
Lección sobre cambio climático

Nivel de grado: Ambientales de Secundaria /Ciencias de la tierra

Estándares: EEn.1.1.1, EEn.2.6.2, EEn.2.6.3, EEn.2.6.4

Descripción: Los estudiantes leen gráficos, mapas, diagramas y texto; ver videos; y escribir respuestas a preguntas mientras exploramos las causas del cambio climático, la evidencia de ello, los impactos y lo que podemos hacer sobre eso.

Instrucciones para el document:

Si lo ha descargado como PDF, haga clic en Archivo Explora-(Un Folder), vaya a descargas y haga clic en LECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Cuando aparezca en Internet Explorer, vaya a la esquina superior izquierda y haga clic en la tabla de contenido para facilitar la navegación.

ACTIVIDAD DE CALENTAMIENTO

Probablemente haya escuchado a personas hacer una serie de declaraciones sobre el cambio climático y tal vez se preguntó si algunas de ellas eran ciertas. En esta actividad, utilizará pruebas para evaluar una serie de afirmaciones.

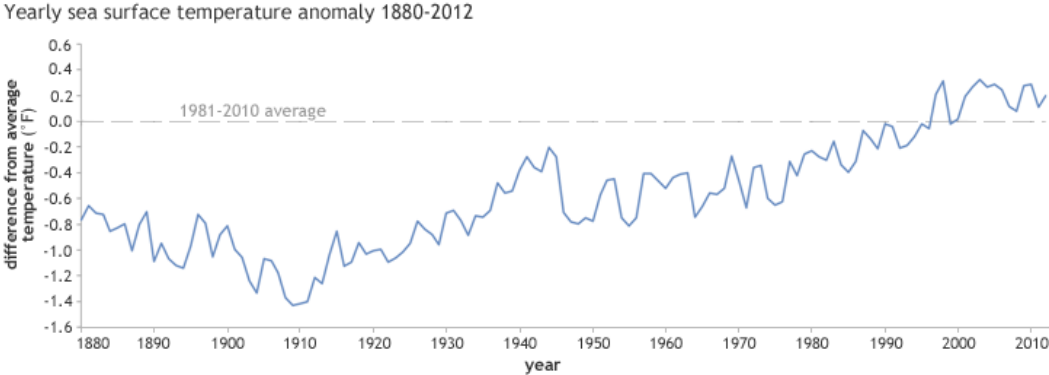
Instrucciones: Utilice las gráficas proporcionadas para determinar cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y que son falsas. Escriba sus respuestas en la hoja de trabajo al final de esta lección. Si es falso escribe una afirmación verdadera sobre lo que realmente muestra la gráfica.

VERDADERO O FALSO

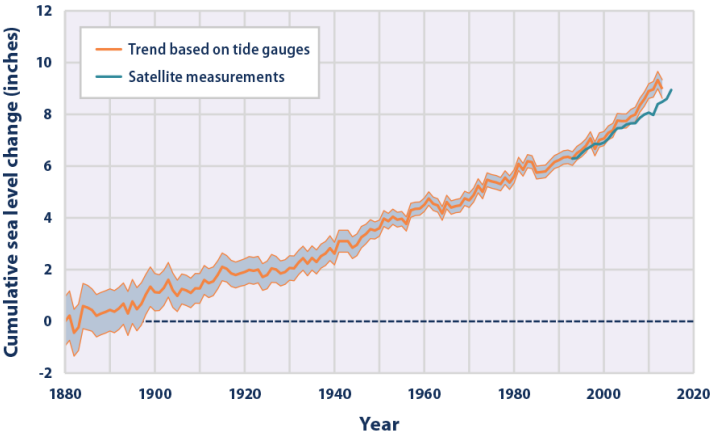
(si es falso, escriba una afirmación verdadera sobre las gráficas):

Pregunata 1: Los océanos se están calentando y el nivel del mar puede subir en el futuro, pero no ha comenzado a subir todavía.

(Fig.1 Gráfico del cambio en el contenido de calor promedio mundial de la capa superior del océano)

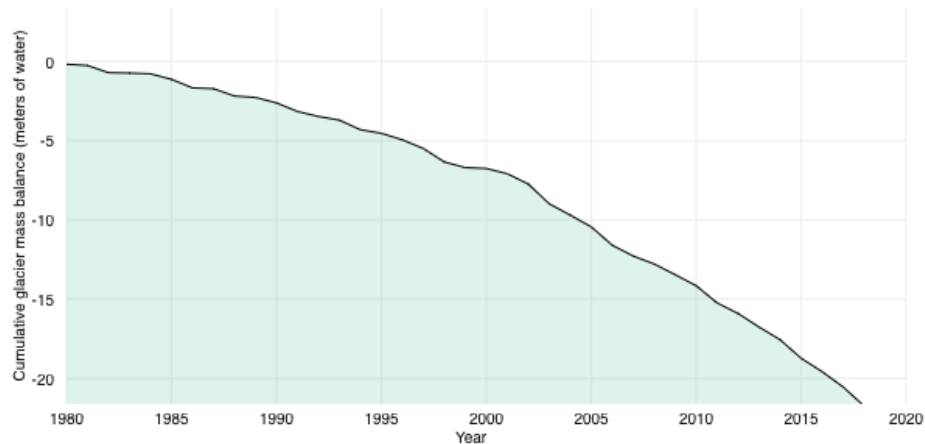


(Fig.2 Gráfico de cambio del nivel del mar)



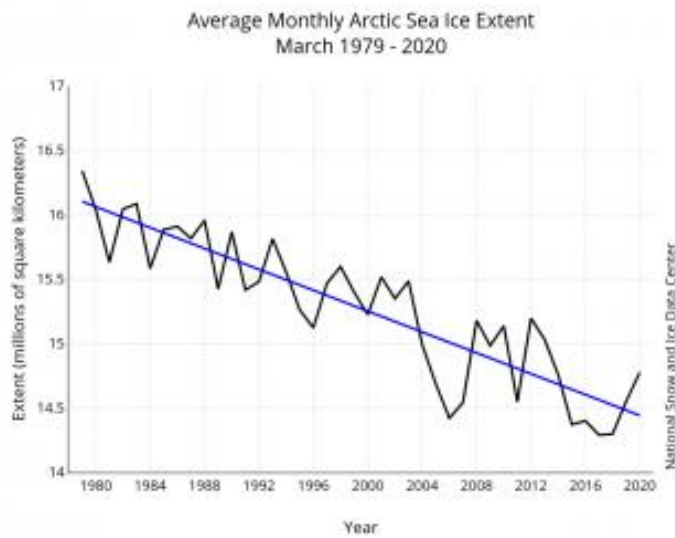
Pregunta 2: Los glaciares se están reduciendo y hay aproximadamente la mitad de hielo cerca del Polo Norte que solía haber.

(Fig. 3 Gráfico de cambio en la masa del glaciar)



Nota: el "balance de masa de los glaciares" mide el cambio en la cantidad de hielo en función de cuánto gana el glaciar por nevadas y cuánto pierde por derretimiento o sublimación (cambio de sólido a vapor de agua). Un balance de masa negativo indica más hielo derretido de lo que se añadió al glaciar en un año.

Fig.4 Gráfico de la extensión del hielo marino del Ártico



Pregunta 3: Los inviernos tienen menos nieve ahora que en los 1950; pero huracanes, tormentas, e inundaciones son más frecuentes ahora que en el pasado.

Fig.5 Gráfico de la capa de nieve primaveral del hemisferio norte

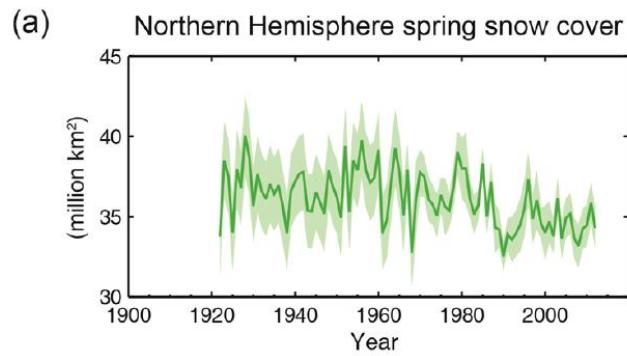
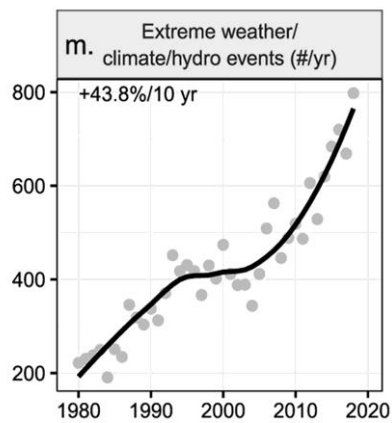
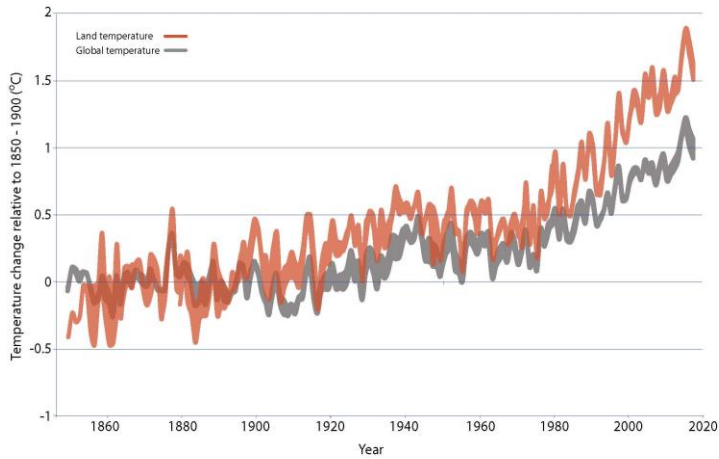


Fig.6 Gráfico de fenómenos meteorológicos / climáticos / eventos hidroeléctricos (# / año)



Pregunta 4: Aunque hay algunas variaciones, en general, el clima de la Tierra se está volviendo más cálido.

