



## Cambio climático, cambio global ¡Tómalo en serio y actúa!

**Consejería de Educación y Deporte**  
**Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible**  
**Junta de Andalucía**  
**Consorcio Parque de las Ciencias**

### Dirección

Javier Medina

### Coordinación

Guadalupe de la Rubia Sánchez

### Autores

#### Parque de las Ciencias. Dpto. Educación

Carlos Sampedro Villasán  
M. Dolores Hidalgo Jarillo  
Isabel López Santos

#### Agencia de Medio Ambiente y Agua. Junta de Andalucía

Rut Aspizua Cantón  
José Miguel Barea Azcón

#### Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible Junta de Andalucía

Ignacio Henares Civantos  
Francisco Javier Cano-Manuel León

#### Universidad de Granada

Antonio Jesús Pérez Luque  
Regino Zamora Rodríguez

#### Universidad de Almería

Javier Cabello Piñar

#### Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Guyonne Fernanda Elisabeth Janss  
Luis Santamaría Galdón

### Guía didáctica

Parque de las Ciencias, Granada  
Avda. de la Ciencia s/n  
18006 Granada. España  
Tel: 958 131 900

[info@parqueciencias.com](mailto:info@parqueciencias.com)  
[www.parqueciencias.com](http://www.parqueciencias.com)

### Diseño y maquetación

Orozco. Gestión & Comunicación

### Depósito Legal

GR 208-2020

### ISBN

978-84-943567-8-0

© Parque de las Ciencias  
Año 2020



Acción E7  
del proyecto *Life Adaptamed*



**CAMBIO CLIMÁTICO,  
CAMBIO GLOBAL**  
**¡Tómalo en serio y actúa!**



# CONTENIDO

La microexposición consta de 19 paneles de gran formato, una guía, juegos didácticos y materiales para actividades experimentales.

## \*/ Paneles

Los paneles buscan el equilibrio entre la información gráfica y la de los textos que los acompañan para conocer lo esencial del tema al que se refieren. Están agrupados por temáticas, cada una de ellas identificada por un color diferente, relacionadas con el cambio climático y el cambio global:

¿De qué depende?

¿Qué está pasando?

¿Qué se puede hacer?

Proyecto Life Adaptamed



## **\*/ Guía**

En la guía se comentan los paneles con un texto de ampliación, que sirve de apoyo para la preparación de los contenidos por el alumnado. Incluye las fichas de actividades, donde se describen las experiencias y se especifican los materiales necesarios, además de incorporar preguntas de reflexión y profundización; juegos didácticos para familiarizarse con conceptos básicos de la exposición, seguir trabajando sobre el cambio climático y el cambio global, y por último textos para el debate en el aula o fuera de ella.

Las 20 actividades experimentales están agrupadas en 8 fichas temáticas y se plantean como punto de partida para trabajar conocimientos científicos relacionados con la dinámica de nuestro planeta, que ha permitido la vida tal y como la conocemos.

Se recomienda que esas actividades sean expuestas junto a los paneles con los que se relacionan. Los temas que abordan son:

- La energía solar que llega a la Tierra
- La atmósfera, mucho más que aire para respirar
- Efecto invernadero y efecto albedo
- Temperatura y movimiento de las aguas oceánicas
- Lectura de mapas
- Sumideros de carbono
- El suelo, un servicio ecosistémico
- Testigos del pasado

## **\*/ Juegos didácticos y debates**

Los juegos didácticos introducen el concepto de servicio ecosistémico, nos ayudan a reconocer los muchos y valiosos beneficios que la naturaleza nos aporta y la necesidad de protección de los hábitats para mantener nuestra calidad de vida. Por otra parte se proponen 2 metodologías educativas para el debate.

Se incluyen 4 temáticas de debate relacionadas con el cambio climático y global para abordarlas de forma abierta o bien con las herramientas estructuradas que se proponen en el cuaderno.



## MATERIAL PARA LAS EXPERIENCIAS

A continuación se relaciona el material que acompaña a esta guía y se especifica, también, el material no incluido y que deberá aportar el centro.



ACTIVIDAD	MATERIAL DE LA EXPOSICIÓN	MATERIAL APORTADO POR EL CENTRO
<b>La energía solar que llega a la Tierra</b>	Modelo de esfera terrestre y rejilla. Un foco de luz.	
<b>La atmósfera. Mucho más que aire para respirar</b>	<b>PE 1:</b> Puzzle de la capas de la Tierra. <b>PE 2:</b> Modelo de convección. <b>PE 4:</b> Linterna con bombilla de luz UV. Caja de Petri con bolas sensibles a la luz UV.	<b>PE 3:</b> Bandeja, harina, pimentón, colador, regla, canicas, tubo de cartón y globo. <b>PE 4:</b> Materiales diversos. Crema solar protectora.
<b>Efecto invernadero y efecto albedo</b>	<b>PE 1:</b> Lámpara con bombilla de incandescencia. Termómetros digitales. <b>PE 2:</b> Tres matraces de Erlenmeyer con tapones perforados, termómetros y tubo de goma. <b>PE 3:</b> Termómetro de infrarrojos. Dos placas de Petri grandes y dos pequeñas. Dos lámparas, dos probetas de 10 ml y cronómetro.	<b>PE 1:</b> Garrafa de 5 litros vacía. <b>PE 2:</b> Vinagre y bicarbonato. <b>PE 3:</b> Café molido, sal y cubitos de hielo.
<b>Temperatura y movimiento de las aguas oceánicas</b>	Colorante alimentario. <b>PE 2:</b> Recipiente de vidrio grande. <b>PE 3:</b> Tres modelos de tubos conectados. Dos recipientes de vidrio pequeños. <b>PE 4:</b> Dos vasos de precipitado de 250 ml de polipropileno y uno de 50 ml de vidrio. Cubeta más tubo con tapón y varilla. Termómetro.	<b>PE 1:</b> Vaso largo. Huevo crudo con cáscara.  Para todas en general: Sal, agua, hervidor.
<b>Lectura de mapas</b>	Mapa de regiones climáticas de Andalucía. Mapa de tiempo atmosférico	
<b>Sumideros de carbono</b>	<b>PE 2:</b> Tubos de ensayo y gradilla, pipetas y colador. Muestra de arena. <b>PE 3:</b> Matraz de Erlenmeyer, vaso de precipitado, balanza y pH-metro.	<b>PE 1:</b> 100 g de hojas de espinacas o acelgas, microondas. <b>PE 2:</b> Muestras de tierra seca y agua oxigenada. <b>PE 3:</b> Sal, vinagre, bicarbonato y hojas de col lombarda. <b>PE 4:</b> Vinagre de limpieza, un vaso y conchas de mejillones.
<b>El suelo. Un servicio ecosistémico</b>		<b>PE 1:</b> Botellas de plástico, cúter o tijeras. Tierra para sembrar, hojarasca y semillas. Regadera. <b>PE 2:</b> Gravilla y arenas de distinto calibre. Algodón.
<b>Testigos del pasado</b>	Rodela de tronco de pino. Reproducción de una muela de mamut. Dos lupas y dos agujas enmangadas. Barrena de <b>Pressler</b> (sólo para mostrar). Testigo de pino extraído con barrena.	

# GUÍA DIDÁCTICA

19 paneles



# CAMBIO CLIMÁTICO, CAMBIO GLOBAL

¡Tómalo en serio y actúa!



## EXPOSICIÓN ITINERANTE

Consejería de Educación y Deporte  
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca  
y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía  
Consortio Parque de las Ciencias



# Cambio climático y cambio global

¿Es el cambio climático tan preocupante como nos dicen?  
¿Qué lo diferencia de otros cambios climáticos sufridos por la Tierra?  
¿Lo que está en juego es el Planeta... o nuestra vida en él tal y como la conocemos? ¿Qué papel tiene el ser humano en los cambios ambientales que están ocurriendo? ¿Qué podemos hacer?  
¿Qué margen de actuación tenemos?

## No es el futuro, ya están aquí

A través de esta exposición queremos invitarte a reflexionar sobre el cambio climático y el cambio global, que sin duda constituyen el mayor riesgo socioambiental del siglo XXI.

Queremos que entiendas lo más esencial del problema, que tomes conciencia de su magnitud y de la necesidad de actuar. Como persona... y como sociedad.

No se trata de alarmarnos ni de caer en catastrofismos, pero tampoco podemos quedarnos de brazos cruzados. Está en juego la biodiversidad del Planeta... y la propia supervivencia de nuestra especie.



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 01/Cambio climático y cambio global

Cada vez se habla más del cambio climático, de sus consecuencias y de las medidas que deben tomarse para evitarlas. Se debate sobre ello en prensa, redes sociales, foros y conferencias internacionales. La población, se moviliza, exige medidas...

*¿De qué estamos hablando? ¿Es un asunto tan preocupante como dicen? ¿Qué diferencias hay entre este cambio climático y otros que ya sufrió antes la Tierra? ¿Lo que está en juego es el Planeta... o nuestra vida en él, tal y como la conocemos? ¿Cómo influye el ser humano en los cambios ambientales que están ocurriendo? ¿Qué podemos hacer?*

Los datos científicos son claros y muestran que el cambio climático ya está entre nosotros y que es una parte de un cambio global, de un conjunto de cambios ambientales provocados por la actividad humana.

Con esta exposición te invitamos a reflexionar sobre este cambio climático, este cambio global, que es el mayor riesgo ambiental del siglo XXI. Aunque es un asunto complejo, queremos que entiendas lo más esencial del problema, que tomes conciencia de su magnitud y de la necesidad de actuar, como persona y como miembro de la sociedad en que vives.

No se trata de alarmarnos ni de caer en catastrofismos, pero no podemos quedarnos de brazos cruzados esperando que otros actúen. Tendremos que modificar nuestro modelo de vida, proteger la naturaleza, conservar los espacios naturales... Está en juego la biodiversidad del Planeta, de la que depende el bienestar, la paz social y la supervivencia de nuestra especie.

