ausencia de actividades humanas.

**Vientos alisios:** vientos cálidos y secos que soplan entre los trópicos en dirección suroeste, en el Hemisferio Norte, y en dirección noroeste en el Hemisferio Sur. Se corresponde con la circulación superficial de la célula de Hadley.

**Vulnerabilidad:** grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Considera la magnitud del daño y el número de personas afectadas.





GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE,  
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS

VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Oficina para la Sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación



Cambio climático y biodiversidad en Asturias