(Fig.7 Gráfico de cambio de temperatura relativo a 1850-1900 (°C))



Pregunta 5: El aumento de la temperatura terrestre muestra la misma tendencia creciente que la cantidad de carbono dióxido (CO₂) en la atmósfera. Pero la tendencia de la temperatura es la inversa (opuesta) de la tendencia de la cantidad de metano y óxido nítrico en la atmósfera.

(Fig.8 Gráfico de la temperatura combinada de la superficie terrestre y oceánica promediada globalmente anomalía 1880- 2019)

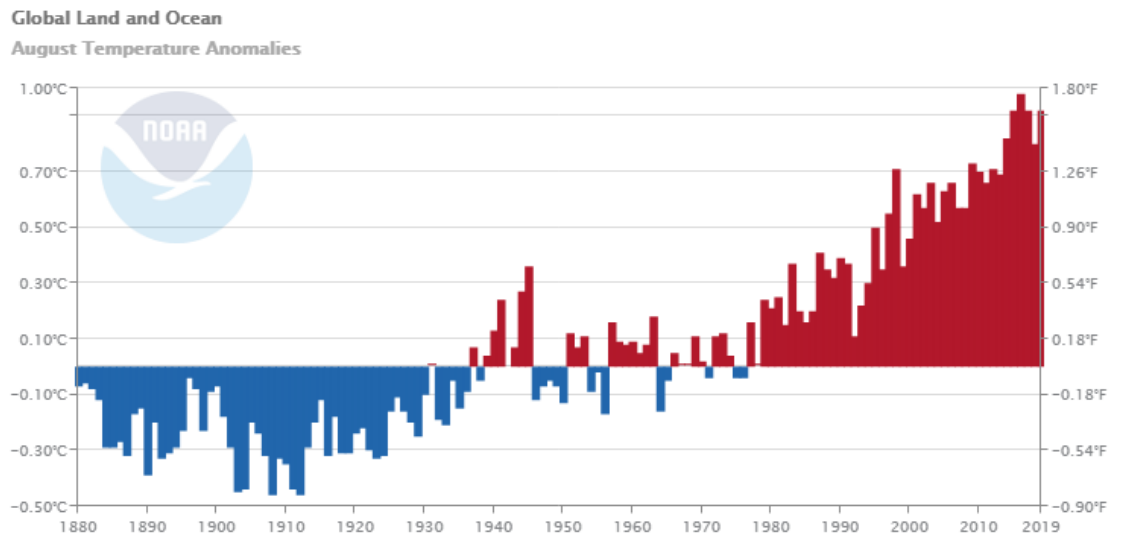


Fig.9 Gráfico de CO₂ atmosférico (o dióxido de carbono)

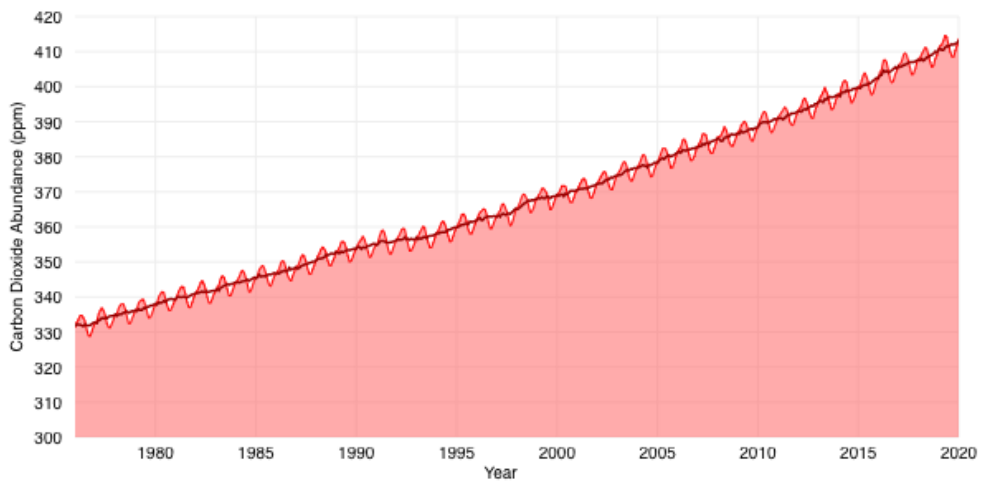


Fig.10 Gráfico de Metano (CH₄, en partes por mil millones)

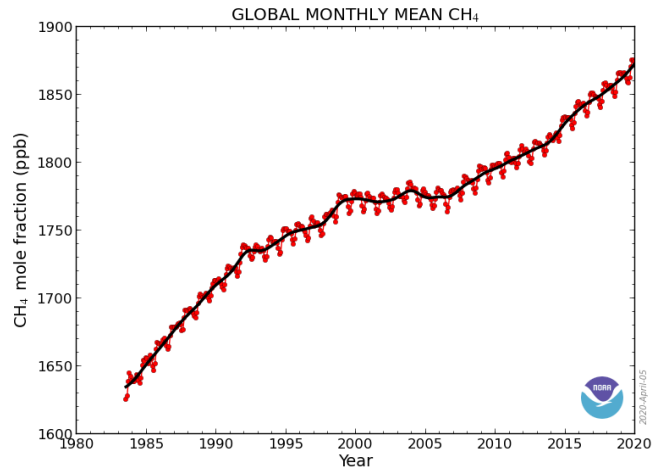
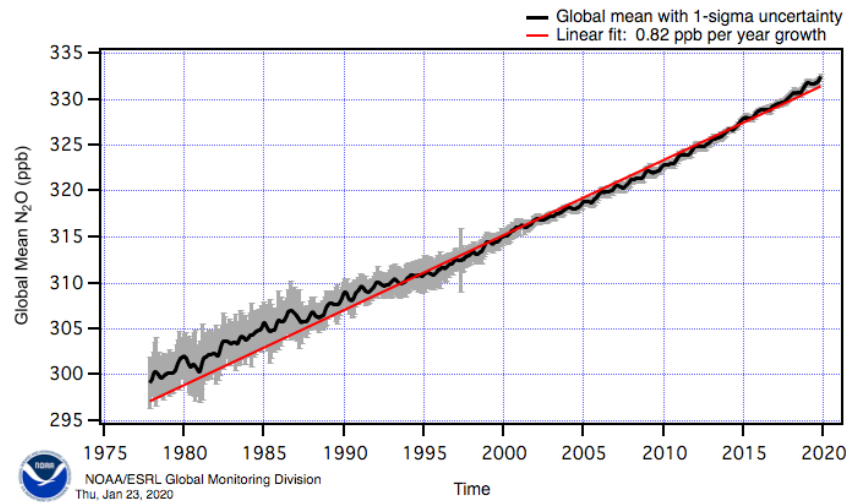
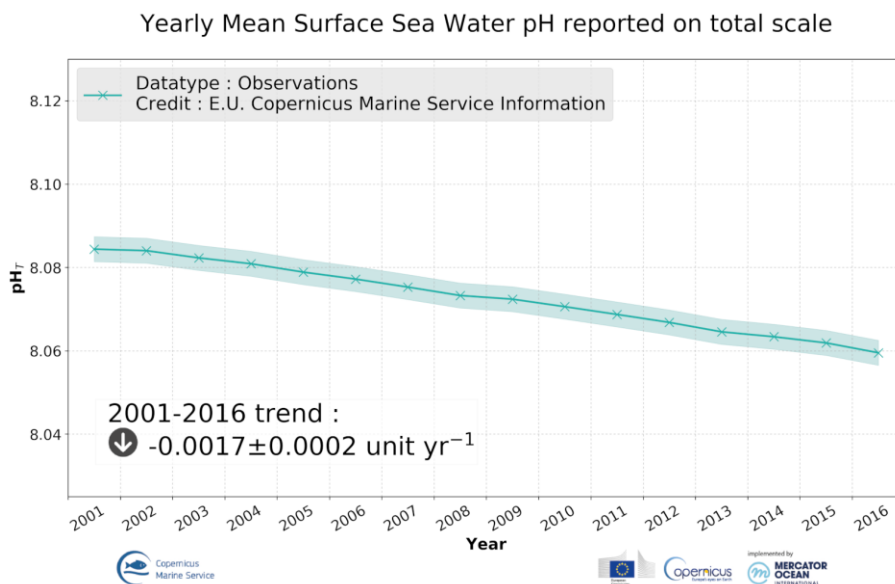


Fig.11 Gráfico de óxido nitroso (N₂O, en partes por mil millones)

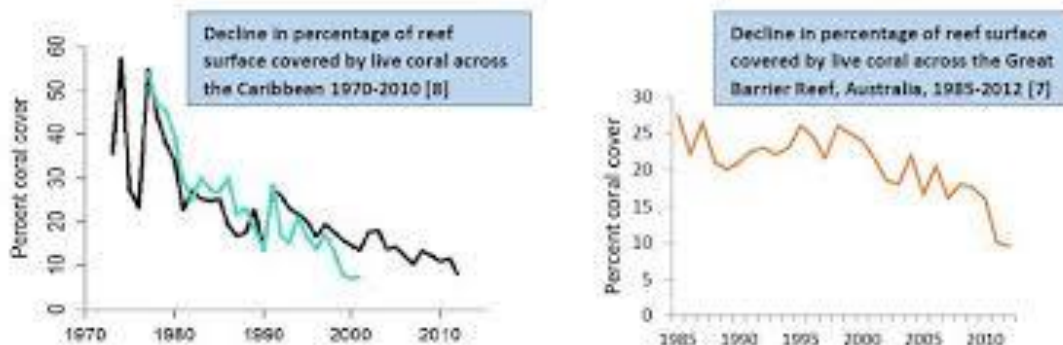


Pregunta 6: A medida que cae el pH, los océanos se vuelven más ácidos. Con el tiempo, los océanos se están volviendo cada vez más ácido, esto amenaza a los arrecifes de coral.