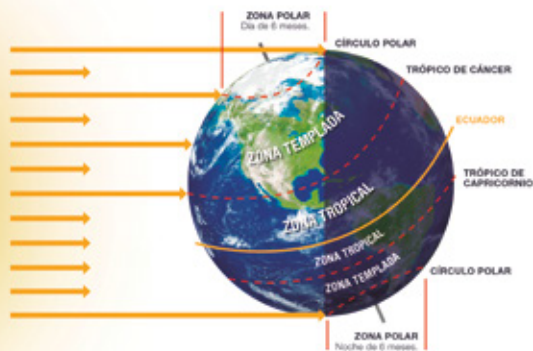


# Clima y energía solar

En el clima influyen **factores como la distancia Tierra-Sol, la inclinación del eje de rotación, la atmósfera, el efecto invernadero y otros...** pero, sobre todo, depende de la energía solar que llega a la Tierra y de la forma en que se distribuye por ella. Sin embargo, en las últimas décadas la actividad humana está influyendo en él de forma importante.

No todos los puntos reciben la misma energía. Los rayos solares inciden con distinto ángulo según la latitud del punto y la época del año.

Las diferencias de temperatura entre unos puntos y otros son un auténtico motor para el clima, **provocando el desplazamiento de grandes masas de aire y de agua que permite que haya un intercambio de energía.**



## Tiempo atmosférico y clima

El **tiempo atmosférico** describe la situación de la atmósfera a nuestro alrededor en un **periodo corto de tiempo**: hace sol, frío, calor, está nublado, llueve...

El **clima** describe la situación atmosférica que habitualmente se da en **zonas amplias de la Tierra** durante **largos periodos de tiempo**.



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 02/ Clima y energía solar

### El clima no es lo mismo que el tiempo atmosférico.

**El tiempo atmosférico** describe la situación de la atmósfera en nuestro entorno en un periodo corto de tiempo. A él nos referimos al decir que hace sol, que llueve, que va a hacer frío...

**El clima es un concepto más complejo.** Con él se describe la situación habitual de la atmósfera en grandes zonas de la Tierra y durante periodos de tiempo largos. Se habla de clima continental, clima mediterráneo, clima tropical, etc.

**El clima depende fundamentalmente de la energía solar que llega a la Tierra y de cómo se distribuye por sus distintos puntos.**

En la energía que llega a la Tierra intervienen factores como la distancia entre la Tierra y el Sol, la forma de la órbita terrestre, la actividad solar, etc.

**Esa energía no se reparte por igual por todos los puntos de la Tierra.** Como la distancia Tierra-Sol es mucho mayor que el radio terrestre, los rayos solares llegan a ella casi paralelos, pero la curvatura de la Tierra y la inclinación de su eje de rotación, hacen que incidan con distinto ángulo en cada punto de la superficie terrestre<sup>1</sup>.

Eso hace que **todos los puntos de la Tierra no reciban la misma energía por unidad de tiempo y superficie<sup>2</sup>, y que un mismo punto no reciba siempre la misma energía.** Como consecuencia de ello, se producen entre esos puntos **diferencias de temperatura que constituyen el auténtico motor del clima**, pues provocan el desplazamiento de grandes masas de aire y de agua y el intercambio de energía entre zonas distintas.

1 La inclinación de este eje es ahora de unos 23,5° con respecto al plano de la órbita terrestre (la eclíptica), pero oscila entre 21,5° y 24,5° siguiendo un largo ciclo de unos 41000 años. Esa inclinación explica las diferencias de temperatura entre los polos y el ecuador, las estaciones del año y otros fenómenos, pero no la sucesión del día y la noche.

2 La energía que llega en 1s a cada m<sup>2</sup> de **superficie exterior de la atmósfera** perpendicular a los rayos del Sol es la **constante solar**. Se mide en vatios por metro cuadrado, W/m<sup>2</sup>. No es lo mismo que la **irradiancia**, la energía solar que llega en 1s a cada m<sup>2</sup> de **superficie terrestre** perpendicular a los rayos del Sol.



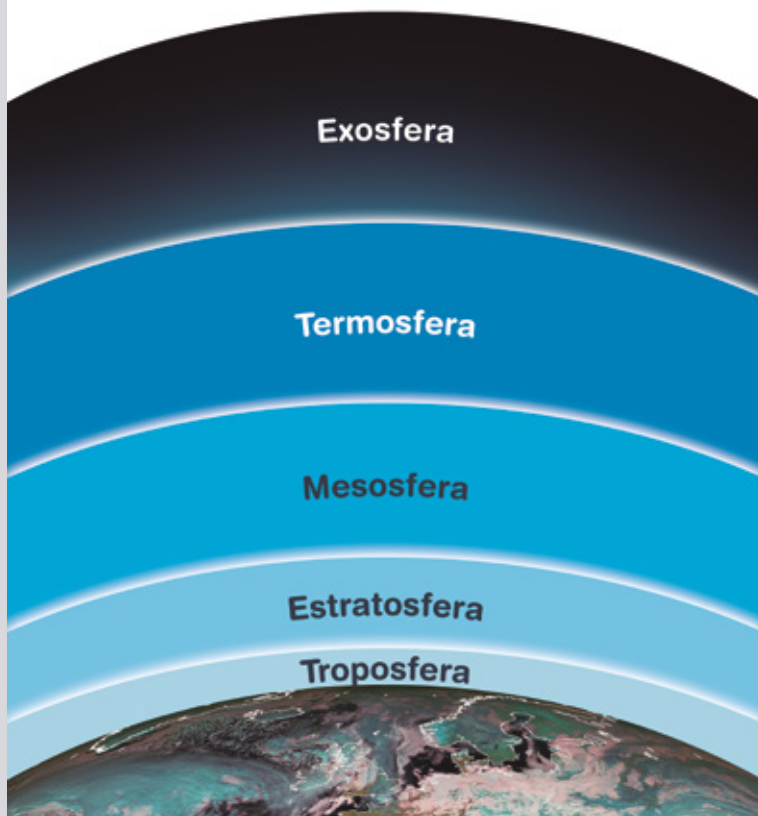
# La atmósfera

**Es la capa gaseosa que rodea la Tierra.** Filtra las radiaciones, distribuye la energía solar que le llega y mantiene la temperatura global media en torno a 15°C. Eso permite que pueda haber agua en los tres estados y que, por tanto, haya vida. Sin atmósfera, la temperatura en superficie podría oscilar entre 100° C y -250°C.

**En la atmósfera se distinguen cinco capas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y exosfera.** De ellas, las dos primeras, aunque suman un espesor que no llega al 1% del radio terrestre, son clave para el clima.

La troposfera tiene 12 km de espesor. Se dan en ella los fenómenos meteorológicos. Tiene el 80% de la masa de gases atmosféricos, con 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno. Entre el 1% restante están los gases de efecto invernadero (GEI).

En la estratosfera, de 35 km de espesor, está el ozono, un GEI que absorbe buena parte de la radiación ultravioleta.



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 03/ La atmósfera

Es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra. Por sus características y su composición es esencial para el clima. Filtra buena parte de las radiaciones ultravioleta, evita el choque de meteoritos contra la superficie y determina la forma en que se distribuye la energía solar que llega a la Tierra. Gracias a eso, la temperatura media en superficie es de unos 15° C, lo que permite que haya agua en estado sólido, líquido y gaseoso, algo esencial para la vida<sup>1</sup>.

En la atmósfera se consideran 5 capas: **Troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y exosfera.**

En la **troposfera** se dan los fenómenos meteorológicos, y está la mayor parte de los gases de la atmósfera. Su espesor medio es de unos 12 km. Formada por un 78% de nitrógeno y 21% de oxígeno, el 1% restante incluye vapor de agua, CO<sub>2</sub>, y otros gases de efecto invernadero (GEI).

En la **estratosfera**, unos 35 km, está el ozono que absorbe la mayoría de radiación ultravioleta.

Entre troposfera y estratosfera suman un espesor que no llega al 1% del radio terrestre (6470 km), casi como una fina piel que cubriese la Tierra, pero son fundamentales para el clima.

Los gases de la **mesosfera** (80-85 km) son los que principalmente frenan a los meteoritos.

En la **termosfera** hasta unos 500 km, se producen las auroras boreales.

La **exosfera**, con una concentración muy pequeña de partículas, no afecta al clima.

La atmósfera no tiene un espesor definido. Se suele decir que es de unos 1000 km, aunque en algunos textos se llega a hablar de 10000, contando con unos 9500 de exosfera, pero en ellos prácticamente no hay materia, el espacio está casi vacío.

- 1 La Luna no tiene atmósfera. Sus temperaturas oscilan entre 100° C y -240° C según sean zonas iluminadas por el Sol o no. En la superficie presenta muchas huellas de impactos de meteoritos.
- 2 El aire de la troposfera sólo es respirable hasta unos 7000 m de altura. A partir de ahí es difícil respirar pues no tiene una concentración suficiente de O<sub>2</sub>. Por eso los escaladores tienen tantas dificultades para respirar en los picos más altos.

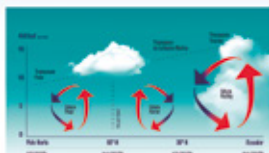




# Circulación global atmosférica



Al calentar un fluido disminuye su densidad y sube. Las capas más altas y frías bajan a ocupar el hueco que dejó el fluido caliente. Este fenómeno es la **convección**.



Circulación en células de convección. Caliente (rojo), frío (azul).

## Circulación atmosférica

Desplazamiento de grandes masas de aire de la atmósfera entre zonas a distinta temperatura. Da lugar a un **transporte global de energía entre el ecuador y los polos**, así como a vientos en dirección norte-sur y viceversa.

En la circulación atmosférica influyen otros factores:

- Desviación de los vientos alisos hacia el oeste por el giro de la Tierra (efecto Coriolis)
- Diferencia de presión entre capas de aire frío y caliente
- Masas continentales
- Fenómenos naturales ocasionales, etc.

Según los modelos actuales de circulación global atmosférica, **las masas de aire se mueven en circuitos cerrados, células o celdas de convección**, que permiten el intercambio de calor entre distintas zonas de la Tierra.

Hay tres células en cada hemisferio:

**Hadley**  
**Ferrell**  
**Polar**



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 04/ Circulación global atmosférica

Cuando los sistemas materiales se calientan, se dilatan y disminuyen su densidad<sup>1</sup>. Si eso ocurre en líquidos y gases, las capas a más temperatura suben y dejan un hueco que es ocupado por las más frías. Ese fenómeno, la **convección**, es una de las formas básicas de intercambio de calor en los fluidos y permite explicar los vientos, la formación de nubes, lluvias y otros procesos.

El aire caliente de zonas ecuatoriales sube junto con el agua evaporada de los océanos. En las zonas altas ese aire se expande y enfría, el vapor de agua también se enfría y forma gotas muy pequeñas que constituyen las nubes. Al lugar que ocupaba el aire caliente viene aire de zonas frías. Se crea así una circulación de aire caliente desde el ecuador hacia los polos y de aire frío en sentido contrario.