(Fig.12 Gráfico de acidez oceánica (pH))



(Fig.13 Gráficos de descomposición de los arrecifes de coral)



CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

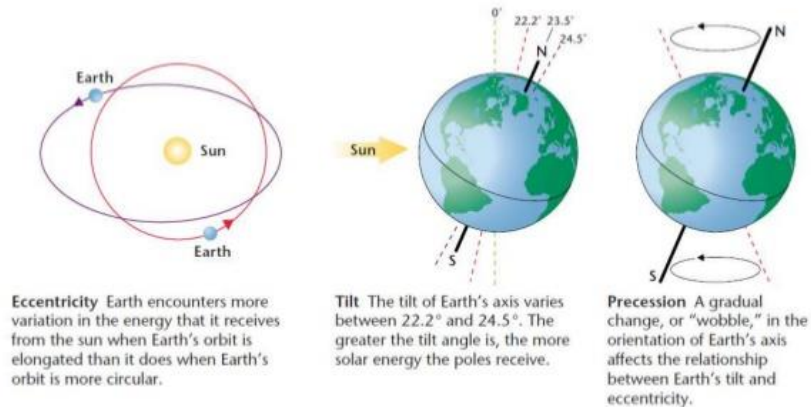
Hay causas tanto naturales, como humanas, del cambio climático. Mientras lee sobre ellos, ponga atención a los plazos en los que se producen los cambios. Considere cuáles son las mejores causas explican los cambios que hemos visto recientemente.

Causas Naturales Del Cambio Climático

Cyclo Milankovitch: Estos ciclos están relacionados con períodos glaciales y períodos de calentamiento.

Fig. 14 Cyclo Milankovitch

Milankovitch Cycle



Nota: "Excentricidad" significa qué tan circular u ovalada es la órbita de la Tierra. "Inclinación" se refiere al ángulo del eje de la Tierra. "Precesión" significa el tambalearse de la tierra en su eje.

- El Ciclo Milankovitch depend en:
 - Forma de la órbita de la tierra (excentricidad): cuán ovalada o circular es la órbita de la tierra alrededor del sol.
 - Una órbita más circular provoca un clima más frío.
 - Una órbita más elíptica (ovalada) provoca un clima más cálido porque la tierra se acerca al sol.
 - La forma de la órbita de la Tierra cambia a lo largo de un ciclo de aproximadamente 100,000 años
 - Inclinación del eje de la tierra (Oblicuidad = Inclinación axial)
 - Puede aumentar o disminuir.
 - Esto cambia durante un período de 41,000 años desde 21.5° hasta 24.5°
 - Cuanto menor sea el ángulo de inclinación, más cálido será el invierno. Entonces el aire más cálido podría retener más humedad y obtendría más nevada. Los veranos serían más fríos y habría menos derretimiento del hielo. Entonces las capas de hielo se expandirían.
 - Wobble (Precesión): el tambaleo de la tierra sobre su eje
 - Esto cambia durante un período de 23,000 a 26,000 años.
 - En este momento, el invierno ocurre cuando la tierra está más cerca del sol.

- En 10,500 años, el invierno ocurrirá cuando la tierra esté más lejos de el sol y el verano cuando la tierra está más cerca del sol. Esta voluntad dan lugar a mayores contrastes estacionales. La tierra tendra veranos calientes y inviernos más fríos.
- Cuando todos estos ciclos coinciden de cierta manera, puede provocar una edad de hielo o período de calentamiento.
- Los ciclos de Milankovitch provocan fluctuaciones climáticas que se producen durante decenas de miles; a cientos de miles de años.

Video de simulaciones de precesión, inclinación axial y forma de órbita (más circular o más ovalado).

Escriba su respuesta (vea la hoja de trabajo al final de la lección): ¿Podría el tipo de cambio de clima que vemos ahora ser solamente por el ciclo Milankovitch? ¿Por qué o por qué no?

Escriba su respuesta antes de continuar: ¿Cuáles son otras causas "naturales" de cambio climático?

Erupciones Volcanicas

Fig. Erupción volcánica



- La ceniza volcánica puede permanecer suspendida en el aire durante varios meses a varios años, bloquear la radiación solar y provocar temperaturas más frías. Pero el efecto es a corto plazo.
- El dióxido de azufre (SO₂) expulsado a la atmósfera se convierte en ácido sulfúrico. Este se condensa en la estratosfera para formar aerosoles de sulfato que reflejan los rayos del sol de regreso al espacio y pueden causar el enfriamiento de la superficie terrestre durante varios años.
- Los volcanes emiten dióxido de carbono (CO₂), pero liberan menos del 1% del CO₂ que liberan actualmente las actividades humanas. El CO₂ liberado por erupciones volcánicas recientes nunca ha causado un calentamiento global detectable. (volcanoes.usgs.gov/vhp/gas_climate.html)

Manchas Solares/ Actividad Solar

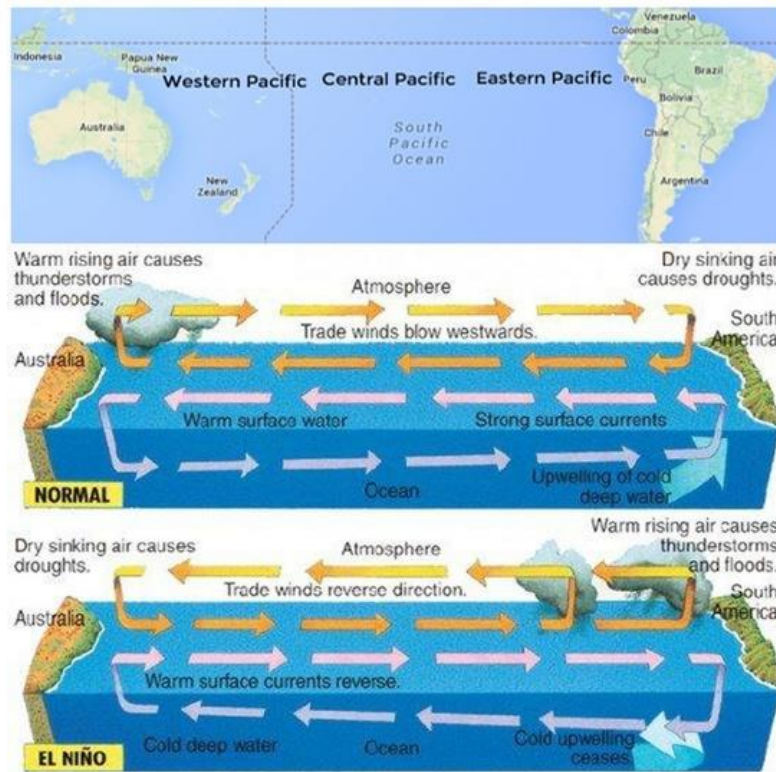
Fig. 16 Manchas y llamaradas solares



- Las manchas solares son áreas más oscuras y frías en la superficie activa del sol.
- Se forman donde los campos magnéticos son particularmente fuertes.
- Están asociados con erupciones solares (explosiones repentinas de energía) y eyecciones de masa coronal [CME] (enormes burbujas de radiación y partículas del sol que explotan en el espacio).
- Las manchas solares aumentan al máximo y disminuyen al mínimo durante ciclos de 11 años.
- Los períodos de baja actividad solar (menos manchas solares, llamaradas solares, CME) coinciden con condiciones climáticas más frías. La alta actividad solar coincide con climas más cálidos de lo normal.
 - Pero los científicos no creen que los cambios en la actividad solar puedan explicar el cambio climático que vemos ahora.
- Y la actividad solar está incluida en la mayoría de los modelos climáticos actualizados, como los utilizados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IGPCC).

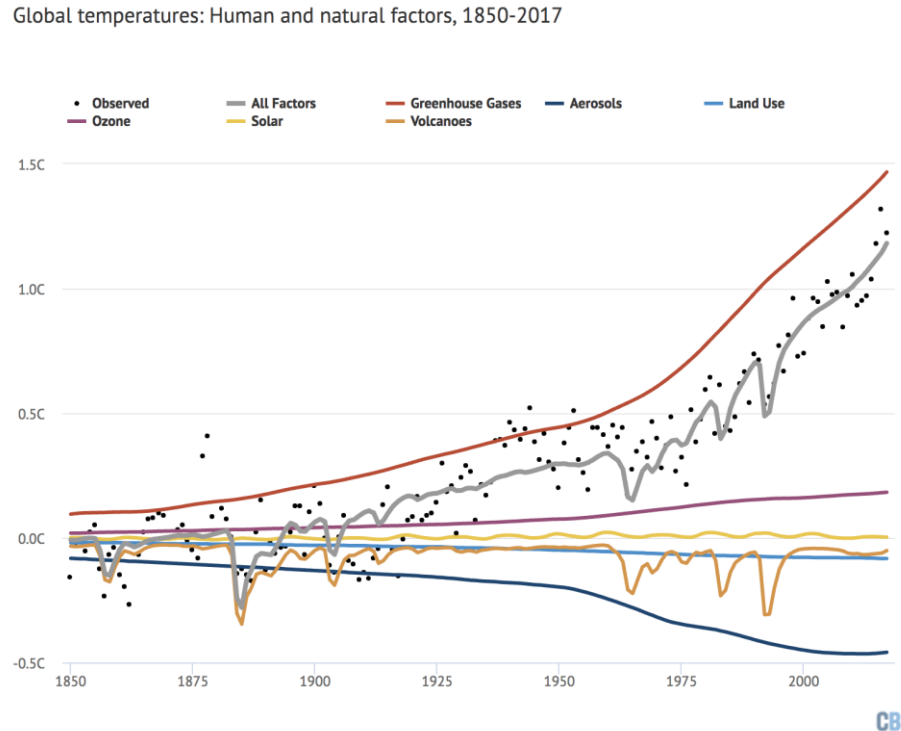
El Nino/La Nina

Fig. 17 Corrientes normales de viento y agua comparadas con las de El Niño



- El Niño y La Niña involucran cambios en la temperatura del océano y la temperatura del aire en el Océano Pacífico central debido a cambios periódicos en los patrones del viento y la circulación oceánica que impactan el clima alrededor del mundo.
- El Niño aumenta la temperatura en el Pacífico sur y central y en varias otras áreas (pero no en el sureste de los EE. UU.).
- La Niña disminuye la temperatura en el Pacífico sur y central y en varias otras áreas (pero no en el sureste de los EE. UU.).
- Esto ocurre durante un ciclo de aproximadamente 5 años (3-10 años); por lo que los cambios son a corto plazo.
- Considere si el marco de tiempo para alguna de las causas naturales coincide con los cambios climáticos que hemos visto recientemente.
 - Examine la grafica a continuacion:

Fig. 18 Gráfico de temperaturas globales: factores humanos y naturales, 1850-2017



- Escribe tu respuesta: ¿Es natural el calentamiento actual?
- La NASA dice que las causas naturales tienen una influencia demasiado pequeña o ocurren con demasiada lentitud para explicar el rápido calentamiento observado en las últimas décadas.
(earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page4.php)

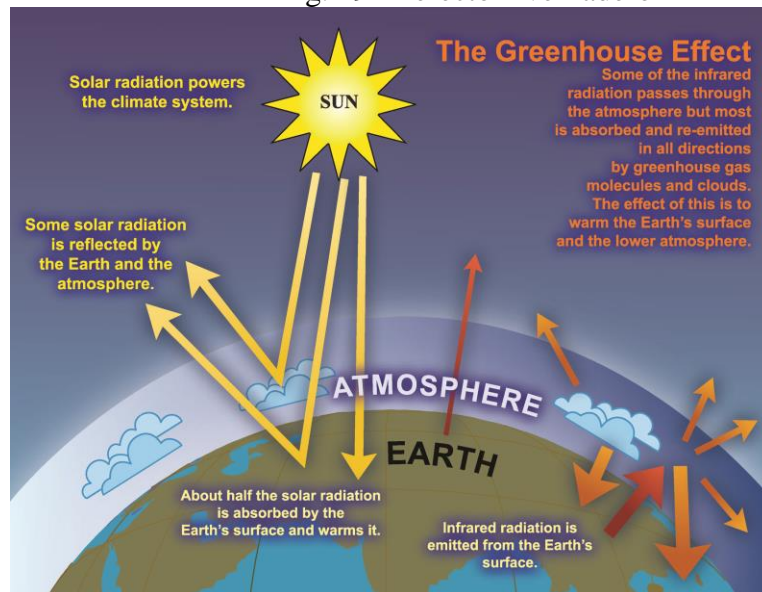
Causas Humanas del Cambio Climático

Escriba su respuesta: ¿Cuáles son algunas de las causas del cambio climático que están vinculadas a la actividad humana?

Efecto invernadero

- ¿Qué es?
 - Provoca el calentamiento de la superficie terrestre.
 - Se puede comparar con la forma en que un invernadero se calienta más que el aire exterior porque la radiación del sol pasa a través de las ventanas, pero las ventanas retienen el calor.
 - Es similar a un automóvil que se sienta a la luz del sol en invierno y hace más calor adentro que el aire afuera del automóvil.
 - En el efecto invernadero, los gases de la atmósfera absorben el calor y lo vuelven a irradiar hacia la tierra.
 - Vea el diagrama del efecto invernadero a continuación.

Fig. 19 El efecto invernadero



- La mayor parte de la radiación solar que llega del sol a la tierra es en forma de rayos ultravioleta (UV) y luz visible. Algunos de estos rayos son reflejados de regreso al espacio por la atmósfera y las nubes, pero la mayoría pasan a la superficie de la tierra. Algunos rayos de luz ultravioleta y visible se reflejan en el espacio por la superficie de la tierra. Pero la mayoría son absorbidos por la superficie de la tierra y se vuelven a irradiar a la atmósfera inferior como rayos infrarrojos que no podemos ver. Pero sentimos su calidez. Algunos de los rayos infrarrojos escapan al espacio. Pero la mayoría son absorbidos por gases de efecto invernadero en la atmósfera inferior. Estos gases de efecto invernadero en la atmósfera inferior se calientan e irradian radiación infrarroja hacia la Tierra. Entonces, los gases de efecto invernadero atrapan el calor cerca de la superficie de la tierra.
- Parte de esto es natural y parte es el resultado de la actividad humana.
 - Parte del efecto invernadero es natural y mantiene la superficie de la tierra lo suficientemente caliente como para sustentar la vida, pero es

relativamente constante y no causa un cambio climático global a largo plazo.

- Algunos son causados por humanos y contribuyen al calentamiento global.

Gases de Invernadero

Escribe tu respuesta: ¿Cuáles son algunos de los gases de efecto invernadero?

- Gases de Invernadero
 - Vapor de agua (H₂O)
 - Dióxido de carbono (CO₂)
 - Metano (CH₄)
 - Oxido Nitroso (N₂O, NO_x)
 - Clorofluorocarbonos (CFCs)
 - Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs)
 - Ozono a nivel del suelo(O₃)

Comparalos

Fig. 20 Comparación de gases de efecto invernadero
Comparación de los principales gases de efecto invernadero

Gases de invernadero	Concentración En 2017	Duración en la atmósfera	Potencial de calentamiento global (más de 100 años)
Vapor de agua (H ₂ O)	Varía con la temperatura	9 Dias	<1
Dióxido de carbono(CO ₂)	407 ppm	Varía de años a cientos de años	1
Metano (CH ₄)	1.85 ppm	12 años	25
Óxido nitroso (N ₂ O)	0.33 ppm	114 años	300
Clorofluorocarbonos (CFCs)	0.0007 ppm	55 to over 500 años	1,600 to 13,000

Escribe tu respuesta: Compare los gases de efecto invernadero en la tabla anterior por concentración, potencial de calentamiento global y cuánto tiempo duran en la atmósfera: (a) El vapor de agua es el gas de efecto invernadero más abundante. ¿Qué gas de efecto invernadero tiene la segunda concentración más alta en nuestra atmósfera? (b) ¿Cuál tiene el mayor potencial para calentar la atmósfera? (c) ¿Cuál tiene la duración más corta en la atmósfera? (d) ¿Estamos más preocupados por las emisiones de CO₂ que por los CFC debido a su concentración en la atmósfera o su potencial de calentamiento global?

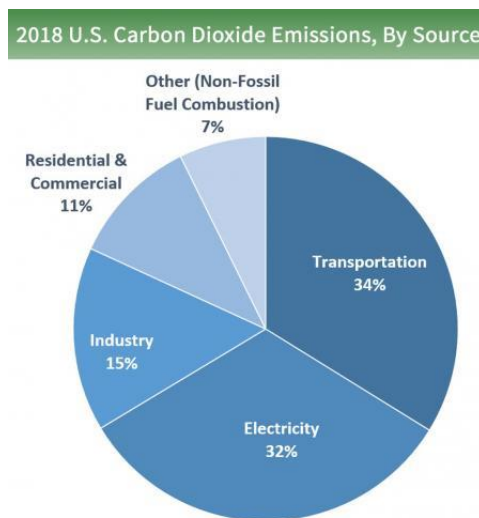
- El vapor de agua es el gas de efecto invernadero más común. Pero la cantidad en la atmósfera está controlada por la naturaleza a través del ciclo del agua. Entonces, con el tiempo, no hay un gran aumento o disminución. Y no está provocando un cambio climático global significativo. El vapor de agua llega a la atmósfera por evaporación y transpiración.
- El ozono en la estratosfera nos protege de los rayos ultravioleta. Pero en la atmósfera inferior es un gas de efecto invernadero y daña las plantas y los sistemas respiratorios de las personas.
- El metano se produce por descomposición en lugares sin mucho oxígeno como humedales, digestión animal (termitas, vacas), extracción de carbón, quema de combustibles fósiles, incluidos petróleo y gas, vertederos y algunas prácticas agrícolas (arrozales, fertilizantes sintéticos, estiércol, fijación de nitrógeno cultivos como la soja, lagunas de estiércol que no están aireadas).
- Las fuentes de NO_x incluyen la desnitrificación en suelos húmedos y fondos de humedales, lagos y océanos; quema de petróleo y gas; y fertilizantes..
- Los CFC no se encuentran en la naturaleza. Están hechos por el hombre. Destruyen el ozono estratosférico y provocan un "agujero" en la capa de ozono. Así que han sido prohibidos y la capa de ozono ha dejado de adelgazarse. Pero su reemplazo, los HCFC, tienen un alto potencial de calentamiento global.
- El CO₂ es más abundante que cualquier otro gas de efecto invernadero excepto el vapor de agua. Los científicos están más preocupados por el CO₂ porque tiene el mayor impacto en el calentamiento global de todos los gases de efecto invernadero.

Escribe tu respuesta: ¿Cuáles son algunas fuentes de CO₂ en la atmósfera?