**El desplazamiento de grandes masas de aire entre zonas de la Tierra se llama circulación atmosférica y permite un transporte general de energía desde el ecuador hacia los polos**, así como vientos en dirección norte-sur y viceversa.

La **circulación atmosférica es compleja** pues depende también de factores como la desviación de los vientos alisios hacia el oeste por el giro de la Tierra<sup>2</sup>, las diferencia de presión entre capas de aire frío y caliente, la proximidad de masas continentales y fenómenos naturales ocasionales.

En los modelos actuales de circulación global atmosférica se considera que las masas de aire se mueven en circuitos cerrados, **las células o celdas de convección**, que permiten el intercambio de calor entre distintas zonas de la Tierra. En cada hemisferio terrestre hay tres de estas células:

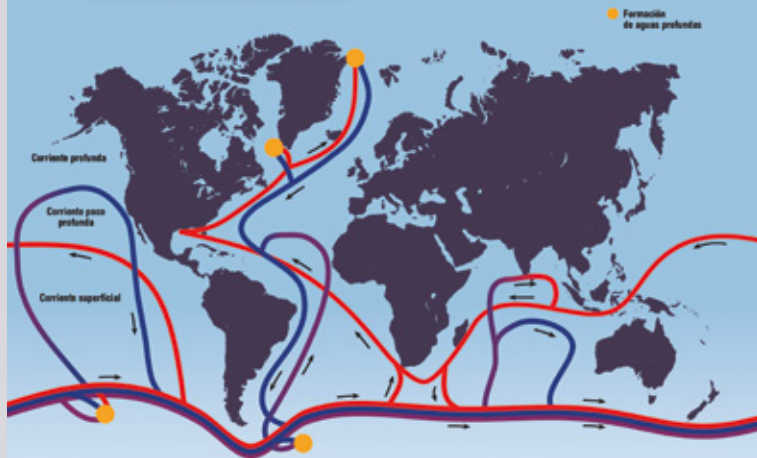
- La de **Hadley**, desde el ecuador hasta puntos de latitud 30°
- La de **Ferrell**, que lleva aire cálido desde los trópicos hasta latitudes de 60°
- La **Polar** que permite el intercambio de calor entre zonas a 60° de latitud y los polos.

1 El agua es una excepción. Al calentarla de 0° C a 4° C se contrae y al enfriarla de 4° C a 0° C se dilata. Por eso flota el hielo en el agua líquida y la superficie de mares y lagos se congela antes que las zonas más profundas, lo que hace posible la vida subacuática.

2 Las masas de aire “se quedan un poco atrás” en el giro de la Tierra en torno a su eje. A una persona situada en la superficie de la Tierra, y que sí se mueve como ella, le parece que actúa una fuerza sobre esas masas de aire desplazándolas en sentido contrario al giro. Esa sería la fuerza de Coriolis, que no es real sino virtual. Por eso, los vientos dominantes tienen una componente este-oeste y se desvían hacia la derecha en el hemisferio Norte y hacia la izquierda en el hemisferio Sur.



# Circulación global oceánica



El agua conduce peor el calor, y necesita más energía para aumentar su temperatura, que muchos materiales terrestres. Por eso y por la gran cantidad de energía que acumulan los océanos, **el agua es un importante moderador del clima.**

La densidad del agua depende de su temperatura y de su salinidad, por lo que la **circulación global oceánica es termohalina. También influyen en ella los vientos.** Las capas más frías y saladas se mueven por zonas más profundas, mientras que las más cálidas y menos saladas lo hacen por zonas superficiales.

Las corrientes oceánicas transportan energía desde las zonas tropicales hacia los polos y son **esenciales para el clima.**

## Corrientes de convección oceánicas

El agua fluye desde el Pacífico y el Índico, donde se calienta, hacia el Atlántico Norte, se va enfriando a lo largo del recorrido y vuelve por zonas más profundas.

El rojo indica aguas cálidas y superficiales; el azul las más frías y profundas. La proximidad de estas corrientes a zonas costeras suaviza su clima.

Entre las corrientes más importantes están la del **Golfo**, en el **Océano Atlántico**, la del **Kuro-Shio**, en el **Pacífico**, y la **corriente circumpolar antártica**.



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 05/ Circulación global oceánica

Además de la circulación atmosférica, hay una **circulación global oceánica**, un desplazamiento de las aguas de mares y océanos provocado por las diferencias de temperatura y densidad existentes entre ellas.

Como la densidad del agua depende de su temperatura y de su concentración en sales, se dice que la circulación global oceánica es **termohalina**<sup>1</sup>. Las capas más frías y saladas se mueven por zonas más profundas que las más cálidas y menos saladas, que lo hacen por zonas más superficiales. En la circulación oceánica también influyen los vientos.

El agua se calienta o enfría a distinto ritmo que muchos materiales terrestres, transmite peor el calor y necesita más energía para aumentar su temperatura<sup>2</sup> que ellos. Por eso y por la energía que acumulan los océanos, **el agua es un importante moderador del clima**.

**Las corrientes oceánicas transportan energía desde zonas tropicales hacia los polos y son esenciales para el clima, suavizándolo en las zonas costeras a las que se aproximan.**

El agua fluye desde el Pacífico y el Índico, donde se calienta, hacia el Atlántico Norte, se va enfriando durante el recorrido y vuelve por zonas más profundas. Las corrientes oceánicas más importantes son la del Golfo, en el Océano Atlántico, la del Kuro-Shio, en el Pacífico, y la Circumpolar Antártica, que aísla al resto del planeta de las temperaturas frías del polo sur.

Las corrientes oceánicas son sensibles a fenómenos que producen variaciones en su recorrido e influyen en el clima de las zonas próximas. Uno de los más conocidos es el fenómeno de El Niño, que cada cierto tiempo provoca fenómenos meteorológicos extremos y la disminución de recursos pesqueros en Perú, Australia, Indonesia, etc.

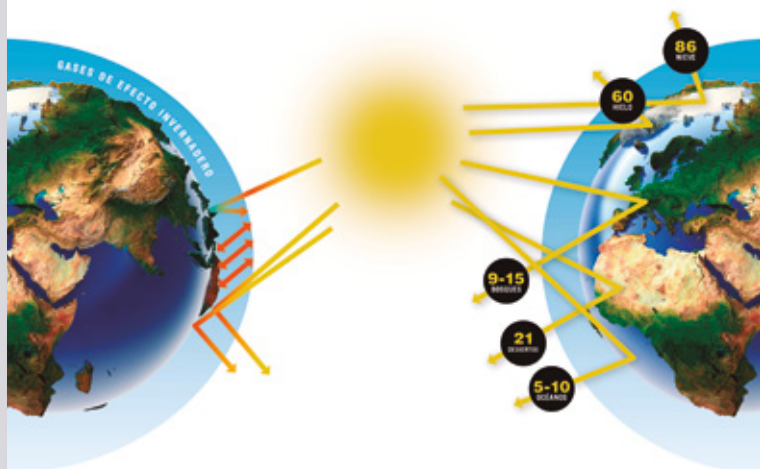
1 Del griego *thermos*, “caliente” y *halos*, “de la sal”.

2 Tiene menor conductividad térmica y mayor calor específico que la mayoría de esos materiales.



# Efecto invernadero y efecto albedo

De la energía solar que llega a la atmósfera, una parte es reflejada hacia el espacio exterior. Del resto, una parte es absorbida por la atmósfera, pero la mayoría llega a la superficie terrestre.



## Efecto invernadero

Parte de la radiación solar que absorbe la superficie terrestre es reemitida hacia la atmósfera en forma de calor (radiaciones infrarrojas) que aumenta la temperatura del aire gracias a la acción de los **gases de efecto invernadero (GEI)**.

El efecto invernadero **no es perjudicial para la Tierra**. Sin él su temperatura media sería de unos  $-18^{\circ}\text{C}$  y no habría vida como la conocemos ahora.

## Albedo

Proporción de la radiación solar reflejada hacia la atmósfera por una parte de la superficie terrestre. Se expresa en % o en tanto por uno. La nieve recién caída y las nubes espesas tienen un albedo grande grande de 85% y 70% respectivamente. El de los océanos está en torno a un 5-10%. La media de la Tierra es de un 30%.



Cambio climático. Cuestiones globales. 7. Formando un mundo

### COMPOSICIÓN ATMÓSFERA

OXÍGENO +  
NITRÓGENO +  
OTROS +  
Dióxido de carbono  
Argón  
Ozono  
VAPOR DE AGUA +



## Los principales GEI

Vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

**GASES DE EFECTO INVERNADERO.** Aunque no llegan al 1% de la masa de gases atmosféricos (el 99% de ella,  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$ , no absorbe ese calor), los GEI absorben parte del calor y hacen que aumente la temperatura media de la Tierra.



EL CLIMA. ¿DE QUÉ DEPENDE?

## 06/ Energía solar que llega a la Tierra. Albedo y efecto invernadero

De la energía solar que llega a la Tierra, una parte es reflejada hacia el espacio exterior, otra es absorbida por la atmósfera. El resto llega a la superficie terrestre, donde es absorbida y transmitida de forma desigual por la superficie de océanos, continentes, hielo, etc.

Fenómenos como el **efecto invernadero** y el **albedo**, influyen en la distribución de esa energía, y, por tanto, en la temperatura media y en el clima.

**ALBEDO** es la proporción de la radiación solar reflejada hacia la atmósfera por la superficie terrestre. Se expresa en tanto por ciento (%) o en tanto por uno. La tabla muestra los valores medios del albedo de distintas superficies. ¿Cambiaría el albedo en los polos si se fundiera el hielo? ¿Y si se talasen los árboles de la Amazonia? ¿Influiría eso en el clima local?

SUPERFICIE	ALBEDO promedio (%)
Nieve reciente	86
Nubes densas	75
Desiertos	21
Bosques	Entre 9 y 15
Océanos	5-10
Hielo	50-70
Global de la Tierra	30

### Efecto Invernadero (EI)

Una parte de la energía que absorbe la superficie terrestre es reemitida en forma de calor hacia la atmósfera. Como sabes, la atmósfera está formada en su mayor parte por nitrógeno (78% de su masa) y oxígeno (21%). Ambos gases dejan pasar las radiaciones, pero los del 1% restante -vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), óxido de dinitrógeno (N<sub>2</sub>O) y otros- las absorben, aumentando la temperatura media terrestre. **Son los gases de efecto invernadero (GEI)**<sup>1</sup>.