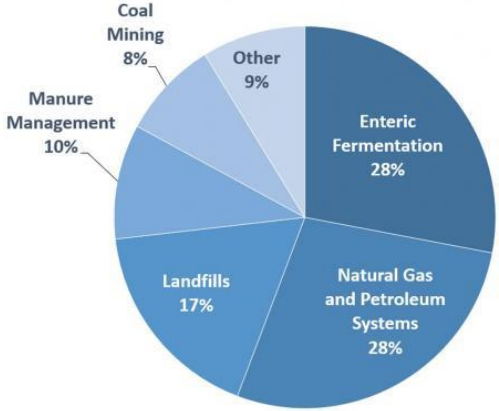
- Fuente de CO₂:
 - Quema de combustibles fosiles
 - ¿Qué son los fósiles? (a: carbón, petróleo, gas natural)
 - La quema de carbón produce la mayor cantidad de CO₂.
 - La quema de petróleo produce el 85% de CO₂ que el carbón.

- La quema de gas natural produce un 56% de CO₂ que el carbón.
 - Los fósiles se queman para producir electricidad, transporte (automóviles, aviones, etc.), industria y usos residenciales y comerciales.
 - Deforestación y quema de vegetación
 - Cuando los árboles y otras plantas se cortan y se queman o se dejan descomponer, emiten CO₂. Tampoco pueden eliminar el CO₂ de la atmósfera mediante la fotosíntesis.
 - Estiércol
 - El estiércol del ganado que se descompone en condiciones de alto contenido de oxígeno produce CO₂.

Fig.21 Fuentes de gases de efecto invernadero en Estados Unidos



2018 U.S. Methane Emissions, By Source



2018 U.S. Nitrous Oxide Emissions, By Source

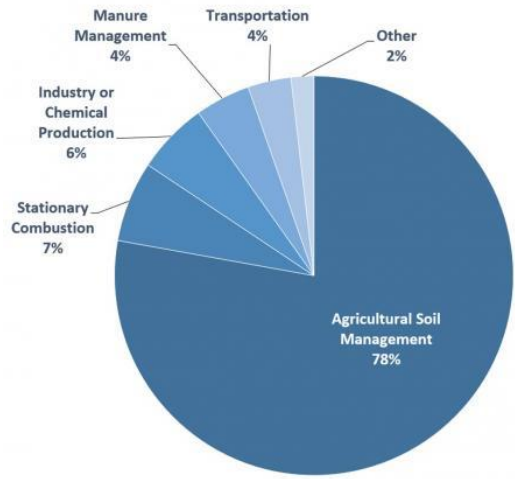
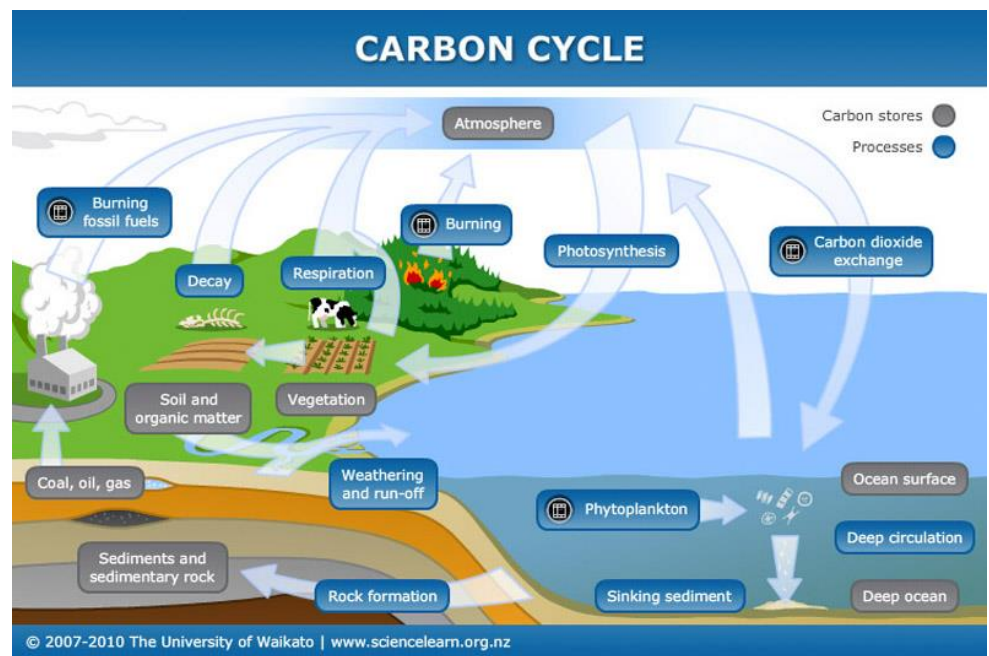


Fig. 22 Diagrama del ciclo del carbono



Haga clic aquí para obtener una versión interactiva de este diagrama:

https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/3-carbon-cycle

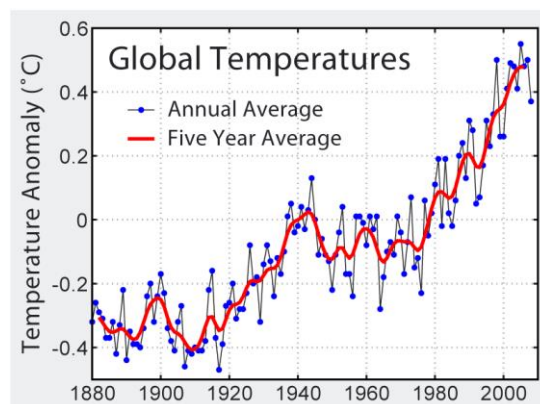
- Las emisiones de carbono son los lugares donde se libera carbono a la atmósfera. Los sumideros de carbono son donde el dióxido de carbono se absorbe de la atmósfera y se almacena.
 - (a) ¿Dónde están los sumideros de carbono en el diagrama anterior?
 - (b) ¿Dónde se descargan las emisiones de carbono a la atmósfera?

EVIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Aunque la temperatura media anual varía de un año a otro, las temperaturas globales han aumentado lentamente desde 1880.

Fig. 23 Anomalia de la temperature Global

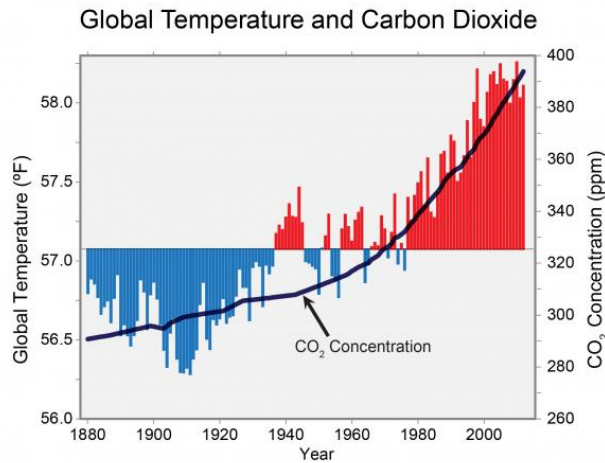
Fig. 23 Anomalías de la temperatura global (diferencias con la temperatura promedio anual o de 5 años)



“El registro de temperaturas medias globales compilado por el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA. El "cero" en este gráfico corresponde a la temperatura media de 1961 a 1990, según lo indicado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ”.

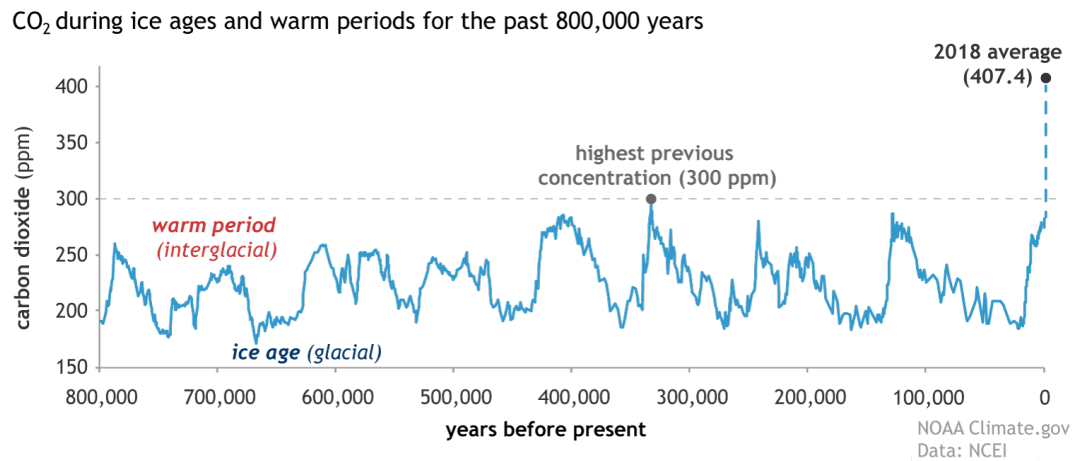
El aumento de la cantidad de CO₂ en la atmósfera a lo largo del tiempo se correlaciona con el aumento de la temperatura global a lo largo del tiempo.

Fig. 24 Temperatura global y concentración de CO₂



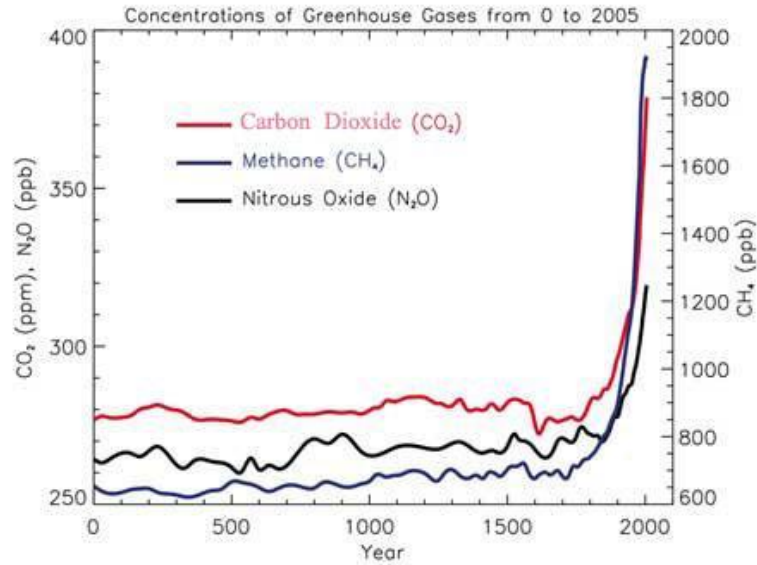
Las concentraciones de CO₂ determinadas por mediciones indirectas como las burbujas de aire atrapadas en antiguos núcleos de hielo que datan de hace más de 400,000 años muestran que los niveles de CO₂ nunca fueron superiores a 300 ppm hasta 1950 y ahora han aumentado a más de 400 ppm.

Fig. 25 Concentraciones de CO₂ en los últimos 800.000 años



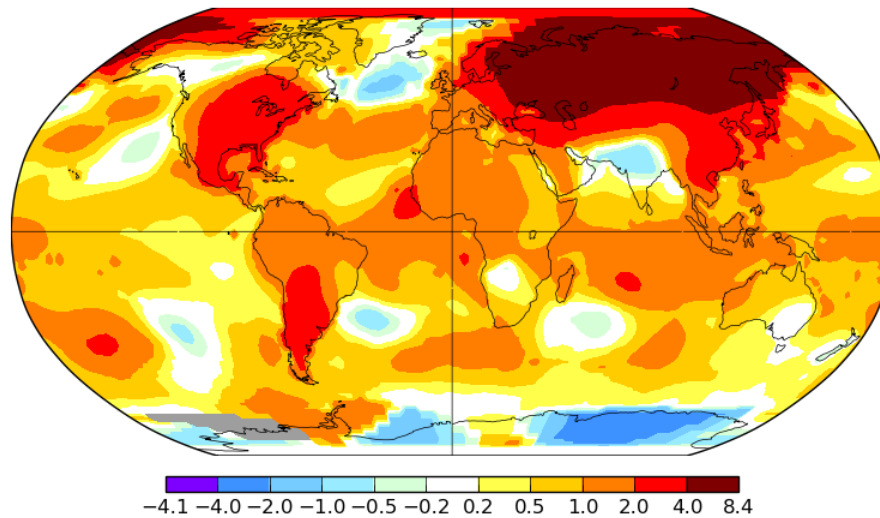
- Las concentraciones de metano, dióxido de carbono y óxido nítrico variaron un poco durante los últimos 2,000 años, pero han aumentado drásticamente en los últimos años.

Fig. 26 Gráfico de concentraciones históricas de metano, CO₂ y óxido nítrico



Más regiones del mundo se están calentando de las que se están enfriando o permanecen igual.

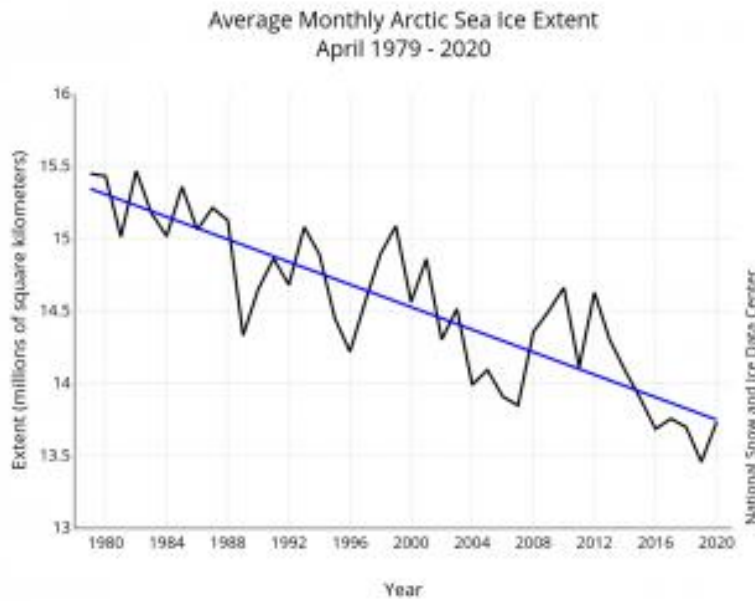
Fig. 27 Mapa de cambios en la temperatura media en diferentes regiones del mundo
 March 2020 L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980 1.18



Las temperaturas de la superficie en el mapa muestran diferencias entre la temperatura promedio de 1951-1980 y la temperatura en marzo de 2020. Las anomalías de temperatura (diferencias) superiores a cero indican calentamiento. Los menores de cero indican enfriamiento.

La capa de hielo cerca del Polo Norte se ha estado derritiendo durante las últimas 3 décadas.

Fig. 28 Gráfico de la capa de hielo decreciente cerca del Polo Norte

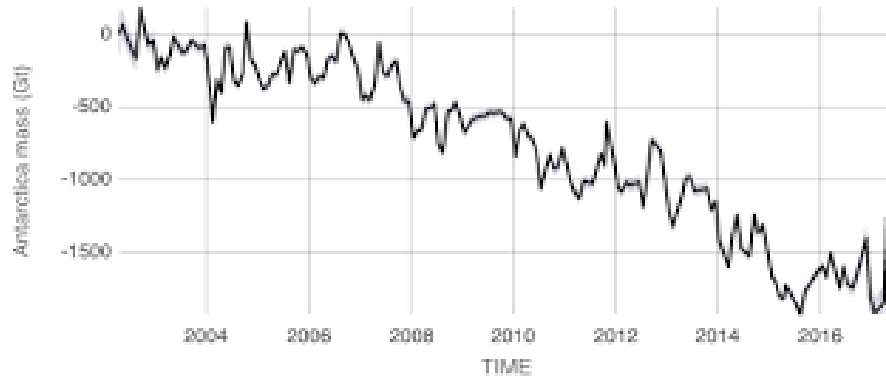


El hielo en la Antártida y Groenlandia se ha estado derritiendo desde 2002.

Fig. 29 Gráfico de la masa de hielo decreciente en Groenlandia



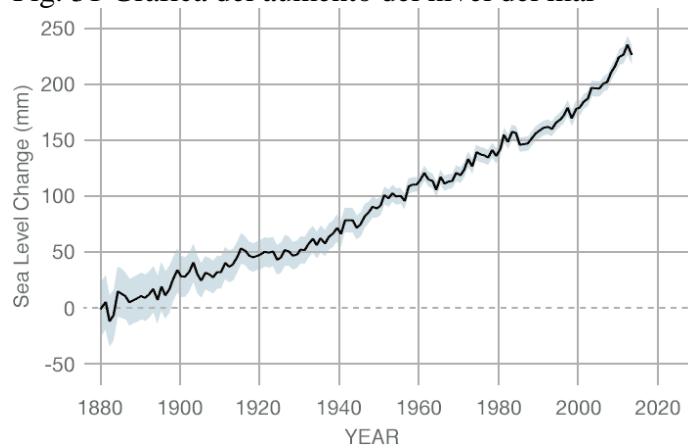
Fig. 30 Gráfico de la masa de hielo decreciente en la Antártida



Source: climate.nasa.gov

El nivel del mar ha aumentado 220 mm (9 pulgadas) desde 1880.

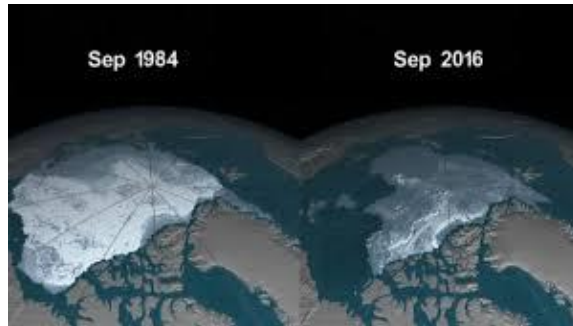
Fig. 31 Gráfica del aumento del nivel del mar



Más evidencia del cambio climático:

- Las concentraciones de CO₂ han ido aumentando durante las últimas 7 décadas.
- Las temperaturas globales han aumentado desde que se inició el mantenimiento de registros en 1880.
- 17 de los 18 años más cálidos desde 1880 (y antes de 2018) ocurrieron entre 2000 y 2017.
- Casi el 45% de la capa de hielo del norte se ha derretido.

Fig. 32 Alcance del derretimiento de la capa de hielo del Ártico desde 1984 hasta 2016



- Las concentraciones de 3 gases de efecto invernadero: CO₂, metano y óxido nitroso aumentaron drásticamente desde 1800 hasta el presente.
 - Esto coincide con el inicio de la revolución industrial cuando la gente comenzó a quemar gran cantidad de combustibles fósiles.
- Ya estamos viendo muchos de los impactos que los científicos del clima habían predicho.

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Escriba su respuesta: enumere todos los impactos del cambio climático que pueda imaginar.

Ejemplos de algunos impactos:

- Temperaturas más cálidas
- Derretimiento de glaciares, casquetes polares y permafrost.
- Aumento del nivel del mar
- Aumento de las olas de calor
- Menos fríos y menos intensos
- Cambios en los patrones de precipitación y más precipitaciones e inundaciones
- Corrientes oceánicas cambiantes
- Aumento de las sequías
- Aumento de plagas de insectos y enfermedades transmitidas por vectores.

Escriba su respuesta: ¿Cuáles de estos impactos ya hemos visto?

Más información sobre impactoss:

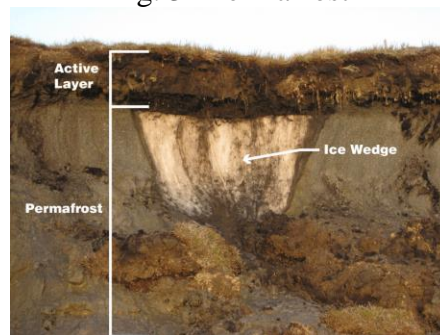
- Derretimiento de glaciares, casquetes polares y permafrost
 - El agua de deshielo glacial es una fuente de agua para algunas comunidades. Si los glaciares se derriten más rápido en verano de lo que se reponen en invierno, es posible que no sean una fuente confiable de agua.