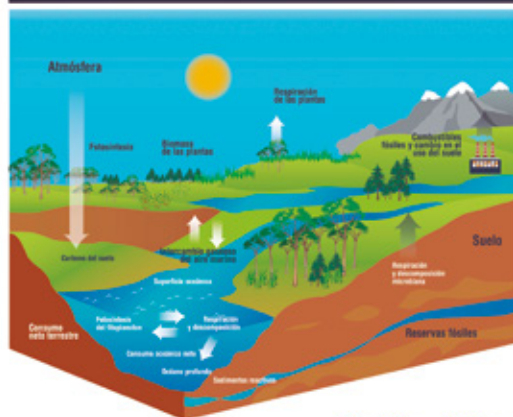
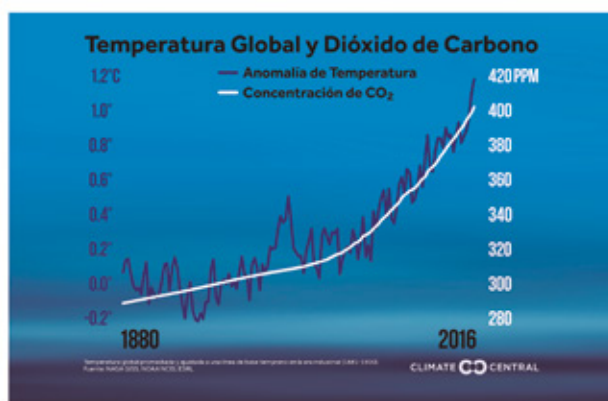
Si se mantiene en niveles moderados, **el efecto invernadero es beneficioso para la Tierra**, cuya temperatura media sin él sería de -18° C en vez de los 15° C actuales. Sin embargo, **un aumento excesivo de la concentración de GEI, sobre todo de CO<sub>2</sub>**, puede ser perjudicial, pues aumenta demasiado la temperatura. La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera está en torno a un 0,038%, pero está subiendo de forma preocupante...<sup>2</sup>

- 1 El impacto de cada GEI en el efecto invernadero depende de su estructura molecular, su concentración en la atmósfera y el tiempo que está en ella sin descomponerse. El más activo es el H<sub>2</sub>O, luego el CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, pero el CO<sub>2</sub> es en conjunto el más decisivo.
- 2 En Venus, cuya atmósfera está formada casi en un 98% por CO<sub>2</sub>, la temperatura media en superficie es de unos 470° C



# Calentamiento global

Los datos registrados en las últimas décadas muestran un incremento de la temperatura media de la Tierra y un **aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, particularmente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**. Todo ello está provocando el **calentamiento global** del planeta, y es el resultado de actividades humanas, tales como el uso masivo de combustibles fósiles o la deforestación de grandes zonas boscosas.



## El ciclo del carbono

La mayoría de las sustancias que constituyen los seres vivos tienen carbono (C) en sus moléculas. Hay un intercambio continuo de C mediante procesos como la fotosíntesis, la respiración, la dilución de CO<sub>2</sub> en los océanos, la descomposición de la materia orgánica, etc., que constituyen el ciclo del carbono esencial para la vida. El CO<sub>2</sub> es una de las sustancias protagonistas de ese intercambio.





¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

## 07/ Calentamiento global

La actividad humana está provocando una emisión masiva hacia la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI), sobre todo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por el uso de grandes cantidades de combustibles fósiles -carbón, petróleo y sus derivados- los cambios de uso del suelo, la deforestación de grandes zonas boscosas, etc. Todo eso provoca un calentamiento global del planeta de consecuencias nefastas para la especie humana y la biodiversidad<sup>1</sup>.

En los últimos 130 años la temperatura media de la Tierra ha aumentado alrededor de  $1,3^\circ\text{C}$ , y la concentración de  $\text{CO}_2$  atmosférico ha pasado de 280 ppm<sup>2</sup> a 380 ppm. En la gráfica del panel vemos que **estos cambios se han acelerado extraordinariamente en los últimos 25 años**. *“Cada una de las tres últimas décadas ha sido más cálida que la anterior. La atmósfera y el océano se han calentado, la cantidad de nieve y hielo ha disminuido y el nivel del mar ha subido (IPCC 2014)”*.

Hay que tomar medidas que frenen cuanto antes ese calentamiento global. Y mucho más si se tiene en cuenta que pueden pasar años desde que se empiecen a aplicar hasta que se noten sus efectos. Hay que actuar ya para reducir la emisión de  $\text{CO}_2$  y otros GEI.

Sin embargo, la adopción de medidas no es fácil pues requieren un cambio en nuestro sistema energético, en nuestro estilo de vida basado en el consumo, y pueden afectar al desarrollo económico de muchos países, que depende de procesos que generan grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

Además, el  $\text{CO}_2$  juega un papel esencial en los procesos que integran **el ciclo del carbono, mediante el que los seres vivos transforman e intercambian con el medio las sustancias que los forman, la mayoría de las cuales contienen carbono en su molécula**.

En algunos de esos procesos, (combustión y respiración), **se forma  $\text{CO}_2$** , pero en otros (fotosíntesis, dilución de  $\text{CO}_2$  en el océano, formación de petróleo, gas natural, conchas, rocas calcáreas...) **se destruye  $\text{CO}_2$  atmosférico, y eso nos puede interesar. Hoy se llama sumideros de C o de  $\text{CO}_2$  a los depósitos naturales o artificiales de C, pero también a los procesos que permiten retirar  $\text{CO}_2$  de la atmósfera**.

**1** Según el IPCC (Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático), de continuar así las cosas, este aumento de temperatura podría oscilar entre  $1,8$  y  $5,5^\circ\text{C}$  al cabo del siglo, lo que sería catastrófico para nuestra vida.

**2 Ppm, partes por millón.** Moléculas de una sustancia que hay por cada millón de moléculas de una mezcla. En la atmósfera hay 380 moléculas de  $\text{CO}_2$  por cada millón de moléculas de los gases del aire. En abril de 2018, la concentración de  $\text{CO}_2$  medida en Mawna Loa (Hawaii) ha sido, según el Instituto Oceanográfico de la Universidad de S. Diego (California), de 410 ppm.



# Conocer el pasado para entender el presente

A lo largo de su historia, la Tierra ha sufrido grandes cambios en el clima. Han alternado épocas muy frías, glaciaciones, con periodos interglaciares más cálidos. La última glaciación finalizó hace unos 10.000 años. **Estudiar los vestigios del pasado** nos permite deducir cómo eran las condiciones ambientales de otras épocas, **conocer y entender los cambios que ya se están produciendo, así como evitar algunas de sus consecuencias.**



Vestigio de hielo.



Dendrocronología. Anillos en tronco.



Petroglifo en Tadrart Acacus (Libia).



Mammothus primigenius de El Peñal (Granada). Fotografía Elena Martín-Suárez.

## Testigos del pasado

**Testigos de hielo.** Los helos del Ártico y la Antártida conservan atrapadas burbujas de aire, partículas de la atmósfera o restos orgánicos de la época en que se formaron. Perforando ese hielo a gran profundidad **se han conseguido muestras de hace 420.000 años.**

**Dendrocronología.** Estudia los anillos de crecimiento que los árboles forman cada año en las regiones templadas y frías. El análisis de árboles muy antiguos, e incluso fósiles, puede darnos información sobre acontecimientos importantes: fuegos, sequías, inundaciones, avalanchas, etc.

**Huellas fósiles, pinturas rupestres, sedimentos marinos, etc.**



¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

## 08/ Conocer el pasado para entender el presente

Durante su historia, la Tierra ha sufrido grandes cambios en el clima por causas naturales<sup>1</sup>. Han alternado épocas muy frías, glaciaciones, con periodos interglaciares más cálidos<sup>2</sup>.

Del estudio de los vestigios del pasado podemos deducir las condiciones ambientales de otras épocas, conocer y evitar los cambios que se están produciendo y sus posibles consecuencias.

Entre los vestigios que más información nos aportan están *los hielos del Ártico y de la Antártida, el crecimiento de los anillos de los árboles, los sedimentos marinos, los fósiles, las pinturas rupestres, los restos arqueológicos...*

**Hielo del Ártico y de la Antártida.** Perforando capas de hielo de esas zonas se consiguen cilindros de hasta 3.000 m de longitud, **testigos de hielo**<sup>3</sup>, con muestras de hace más de 700.000 años. Analizando ese hielo y las burbujas de aire atrapadas en él obtenemos datos sobre la temperatura en la superficie, concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, régimen de lluvias, etc.

**La dendrocronología** estudia **los anillos de crecimiento que los árboles forman cada año**. El análisis de árboles antiguos y fósiles, nos permite conocer acontecimientos como fuegos, sequías, inundaciones, avalanchas, etc., que se dieron en el pasado.

**Los sedimentos marinos** nos informan sobre el nivel de las aguas del mar en distintas zonas, la composición de la atmósfera a partir de la composición de las conchas de foraminíferos, etc.

**Los fósiles** permiten deducir cómo fue el clima de épocas pasadas en una determinada región. Sabemos así que hubo dinosaurios en la Rioja, mamuts en Padul (Granada) y animales y plantas propios de climas distintos al actual en Granada y otras provincias andaluzas. En el Jurásico, entre 200 y 140 millones de años atrás, el mar cubría buena parte de Europa y Norte de África...

**Las pinturas rupestres y restos arqueológicos** de poblaciones antiguas, como los de Orce, en Granada, aportan datos importantes del pasado. ¿Imaginas el desierto del Sáhara cubierto de vegetación, y viviendo en él elefantes, rinocerontes, jirafas...? Pues así era hace 6.000 o 7.000 años, en el Neolítico, cuando sus habitantes los pintaron en Tassili (Argelia), junto con animales y utensilios propios de la actividad de pueblos dedicados al pastoreo y a la caza.

- 1 Cambios en la inclinación de su eje, que cada 41000 años oscila entre los 21° y los 24,5°, cambios en la actividad solar y en la forma de la órbita, cambios en la posición de equinoccios y solsticios que afectan a las estaciones del año, cataclismos, etc.
- 2 En los últimos 740000 años la Tierra ha sufrido 8 grandes periodos glaciares seguidos de épocas más cálidas. Ahora estamos en uno de estos periodos interglaciares, el Holoceno, que comenzó hace unos 10000 años.
- 3 Los copos de nieve caídos durante miles de años en el Ártico y la Antártida, formaron al helarse las capas de hielo donde han quedado atrapadas burbujas de aire, partículas de la atmósfera de entonces, restos orgánicos, etc.



# Consecuencias del cambio climático

**Cambio global y cambio climático.** Ya están aquí y nuestra responsabilidad es clara. Sus consecuencias son muchas y distintas según las zonas de la Tierra, pero hay datos científicos suficientes para saber que la situación general es muy grave.

No podemos cruzarnos de brazos y esperar. Debemos modificar nuestro modelo de vida. Lo que está en juego es la biodiversidad del planeta, de la que depende la supervivencia de nuestra especie. Proteger la naturaleza, conservar los espacios naturales, es la mejor inversión para combatir las alteraciones que se están produciendo.



**CAMBIO CLIMÁTICO**  
**DESERTIFICACIÓN**  
**INUNDACIONES**  
**HAMBRE**  
**PÉRDIDASALINIDADMAR**  
**AUMENTOTEMPERATUR**  
**DESERTIFICACIÓN**  
**CAMBIOSDISTRIBUCIÓN**  
**FUSIÓNHIELOSPOLARES**  
**EXTINCIÓNESPECIES**  
**CAMBIO CLIMÁTICO**  
**CALENTAMIENTOOC**  
**DIÓXIDOCARBO**  
**MIGRACIONESMASIVAS**  
**CALENTAMIENTOGLOBAL**  
**FUSIÓNHIELOSPOLARES**  
**METEOROLOGÍAEXTREMA**  
**MIGRACIONESMASIVAS**  
**CALENTAMIENTOGLOBAL**  
**DIÓXIDOCARBONO**  
**CONTAMINACIÓN**  
**INUNDACIONES**  
**HAMBRE**  
**DESERTIFICACIÓN**  
**REAPARICIÓNENFERMEDADES**  
**UMENTOESPECIESANIMALES**  
**EFFECTOINVERNADERO**  
**CONTAMINACIÓN**  
**EXTINCIÓNESPECIES**  
**CAMBIOSNIVELMAR**  
**PÉRDIDA BIODIVERSIDAD**  
**DEESPECIESVEGETALES**



¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

## 09/ Consecuencias del cambio climático

De todos los cambios climáticos sufridos por la Tierra, éste tiene unas características especiales:

- Está provocado por la actividad humana.
- Se produce con gran rapidez.
- Afecta a zonas muy pobladas.
- Podemos anticipar algunas de sus consecuencias y paliar sus efectos más nocivos.

Hay ya evidencias científicas de que el cambio climático afecta a todo el mundo. El medio se ve alterado por la fusión de glaciares y de hielos polares, la subida del nivel del mar, olas de calor, sequías, inundaciones, pérdida de biodiversidad, daños en agricultura, ganadería y pesca, etc.

La mayoría de la población mundial está asentada en las zonas con mejores condiciones para vivir. Si cambia su clima, se altera el equilibrio existente y se plantean graves problemas para el medio y para las personas.

La población sufre, y sufrirá, problemas de salud por falta de agua potable y alimentos, escasez de recursos... El aumento de la temperatura media y los cambios del régimen de lluvias provocarán la vuelta de enfermedades ya erradicadas de muchas zonas. Algunas ciudades costeras pueden quedar cubiertas por las aguas, habrá fenómenos meteorológicos extremos...

Si eso ocurre en regiones densamente pobladas hay migraciones masivas de población, se acentúan las desigualdades sociales, se generan conflictos por el control de los recursos, como el agua potable, y se produce un deterioro de la economía, entre otros muchos efectos.

España es uno de los países que puede verse más afectado por estos cambios. El que más preocupa es la disminución de precipitaciones y la **sequía**. El estrés hídrico y las temperaturas altas favorecerán la proliferación de **especies invasoras**, mejor adaptadas a las nuevas condiciones climatológicas. También es grave la **pérdida de suelo fértil**, que lleva a una **desertificación**, siendo Andalucía un área especialmente sensible a este problema.

**No podemos cruzarnos de brazos y esperar. Las medidas que adoptemos tardarán un tiempo en hacer efecto.**

**Hay soluciones ¡PERO HAY QUE ACTUAR YA!  
¡AÚN ESTAMOS A TIEMPO!**





# ¿Bienvenidos al Antropoceno?

Hablar de cambio climático no es suficiente. **Vivimos un cambio global provocado por la actividad humana que afecta al funcionamiento de la Biosfera.** Supone modificaciones del medio ambiente como cambios en el clima y en el uso del territorio, pérdidas de biodiversidad, de productividad de la tierra y de recursos hídricos, contaminación, etc., que están alterando la capacidad de nuestro planeta para sustentar la vida.

Este cambio global es **único en la historia de la Tierra**, por la rapidez con que se produce y porque el motor de los cambios es una sola especie: *Homo sapiens*. Por ello, a nuestra época se le llama **Antropoceno**.

El cambio global se relaciona íntimamente con un gran incremento de la población y de los recursos per cápita necesarios para mantener nuestro estilo de vida. Todo ello produce un deterioro acelerado de los ecosistemas, ya que consumimos recursos y generamos residuos a un ritmo mayor de lo que el sistema natural los produce y puede asimilar.

## TENDENCIAS SOCIO-ECONÓMICAS



## TENDENCIAS DEL SISTEMA TIERRA



Fuente: Adaptado de Steffen et al. 2015.

Cuentos globales: Cuentos globales. Tomados de un libro

## Población mundial (proyección hasta 2100)

¿Puede la Humanidad soportar este crecimiento indefinidamente? ¿Estamos llegando al límite de nuestras posibilidades?

1990	👤👤👤👤👤	5.300 millones
2015	👤👤👤👤👤👤👤	7.300 millones
2030	👤👤👤👤👤👤👤👤	8.500 millones
2050	👤👤👤👤👤👤👤👤👤	9.700 millones
2100	👤👤👤👤👤👤👤👤👤👤👤	11.200 millones

Revisión de 2015 de la publicación World Population Prospects: Perspectives demográficas mundiales. Oficina de la población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.



¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

## 10/ ¿Bienvenidos al Antropoceno?

Vivimos un **cambio global** provocado por la actividad humana que afecta al funcionamiento de la Biosfera, con modificaciones del medio ambiente que pueden alterar la capacidad de nuestro planeta para sustentar la vida. Entre ellas están el cambio climático, los cambios de uso del territorio, las alteraciones en el funcionamiento de los procesos ecológicos, la disminución de la biodiversidad, la pérdida de productividad de la tierra y de los recursos hídricos, y otros muchos procesos que resultan difíciles de prever por lo relacionados que están entre sí muchos de los citados.

Tanto influye la especie humana en esos procesos, que se propone el término **Antropoceno** para definir nuestra época. Bienvenidos por tanto al Antropoceno... o no, porque esa intervención humana no es siempre beneficiosa.

El cambio global está muy relacionado con el gran aumento que han experimentado la población del planeta y los recursos necesarios para mantener su estilo de vida. Las gráficas del panel nos muestran ese incremento en el consumo de muchos recursos.

Por un lado, la población mundial es ahora de unos 7.700 millones de personas y se prevé que sean casi 10.000 millones en 2050<sup>1</sup>.

Por otro lado, con nuestro actual modelo de desarrollo, consumimos recursos y generamos residuos a un ritmo mayor de lo que el sistema natural produce y puede asimilar<sup>2</sup>.

Ese ritmo en el consumo de recursos aumenta además la desigualdad entre países y grupos sociales pobres y ricos, lo que constituye una fuente de conflictos.

### ¿Puede la humanidad soportar este crecimiento indefinidamente?

Tenemos que cambiar nuestro estilo de vida, basarlo más en una visión socio-ecológica del bienestar humano, más respetuosa que la actual con el medio y nuestras posibilidades.

1 “2019 Revision of World Population Prospects”. Informe publicado por la Organización de Naciones Unidas en Junio de 2019.

2 Como ejemplos pueden servirnos dos datos: El uso de energía per cápita se ha multiplicado por 15 desde el inicio de la Revolución Industrial (final del s. XVIII), y en el mismo periodo el consumo de agua per cápita se ha multiplicado por 10. Así mismo las diferencias entre los recursos energéticos y el agua utilizados por habitante en países ricos y pobre es muy grande.





# Los servicios ecosistémicos en riesgo

Los ecosistemas contribuyen al bienestar de las personas a través de los procesos que tienen lugar en ellos y la biodiversidad que albergan. Dichas aportaciones reciben el nombre de **servicios ecosistémicos** y son esenciales para el mantenimiento de la calidad de vida.

Son de tres tipos:

- **DE ABASTECIMIENTO:** Productos materiales o energéticos procedentes de los ecosistemas.
- **DE REGULACIÓN:** Relacionados con el funcionamiento de los ecosistemas. Son esenciales para mantener el resto de los servicios, especialmente la regulación del clima y de los ciclos del carbono, el oxígeno y el agua, la conservación de suelos, la biodiversidad, etc.
- **CULTURALES:** Beneficios no materiales que las personas obtienen del contacto con los ecosistemas a través del conocimiento, la experiencia y las relaciones culturales con la naturaleza.

## SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO



Alimentos



Madera



Medicamentos



Energía



Fibras

## SERVICIOS DE REGULACIÓN



Purificación de aguas



Descomposición de residuos



Polinización



Regulación climática



Control de enfermedades

## SERVICIOS CULTURALES



Estéticas



Espirituales



Conocimiento



Ocio y diversión

Estos servicios y, por tanto, lo que aportan a nuestro bienestar, pueden verse **seriamente afectados por el cambio global.**



¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

## 11/ Los servicios ecosistémicos en riesgo

Los ecosistemas brindan servicios indispensables para el bienestar humano, para el mantenimiento de su calidad de vida y para su sostenibilidad. Se llama **servicios ecosistémicos** a las contribuciones de los ecosistemas al bienestar humano. Los hay de tres tipos:

**De abastecimiento:** Productos materiales o energéticos procedentes de los ecosistemas.

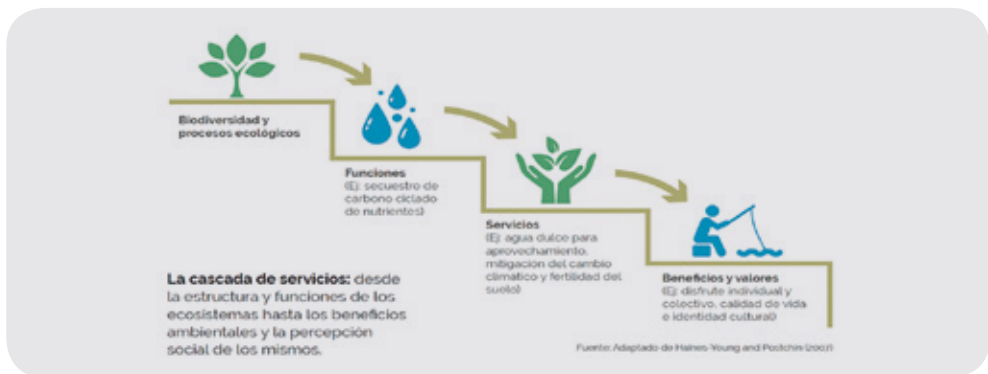
**De regulación,** relacionados con el funcionamiento de los ecosistemas. Son esenciales para mantener el resto de los servicios.

**Culturales:** Beneficios no materiales que las personas obtienen del contacto con los ecosistemas a través del conocimiento, la experiencia y las relaciones culturales con la naturaleza. Entre ellos están los servicios recreativos y estéticos, los espirituales y religiosos, los relacionados con el conocimiento, la educación, las relaciones sociales, el sentimiento de pertenencia, etc.

**El cambio global que estamos provocando pone en riesgo buena parte de los servicios ecosistémicos de los que disfrutamos en la actualidad.**

Un modelo usado para comprender y analizar los vínculos entre ecosistemas y bienestar humano es el de la “cascada de servicios ecosistémicos” , donde se ordenan las relaciones entre ellos mediante una secuencia lógica que empieza con los procesos ecológicos y las funciones de los ecosistemas y termina en los beneficios que la sociedad obtiene a partir de la naturaleza.

Este modelo muestra la necesidad de combinar la investigación ecológica con la social y económica para poner en marcha acciones de conservación basadas en los vínculos entre funcionamiento de los ecosistemas y sociedad.



# La humanidad frente al cambio climático. Mitigación y adaptación

Instituciones de todo el mundo intentan combatir el cambio climático. El IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) proporciona al mundo una visión científica de referencia sobre el cambio climático, sus impactos y riesgos naturales, políticos y económicos. Como posibles respuestas para combatirlos se proponen **medidas de mitigación y de adaptación**. El ser humano tiene la clave para reducir los efectos negativos de ese cambio que ha provocado.

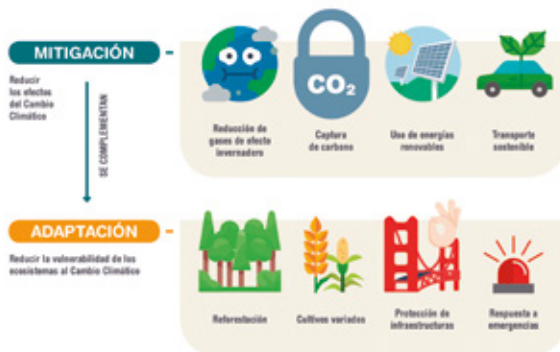


Las **MEDIDAS DE MITIGACIÓN** actúan sobre las **causas** del cambio climático, intentando "reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero" (IPCC).

Las **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN** tratan de **moderar o evitar los impactos** ya producidos o que puedan producirse en el futuro. Se busca con ellas hacer menos vulnerables a los sistemas humanos ante la nueva situación, evitar daños y aprovechar las oportunidades beneficiosas.

La ONU propone cinco sistemas clave sobre los que actuar prioritariamente: **energía, ciudades, alimentación y uso de la tierra, agua e industria.**

## Medidas frente al Cambio Climático



## Para mantenernos a 1,5°C



Las emisiones de CO<sub>2</sub> tendrían que disminuir en un 45% antes de 2030

+



Se necesitará que las energías renovables suministren entre un 70-80% de la energía para 2050



¿QUÉ SE PUEDE HACER?

## 12/La Humanidad frente al cambio climático. Mitigación y adaptación

Desde la primera Cumbre de la Tierra de Río (Brasil) convocada por la ONU en 1992, hasta la de Chile pero celebrada en Madrid (2019), pasando por Kioto (Japón, 1997) y París (Francia, 2015) ha habido 27 reuniones internacionales sobre el clima. Instituciones de todo el mundo hablan ya de una auténtica **crisis climática** a la que hay que hacer frente con medidas decididas y urgentes.

El IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) es referencia mundial para valorar, de forma objetiva y científica, todo lo el conocimiento que se va generando sobre el cambio climático, sus impactos y riesgos naturales, políticos y económicos, así como sobre las posibles opciones de respuesta<sup>1</sup>. La ONU propone actuar con prioridad sobre cinco sistemas clave: **Energía, ciudades, alimentación y uso de la tierra, agua e industria.**

Se proponen **MEDIDAS de MITIGACIÓN y de ADAPTACIÓN** para combatir esta crisis.

**Las MEDIDAS DE MITIGACIÓN** actúan sobre las **causas** del cambio climático, intentando “reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero” (IPCC). Entre ellas destacan *la utilización de energías renovables, la promoción de la eficiencia energética, el fomento del uso del transporte público, la planificación y gestión sostenible de los recursos, la captura de carbono, etc.*

**Las MEDIDAS DE ADAPTACIÓN** tratan de **moderar o evitar los impactos** ya producidos o que pueden darse en el futuro. Pretenden adaptar los sistemas humanos y la naturaleza para hacerlos menos vulnerables a ellos, evitando daños y aprovechando las oportunidades beneficiosas. Como ejemplos están *la construcción de infraestructuras capaces de soportar inundaciones, la reforestación de bosques, la promoción de cultivos variados por si alguna cosecha se viese amenazada, la investigación sobre la evolución de las temperaturas y precipitaciones, etc.*

Si te interesa conocer las medidas que se llevan a cabo en Andalucía en materia de Cambio Climático, puedes visitar el **Portal Andaluz del Cambio Climático**, donde encontrarás distintos informes relacionados con el cambio climático, así como el *Informe sobre la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía.*

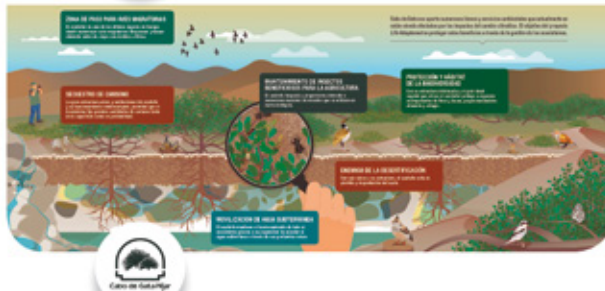
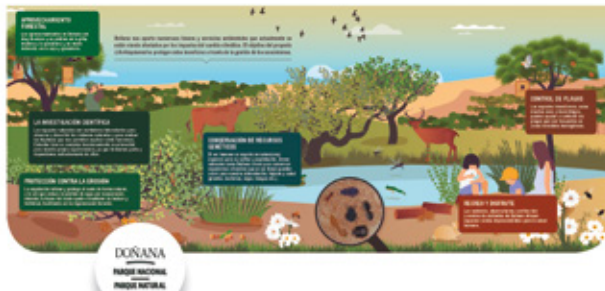
1 Según el informe “Calentamiento global de 1,5°C”, elaborado por el IPCC en 2018, si sigue el ritmo de crecimiento actual, es probable que el calentamiento global llegue a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, entre los años 2032 y 2050. El calentamiento global antropógeno (debido a actividades humanas) se sitúa en torno a 0,2°C por decenio.



# De Espacios Protegidos a Espacios Protectores

Conservar los espacios naturales y los servicios ecosistémicos que proporcionan es, en realidad, una forma de protegernos a nosotros mismos.

Aquí puedes ver algunos servicios ecosistémicos que nos proporcionan tres espacios naturales protegidos de nuestro entorno: **Doñana, Sierra Nevada y Cabo de Gata-Níjar**.



¿QUÉ SE PUEDE HACER?

## 13/De Espacios Protegidos a Espacios Protectores

Ya hemos visto que la biodiversidad es esencial para preservar los procesos naturales y la calidad de la vida en la Tierra. Los espacios naturales tienen por un tanto un papel importante en dicha calidad de vida. No se trata de conservarlos sólo porque sean agradables o interesantes científicamente o culturalmente, sino también porque nos dan una serie de servicios ecosistémicos fundamentales para nuestro bienestar.

**Conservar los espacios naturales, y los servicios ecosistémicos que proporcionan, es una forma de protegernos a nosotros mismos.**

En el panel se muestran algunos de los servicios ecosistémicos que nos proporcionan tres espacios naturales protegidos excepcionales de nuestro entorno: **Doñana, Sierra Nevada y Cabo de Gata-Níjar**.

¿Podrías identificar en cada imagen algunos servicios más, aparte de los citados? Siguiendo la clasificación que dimos antes de estos servicios ¿de qué tipo serían?



# Adaptación frente al cambio global.

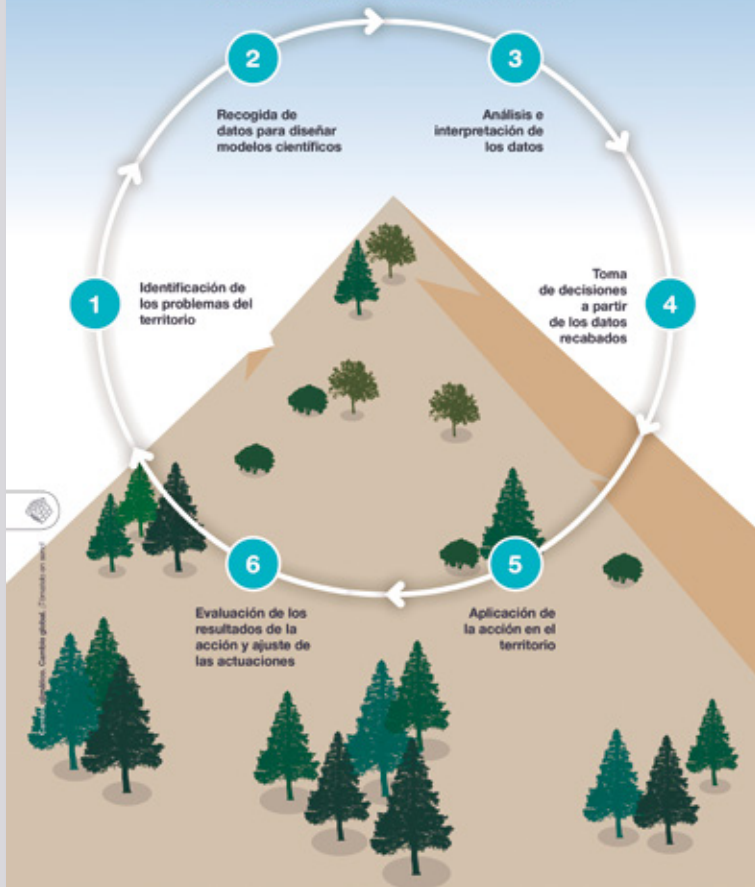
## El Proyecto *Life Adaptamed*

Conservar para las futuras generaciones la biodiversidad y los servicios que los ecosistemas nos aportan, implica la responsabilidad de gestionar, lo mejor posible, los recursos naturales del planeta en el nuevo escenario.