Fig. 33 Agua de deshielo glacial



- El derretimiento de los casquetes polares ha provocado un aumento del nivel del mar.
- El derretimiento de la capa de hielo del Ártico podría abrir nuevas rutas de navegación, pero también facilitaría la extracción de una gran cantidad de petróleo y gas natural. La quema de esos combustibles fósiles podría contribuir a un mayor calentamiento global.
- El permafrost es un suelo permanentemente congelado. Si se derrite, el suelo puede volverse inestable y hundirse o deslizarse causando daños a viviendas, edificios y tuberías.

Fig. 34 Permafrost



- Además, a medida que el permafrost se derrite, grandes cantidades de materia orgánica en el suelo comienzan a descomponerse, liberando metano a la atmósfera y contribuyendo al calentamiento global.

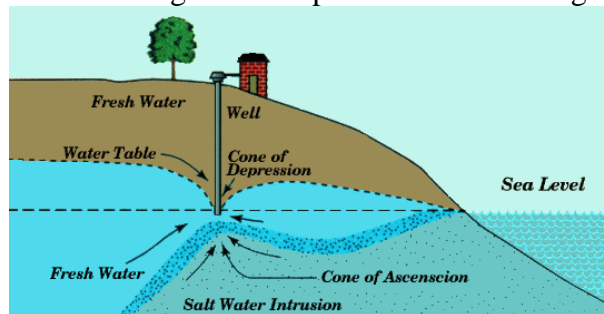
Aumento del nivel del mar

Fig. 35 Muchas ciudades a lo largo de las costas están al nivel del mar o cerca de ellas.



- El aumento del nivel del mar podría inundar las ciudades costeras y las naciones insulares bajas, especialmente durante las tormentas.
- Es posible que las personas tengan que evacuar o mudarse. La mayoría de las ciudades del mundo se encuentran a lo largo de las costas. En este momento, 100 millones de personas viven a menos de 3 pies del nivel del mar. Podría haber migraciones masivas.
- El aumento del nivel del mar podría incrementar la intrusión de agua salada en los acuíferos.

Fig. 36 La intrusión de agua salada podría inutilizar el agua de pozo



- También podría aumentar la erosión del suelo.

Impactos en los seres vivos

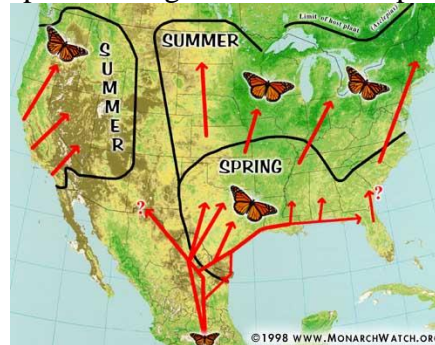
- Las temperaturas más cálidas pueden hacer que las plantas florezcan antes y luego se dañen con heladas posteriores.
- Las temporadas de crecimiento de las plantas se han alargado entre 4 y 16 días en los últimos 40 años en el hemisferio norte.
- Puede haber desajustes entre el momento en que las plantas florecen y el momento en que los polinizadores están disponibles.

Fig. 37 Un colibrí y una mariposa monarca polinizando algodoncillo



- Puede haber desajustes entre el momento en que las aves llegan al norte y el momento en que los insectos salen a comer.
- Algunas plantas y animales han cambiado los rangos que ocupan hacia ambos polos.
 - En el pasado, los organismos han migrado en respuesta a los cambios climáticos o han desarrollado adaptaciones.
 - Pero si el cambio climático es demasiado rápido para que desarrollen adaptaciones o si la migración se ve bloqueada por el desarrollo y la fragmentación del hábitat, las especies pueden extinguirse.
- Ya existen interrupciones en la migración a México de las mariposas monarca y el murciélago de cola libre mexicano.

Fig. 38 Mapa de la migración de la mariposa monarca



- Blanqueamiento de corales

Fig. 39 Blanqueamiento pre y post coral



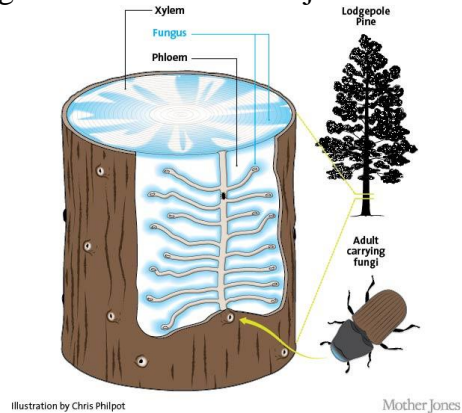
“Una imagen de antes y después del blanqueamiento en Samoa Americana. La primera imagen fue tomada en diciembre de 2014. La segunda imagen fue tomada en febrero de 2015 ”.

- Si la temperatura del océano es 1 °C más cálida de lo habitual en verano, los corales pueden sufrir un "blanqueamiento". Expulsa las

algas que viven en ellos y les proporciona energía. El coral se vuelve blanco y si el blanqueamiento dura lo suficiente, mueren.

- Millones de árboles de Mountain West han muerto a causa de los escarabajos de la corteza de los pinos, abetos y piñones durante las últimas 3 décadas. Los escarabajos suelen morir a temperaturas bajo cero. Los inviernos más cálidos y las precipitaciones récord bajas pueden hacer que los árboles sean más susceptibles a la infestación. En Colorado, las temperaturas invernales más cálidas provocaron que los escarabajos del abeto emergieran y volaran por más tiempo.

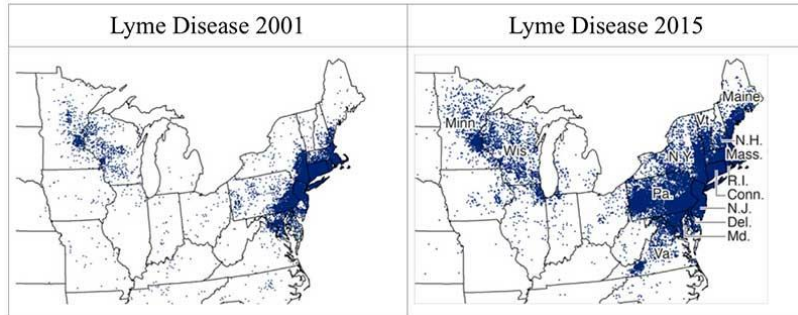
Fig. 40 Daño del escarabajo de la corteza



Aumento de plagas de insectos y enfermedades transmitidas por vectores

- Las temperaturas más elevadas pueden hacer que insectos como los mosquitos y otros organismos causantes de enfermedades migren (hacia el norte en el hemisferio norte).
- Las enfermedades infecciosas y las enfermedades causadas por bacterias y hongos pueden extenderse a un rango más amplio.
- Las temperaturas frías del invierno matan a los mosquitos. Las temperaturas más cálidas permitirán que poblaciones más grandes sobrevivan durante el invierno. Ya hace suficiente calor en el sur para las especies de mosquitos que pueden transmitir el dengue, el chikungunya y el zika. Se espera que el Nilo Occidental aumente.
- Las garrapatas de los venados están aumentando. Pueden ser portadores de la enfermedad de Lyme y la anaplasmosis.

Fig. 41 La propagación de la enfermedad de Lyme entre 2001 y 2015



Afecto negativo sobre la salud

- El calentamiento global puede causar estrés por calor y afectar la salud de los seres humanos, el ganado y otros animales y plantas.

Aumento de las olas de calor

- Se espera que las olas de calor sean más frecuentes.
 - Por tanto, la gente utilizará más energía para el aire acondicionado, lo que generará más emisiones de gases de efecto invernadero.
 - Las personas sin aire acondicionado durante una ola de calor tienen más probabilidades de morir, especialmente si son personas mayores o muy jóvenes.
 - Las olas de calor pueden contribuir a sequías y daños a los cultivos y aumentar la necesidad de riego.

Fig. 42 Sequia



- Esto podría hacer que el costo de producción de alimentos aumente y afecte a los agricultores y consumidores.

Menos episodios de frío y menos intensos

- Se espera que el calentamiento global disminuya la cantidad de días muy fríos y la cantidad de días bajo cero.
- Esto tendría algunos beneficios, pero sin las temperaturas bajo cero, algunas plagas de insectos, como Balsam Woolly Adelgid, pueden expandir su rango.

Fig. 43 Balsam Woolly Adelgid



Cambios en los patrones de precipitación que provocan más inundaciones y sequías

- El aumento de las precipitaciones podría resultar en inundaciones, deslizamientos de tierra y / o erosión del suelo.

Fig. 44 Inundaciones por el huracán Florence en Carolina del Norte



- Una menor precipitación podría causar sequías, escasez de agua dulce y dificultad para cultivar.

Aumento de la intensidad de la tormenta

- Se espera que el cambio climático provoque huracanes más intensos y frecuentes.
- Se espera que los huracanes se extiendan más al norte a lo largo de la costa atlántica.
- Los huracanes obtienen su energía de las cálidas aguas del océano.