Los espacios naturales protegidos son **observatorios** privilegiados para medir y comprobar los efectos del cambio global. El **Proyecto Life Adaptamed** pretende ir más allá y entenderlos también como **laboratorios**. Por ello, aprovecha las condiciones que nos ofrecen para ensayar medidas de adaptación que puedan ser aplicables también en otros territorios y mejorar la respuesta de los ecosistemas.

Con esta filosofía, el **Proyecto Life Adaptamed** realiza actuaciones en tres espacios protegidos andaluces excepcionales: **Doñana, Sierra Nevada y Cabo de Gata**. Su objetivo es proteger los principales servicios que estos espacios proporcionan a quienes viven dentro y fuera de ellos.

### CICLO DE LA GESTIÓN ADAPTATIVA





¿QUÉ SE PUEDE HACER?

## 14/ Adaptación frente al cambio global. El proyecto Life Adaptamed

Para conservar la biodiversidad y los procesos ecológicos para generaciones futuras, tenemos que gestionar los recursos naturales del planeta ante los nuevos escenarios de cambio global. Los espacios naturales protegidos (ENP) son **observatorios** privilegiados para medir y comprobar los efectos del cambio global, pero también son **laboratorios** donde ensayar medidas de gestión adaptativa que se puedan aplicar.

**El Proyecto Life Adaptamed** tiene como objetivo atenuar los efectos del cambio climático en tres Espacios Protegidos andaluces: **Doñana, Cabo de Gata y Sierra Nevada**. Para ello realiza actuaciones encaminadas principalmente a:

- 1) **Proteger los principales servicios** que estos espacios naturales proporcionan y
- 2) **Mejorar la capacidad de algunos ecosistemas clave para adaptarse a los cambios** que ya están experimentando y que aumentarán en el futuro.

Entre las **actuaciones de gestión concretas que se realizan dentro del proyecto destacan:**

- Favorecer la evolución de **pinares demasiado densos y poco biodiversos hacia bosques mixtos**, donde convivan diferentes especies arbóreas con diferentes especies de matorral. Cuanto más diversa genética y estructuralmente es un ecosistema, más probabilidades tiene de soportar perturbaciones como sequías, fuertes tormentas, plagas, incendios... y de adaptarse a situaciones nuevas. Se conseguirá así mantener una cubierta vegetal que proporcione oxígeno y capture carbono, que ayude a regular el clima, que sujete el suelo con sus raíces y que sirva de alimento y cobijo para numerosos animales.
- En pinares, encinares, robledales y alcornoques regular la densidad y adecuar su estructura, mediante claras y podas, para que el ecosistema se encuentre lo más sano y vigoroso posible de acuerdo con los recursos de luz, agua y nutrientes disponibles.
- Reforzar, mediante siembras y plantaciones, otros ecosistemas clave en la provisión de servicios ecosistémicos, como el **azufaifar** en el Parque Natural de Cabo de Gata o el **enebral de alta montaña** en el Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada.
- Mantenimiento de **acequias de careo** de alta montaña.





## Actuaciones en el Parque Nacional y Natural de Doñana

Es uno de los espacios protegidos **más importantes del territorio andaluz** y la mayor reserva ecológica de Europa. Doñana alberga una biodiversidad única y es una de las grandes zonas húmedas europeas, con una situación estratégica esencial para las aves migratorias. Los humedales tienen **gran valor biológico y social**. Sus hábitats juegan un papel clave en la regulación de los regímenes hídricos y funcionan como filtros para algunos contaminantes, purificando el agua. Son sumideros de gases de efecto invernadero y albergan un rico patrimonio cultural. Además, Doñana tiene importantes zonas de **monte mediterráneo, pinares, dunas y playas**.



El monte mediterráneo de Doñana aporta bienes y servicios de gran importancia: las masas forestales, que fijan y secuestran CO<sub>2</sub>, **contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático**, protegen el suelo, regulan el ciclo del agua y proveen refugios para una rica fauna que contribuye a regenerar la vegetación (poinización y dispersión de semillas) y a mantener los equilibrios biológicos (control de plagas).

Para reforzar la capacidad de este ecosistema de resistir los cambios y asegurar que siga proporcionando los servicios que ofrece, el proyecto Life Adaptamed ha realizado diversas actuaciones:

- La corta selectiva de algunos pinos para favorecer un incremento de la biodiversidad del sotobosque.
- La siembra y plantación de alcornoque, acebuche y lentisco para enriquecer el monte mediterráneo.
- Tratamiento experimental contra el *Phytophthora cinnamomi*, un hongo patógeno que provoca la enfermedad de "la seca" en alcornocales y encinas. En el caso de Doñana ataca a alcornocales de alto valor ecológico y está en aumento como consecuencia del cambio climático.



EL PROYECTO LIFE ADAPTAMED

## 15/ Actuaciones en el Parque Nacional y Natural de Doñana

El Parque Nacional y Natural de Doñana es uno de los espacios protegidos más importantes del territorio andaluz y la mayor reserva ecológica de Europa. Con una extensión de 122.487 ha, abarca tierras de las provincias de Huelva y Sevilla.

Doñana alberga una biodiversidad única y es una de las grandes zonas húmedas europeas. Por su extensión y situación estratégica, constituye un enclave esencial para las aves migratorias. **Sus humedales** tienen gran valor biológico y social. Sus hábitats son esenciales para regular los regímenes hídricos y funcionan como filtros para algunos contaminantes, purificando el agua. Son sumideros de gases de efecto invernadero y albergan un rico patrimonio cultural. Además, Doñana tiene importantes zonas de **monte mediterráneo y, pinares, dunas y playas.**

El **monte mediterráneo** aporta bienes y servicios muy importantes. Sus masas forestales contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático pues fijan y secuestran CO<sub>2</sub>, protegen el suelo y regulan el ciclo del agua, además de proveer refugios para la biodiversidad local.

La fauna contribuye a regenerar la vegetación (por polinización y dispersión de semillas) y a mantener los equilibrios biológicos (control de plagas y regulación de las poblaciones de herbívoros...)

Las principales actuaciones del Proyecto Life Adaptamed en esta zona se centran en:

- La corta selectiva de pinos para favorecer una mayor biodiversidad del sotobosque.
- La siembra y plantación de alcornoque, acebuche y lentisco para enriquecer el monte mediterráneo.
- El tratamiento experimental del *Phytophthora Cinnamomi*, patógeno causante de “la seca”, una enfermedad del alcornoque y otros *Quercus* que va en aumento en Doñana como consecuencia del cambio climático.

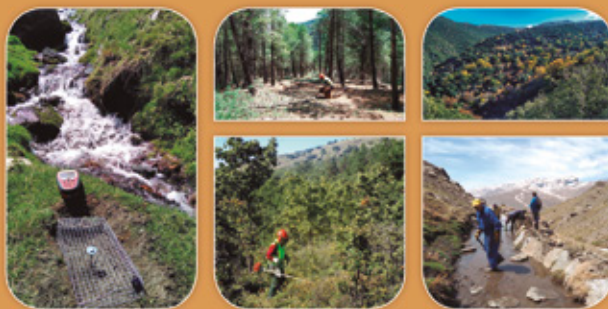




## Actuaciones en el Parque Nacional de Sierra Nevada

Sierra Nevada es una región montañosa que debido a su climatología y su gran variedad de condiciones ecológicas favorece la existencia de una alta diversidad de plantas y animales. Los ecosistemas de Sierra Nevada, desde las altas cumbres y valles glaciares, pasando por bosques de media montaña, hasta zonas casi subdesérticas, constituyen un refugio excepcional para la biodiversidad en el continente europeo.

El Proyecto Life Adaptamed ha llevado a cabo varias acciones en el Parque Nacional. Además de los claros y podas en pinos, robles y encinas para mejorar la estructura del bosque, se realizan otras actuaciones, como el arreglo de acequias de careo y la siembra y plantación de enebros y sabinas para conservar los matorrales de alta montaña.



ECOSISTEMA MENOS DIVERSO



ECOSISTEMA MÁS DIVERSO

EVENTO CLIMÁTICO EXTREMO (SEQUÍA)



BOSQUES MÁS DIVERSOS, BOSQUES MÁS RESILIENTES

Los montes con mayor biodiversidad aprovechan mejor el agua, la luz y los nutrientes y son más resistentes a los cambios. De igual forma, la heterogeneidad del bosque y la diversidad de su estructura (matorrales, arbustos, árboles pequeños y grandes), aumentan su capacidad de adaptación.



EL PROYECTO LIFE ADAPTAMED

## 16/Actuaciones en el Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada

El Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada abarca un macizo montañoso donde se encuentra el Mulhacén (3.479 m), la cima más alta de la Península Ibérica y quince picos por encima de los 30.00 metros. Su climatología y la diferencia de altitudes permiten la existencia en él un gran número de plantas y animales adaptados a variadas y difíciles condiciones, desde altas cumbres y valles glaciares hasta zonas casi subdesérticas, pasando por bosques de media montaña.

Con más de 170.000 ha, en las provincias de Granada y Almería, alberga una gran variedad de hábitats que constituyen un refugio excepcional para la biodiversidad en el continente europeo. Cuenta con más de 2.100 especies vegetales catalogadas, 80 de ellas endémicas y exclusivas de Sierra Nevada. Su gran variedad vegetal y climática determina una gran riqueza de fauna.

El **proyecto Life Adaptamed** ha llevado a cabo en este espacio natural acciones como:

- **Clareos y podas** en pinos, robles y encinas para mejorar la estructura del bosque.
- **Siembra y plantación de sabinas y enebros y agracejos**, matorrales que proporcionan una gran cantidad de servicios ecosistémicos.
- **Arreglo y mantenimiento de acequias de careo** de alta montaña. Este sistema de riego tradicional, ya usado en la época musulmana, distribuye el agua por las laderas de Sierra Nevada, con lo que se aumenta el tiempo en que ésta se encuentra disponible para animales y vegetales y se hace posible la vida en alta montaña de especies que de otra forma no podrían vivir. Además, contribuyen a una mejor regulación del ciclo del agua.

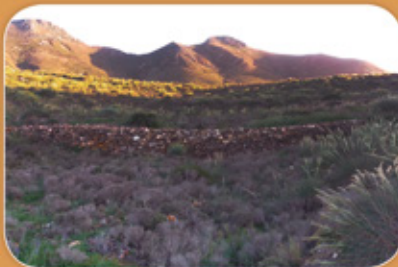




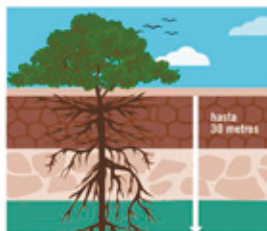
## Actuaciones en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar

Es uno de los paisajes más áridos de Europa, con una gran riqueza geológica, ecológica, histórica, antropológica y paisajística.

Es un parque marítimo-terrestre que alberga ecosistemas litorales de los mejores conservados de Europa. Su gran diversidad de especies está adaptada a sus peculiaridades climáticas, inviernos cálidos y precipitación anual muy escasa.



Azufaiar en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar.



### El azufaiar, un gran aliado de la agricultura

El azufaiar (*Ziziphus lotus*) es un arbusto espinoso cuyas raíces pueden profundizar más de 30 metros para encontrar agua en el subsuelo, por lo que puede florecer en verano y mantener un gran e intrincado dosel vegetal. Eso hace de él un alimento y refugio de muchas especies de aves (sisón, ganga ortega, alcudón real...), reptiles (camaleón) e invertebrados (mariposa del azufaiar).

Entre las actuaciones del proyecto Life Adaptamed está el estudio de este ecosistema tan especial para comprender su funcionamiento y mejorar su conservación. Se han inventariado **más de 20 especies beneficiosas de insectos que viven en el interior de este matorral**, algunas de ellas explotadas por la industria auxiliar agrícola por su utilidad en la lucha biológica contra plagas.

La conservación del suelo es también objeto de actuación con la construcción y restauración de "balates", al modo tradicional, como herramienta de retención del terreno durante las tormentas, evitando así su erosión.





EL PROYECTO LIFE ADAPTAMED

## 17/ Actuaciones en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar

El Parque Natural Marítimo-Terrestre de Cabo de Gata-Níjar tiene una gran riqueza geológica, ecológica, histórica, antropológica y paisajística. Con casi 50.000 ha, de las que 12.000 son marinas, es uno de los paisajes más áridos de Europa y uno de los pocos de origen volcánico objeto de protección. Cuenta con los 50 kilómetros de costa acantilada mejor conservada del litoral mediterráneo europeo.

Alberga más de 1.000 especies exclusivas de flora terrestre, adaptadas a sus peculiaridades climáticas, con invierno cálido y precipitación anual muy escasa, y gran diversidad geológica.

Entre sus ecosistemas destaca el marítimo por su variedad y riqueza. En sus fondos se desarrollan 250 especies vegetales marinas, incluyendo las extensas praderas de *Posidonia oceánica*, auténticos bosques sumergidos donde vive gran variedad de fauna submarina.

### El azufaifo, un gran aliado de la agricultura

El **azufaifo** (*Ziziphus lotus*) es un arbusto cuyas raíces pueden profundizar más de 30 m hasta encontrar agua en el subsuelo. Se mantiene verde todo el año, lo que hace de él un alimento y refugio para muchas especies de **aves** -el sisón, la ganga, la ortega, la collalba rubia y el alcaudón real- de **reptiles**, como el camaleón, o **invertebrados** como la mariposa del azufaifo.

Esta planta da cobijo a muchas especies de insectos útiles en la lucha biológica contra plagas agrícolas. En las actuaciones realizadas dentro del proyecto en el interior de este matorral se han inventariado, hasta el momento, **más de 20 especies beneficiosas de insectos**, algunas de ellas explotadas comercialmente por la industria auxiliar agrícola.

En el proyecto Life Adaptamed se está estudiando este ecosistema tan especial para comprender mejor su funcionamiento y mejorar su conservación. Además de colocarse sensores en pozos de sondeo, para conocer el nivel del agua freática gracias a la cual sobrevive el azufaifo, también se han realizado plantaciones para reforzar la población de este arbusto.

La conservación del suelo es también objeto de actuación, con la construcción de **balates, al modo tradicional**, que evitan la erosión del suelo y permiten su retención durante las tormentas.

También destacan los ecosistemas áridos, debido a los elevados niveles de endemidad animal y vegetal que ostentan. Es éste uno de los ambientes más singulares, y amenazado, de Europa.

Adicionalmente, se han retirado *ágaves*, en una actuación experimental sobre 10 ha, con el fin de conocer los efectos de la retirada de esta especie invasora sobre la biodiversidad local.





## ¿Qué puedes hacer tú?

### CUATRO R CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

El éxito de la lucha contra la crisis climática no depende solo de las medidas que tomen "quienes mandan". Tú también tienes un papel en esa tarea. La **regla de las 4R** nos da algunas ideas:

**Reducir** la producción de residuos, aprovechando al máximo los recursos que utilices. ¿Necesitas todo lo que compras? ¿No puedes arreglar lo que se haya estropeado?

**Reutilizar**, buscar un nuevo uso o un nuevo usuario antes de tirar algo.

**Reciclar** residuos para convertirlos en productos nuevamente utilizables.

**Recuperar** materiales o elementos que puedan servir de nuevo como materia prima.

Eso lo podemos concretar en estas **medidas con las que tú, en casa, en el colegio, en tu ciudad**, puedes contribuir. Supone un sacrificio, un cambio en tu estilo de vida, pero merece la pena intentarlo.

**¡De ti también depende!**

## 12 ACCIONES SENCILLAS PARA LUCHAR CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Sustituye las bombillas tradicionales por LED u otros dispositivos de bajo consumo.
- Utiliza los aparatos eléctricos de forma adecuada y sólo cuando sean necesarios. No los dejes en stand-by. Apágalos completamente.
- Cierra el grifo mientras te lavas los dientes o te afeitas. Y dúchate en lugar de bañarte.
- Mantén el termostato de la calefacción entre 19-21°C en invierno. Y el aire acondicionado entre 24-26°C en verano.
- Compra productos locales y de temporada.
- Usa productos que utilicen materiales reciclados en sus envases y evita los embalajes excesivos.
- Usa menos tu vehículo privado y trata de compartir coche o moverte en medios de transporte sostenibles o públicos.
- Planta un árbol.
- Separa los residuos.
- Deposita los envases vacíos o con restos de medicamentos en el punto SIGRE de la farmacia.
- Aprovecha al máximo todos los recursos que utilices evitando un excesivo consumo de ellos y dándoles una nueva vida cuando sea posible.
- Difunde estas medidas e informa a quienes te rodean sobre la gravedad del problema de la crisis climática y la necesidad de colaborar en su solución.



¿QUÉ SE PUEDE HACER?

## 18/ ¿Qué puedes hacer tú?

El éxito de la lucha contra esta crisis climática no depende sólo de las medidas que adoptadas por los gobiernos y demás autoridades, pues muchas de ellas exigen un cambio en algunos de nuestros hábitos de vida. No se trata de hacer grandes sacrificios, bastaría con llevar una vida algo sostenible, de reducir el consumo innecesario de muchos recursos, de preciclar, reciclar y reutilizar todo aquello que podamos.

Además de las medidas indicadas en el panel, estamos seguros de que se te pueden ocurrir otras para colaborar en esta tarea, tanto en tu casa como en el colegio, el instituto o tu ciudad.

Por ejemplo, hablando del uso correcto de electrodomésticos podríamos empezar por no usar la lavadora o el lavavajillas hasta que no estuviese lleno; no usar secadora de ropa si ésta se puede secar al aire libre, usar la luz natural y no la eléctrica siempre que sea posible, etc.

Si hablamos del ahorro del agua potable se podría recoger el agua que sale fría en la ducha antes de que empiece a salir caliente y usarla luego para fregar el suelo o echarla al inodoro. Podríamos beber agua del grifo en vez de agua embotellada...

Si hablamos del consumo de productos alimenticios, podemos esforzarnos en consumir productos del tiempo y de zonas próximas a nuestro pueblo o nuestra ciudad, con lo que sin duda evitaríamos la cantidad de emisiones asociadas al transporte de mercancías.

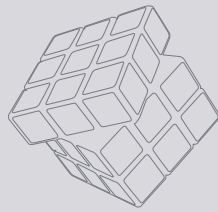
Procura caminar o usar bicicleta cuando puedas hacerlo, en vez de vehículos de motor...

¿Qué otras medidas se te ocurren? ¿Cuáles podrías adoptar ya en tu vida diaria?

**¡No olvides que de ti también depende el éxito de esta lucha contra los efectos de la crisis climática!**



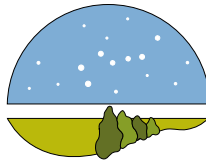
**CAMBIO CLIMÁTICO,**  
**CAMBIO GLOBAL**  
**¡Tómatelo en serio y actúa!**





## **Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura, Ganadería  
Pesca y Desarrollo Sostenible



## **Consorcio Parque de las Ciencias**

**JUNTA DE ANDALUCÍA**  
Consejerías de Educación, Conocimiento,  
Turismo, Salud y Desarrollo Sostenible  
Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales  
**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**  
**AYUNTAMIENTO DE GRANADA**  
**DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GRANADA**  
**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Avenida de la Ciencia, s/n. 18006 Granada (España)  
Teléfono: 958 131 900 • Fax: 958 133 582 • E-mail: [info@parqueciencias.com](mailto:info@parqueciencias.com)

**[www.parqueciencias.com](http://www.parqueciencias.com)**