Fig. 45 Huracán cerca de Florida y Cuba

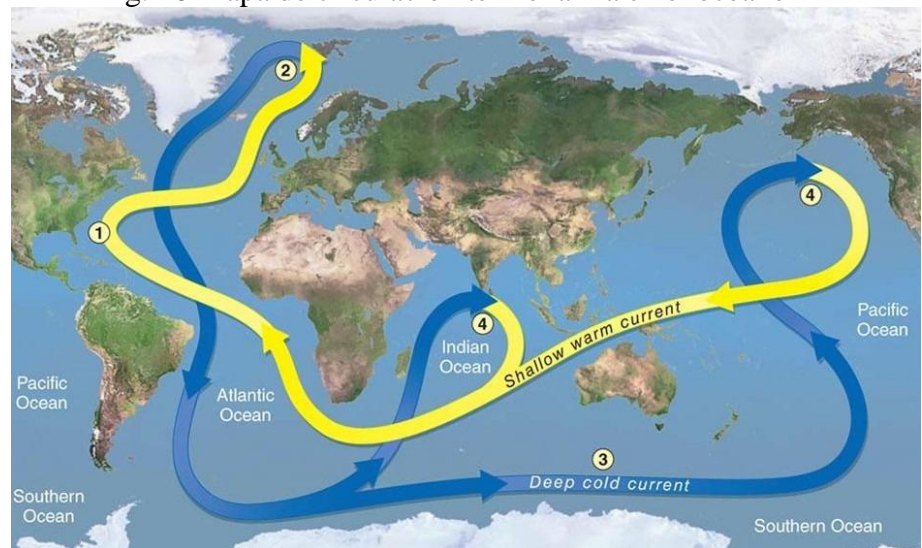


- Muchas ciudades están construidas a lo largo de las costas y estarían en riesgo.

Corrientes oceánicas cambiantes

- El cambio climático podría hacer que las corrientes oceánicas se desplacen o se detengan y eso podría alterar la forma en que las corrientes oceánicas distribuyen el calor alrededor del planeta y tener efectos importantes en el clima de los continentes cercanos.
- The Great Ocean Conveyor (circulación termohalina)

Fig. 46 Mapa de circulación termohalina en el océano



- Explicación en video del Great Ocean Conveyor
- Esta corriente de densidad implica la circulación de agua en las profundidades del océano. El agua más caliente se mueve desde el Golfo de México pasando por Europa hacia Groenlandia, donde se vuelve más fría y salada (a medida que parte del agua se congela o se evapora). El agua más densa, fría y salada se hunde hasta el fondo del océano. Se mezcla con aguas profundas del océano, circula y resurge cerca del ecuador y finalmente regresa al Golfo de México después de atravesar los océanos Atlántico, Índico y Pacífico.
- Esta corriente calienta el clima de Europa occidental.
- Pero el calentamiento global que provoca un mayor derretimiento del hielo de Groenlandia y la capa de hielo del polo norte podría diluir el agua salada del océano lo suficiente como para evitar que se hunda cerca de Groenlandia y detenga la circulación termohalina.
- Esto provocaría temperaturas significativamente más frías en Europa.
 - En este momento, la temperatura invernal de Inglaterra es 36 ° F (20 ° C) más cálida que la de Terranova, Canadá, que se encuentra en una latitud similar.

Impacto económico

▪ Pérdidas de cultivos

- El cambio climático podría disminuir el rendimiento de algunos cultivos en California hasta en un 40% para 2050, y California proporciona aproximadamente 2/3 de los productos del país.
- Los cultivos que probablemente se verán afectados por el aumento de las temperaturas y una capa de nieve que se encoge incluyen: nueces, duraznos, albaricoques, almendras, aguacates, cerezas, uvas, maíz, tomates, arroz, fresas, arándanos, etc.
- Algunas plantas necesitan un cierto número de horas de frío o "dormir" cada año.
 - Los duraznos necesitan temperaturas frías para que sus plantas produzcan frutos. El invierno de 2016-2017 fue demasiado cálido para los melocotones de Georgia y el 80% de la cosecha falló.
- Las plantas se verán afectadas por sequías, olas de calor, plagas y enfermedades.
- Los polinizadores pueden no ser capaces de polinizar las plantas.

Fig. 47 Abejas polinizando una flor



- Si no hace suficiente frío, las abejas salen volando de sus colmenas y las reinas pueden comenzar a poner huevos. Gastan energía y comen más miel almacenada para el invierno. Pueden morir de hambre si su calendario no coincide con el de las flores que necesitan para obtener néctar.
- Podrían surgir problemas de seguridad alimentaria.

Los edificios, las casas y la infraestructura pueden resultar dañados o destruidos por el aumento del nivel del mar, las inundaciones, las tormentas severas y el aumento de los incendios provocados por el cambio climático. Estos también podrían resultar en pérdidas de propiedad.

Fig. 48 Incendio masivo en California



- Es posible que las empresas, las escuelas y las oficinas gubernamentales no puedan operar como resultado de tormentas severas, inundaciones, incendios o pandemias de enfermedades.
- El turismo puede verse afectado en los complejos de esquí con menos nieve y en áreas más cálidas con arrecifes de coral dañados o blanqueados.

QUÉ HACER CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

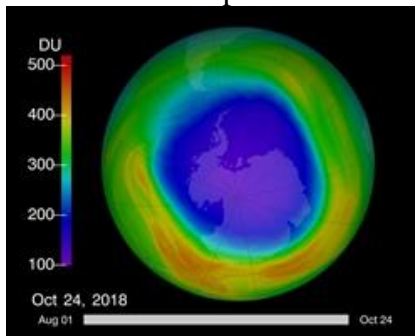
¿Deberíamos rendirnos, decir que estamos condenados y no hacer nada?

¿Hemos resuelto alguna vez problemas ambientales muy grandes que amenazaban nuestra salud, bienestar y existencia antes?

Ejemplos de grandes problemas ambientales que enfrentamos en el pasado y lo que hicimos acerca de ellos:

- CFC y el "agujero en el ozono"

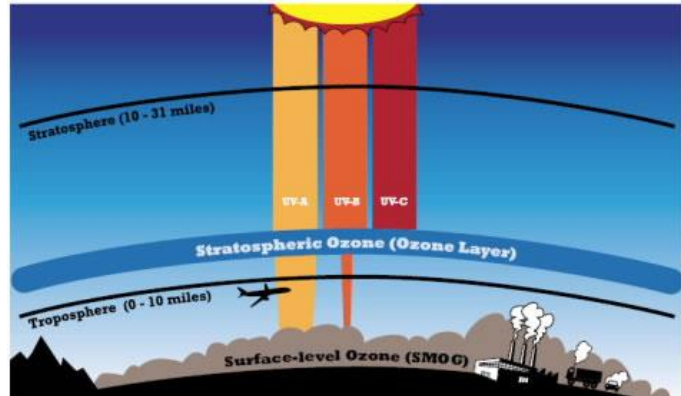
Fig.49 Adelgazamiento de la capa de ozono sobre la Antártida



“La vista del ozono total sobre el polo antártico desde el 24 de octubre de 2018. Los colores violeta y azul son donde hay menos ozono, y los amarillos y rojos son donde hay más ozono. Crédito: NASA Ozone Watch ”

- Aunque el ozono troposférico o a nivel del suelo puede dañar las plantas y causar problemas respiratorios en las personas, el ozono más arriba en la estratosfera es beneficioso para los seres vivos. El ozono estratosférico nos protege de los rayos ultravioleta que provocan cáncer de piel y cataratas en los seres humanos y dañan las plantas. Entonces, sin la capa de ozono, la vida tal como la conocemos no sería posible en la Tierra.

Fig. 50 Ozono dentro de la estratosfera



- A mediados de la década de 1980, los científicos notaron que el ozono estratosférico en la Antártida había disminuido cada año desde la década de 1970. Hubo más agotamiento de la capa de ozono en los polos, pero estaba ocurriendo en todo el mundo. El área de ozono estratosférico muy delgado sobre la Antártida se conoció como el "agujero de ozono".
- Científicos de todo el mundo trabajaron juntos para comprender las causas y encontrar una solución. Descubrieron que el agotamiento de la capa de ozono fue causado por sustancias químicas artificiales que no se encuentran en la naturaleza llamadas clorofluorocarbonos (CFC). Los CFC se utilizaban como refrigerantes en acondicionadores de aire y refrigeradores, propulsores en latas de aerosol y productos como la espuma de poliestireno.

Fig. 51 Los CFC solían usarse como propulsores en latas de aerosol



- Para resolver el problema, representantes de 24 países se reunieron en 1987 para firmar el Protocolo de Montreal para limitar las ventas y el uso de CFC. Posteriormente, más de 180

países firmaron una serie de enmiendas cada vez más estrictas que eliminaron la producción y el uso de CFC en el mundo desarrollado en 1996. Uno de los tipos de sustancias químicas que sustituyeron a los CFC fueron los HCFC: los hidroclorofluorocarbonos, que son potentes gases de efecto invernadero. En 2016, se adoptó una enmienda para limitar la producción y el consumo de HCFC. Desde el Protocolo de Montreal, los niveles de ozono estratosférico han fluctuado y algunos científicos creen que la tendencia general está mejorando. Es posible que necesitemos más datos antes de estar seguros. Informes anteriores predijeron que la capa de ozono se recuperaría para el 2030. Informes más recientes dicen que la capa de ozono podría recuperarse hacia el 2070. Pero aquí hay un caso en el que personas de todo el mundo trabajaron juntas para dejar de poner en la atmósfera sustancias químicas que destruyen el ozono. Y dado que los CFC son gases de efecto invernadero, eso también ralentizó la velocidad a la que estamos provocando el calentamiento global.

Fig. 52 Insignia del Protocolo de Montreal



Contaminación de las décadas de 1960 y 1970 y las leyes ambientales que resultaron

- La contaminación del aire, el agua y el suelo y el vertido de desechos tóxicos se agravaron bastante en los EE. UU. En las décadas de 1960 y 1970.
 - En enero de 1969, una plataforma petrolera en alta mar cerca de Santa Bárbara, California, explotó y goteó 3 millones de galones de petróleo durante 11 días. Siguió goteando durante todo el año. El aceite cubrió aves marinas, mamíferos marinos, peces y 35 millas de la costa.

Fig. 53 Derrame de petróleo de Santa Bárbara



<https://www.latimes.com/local/lanow/la-me-ln-santa-barbara-oil-spill-1969-20150520-htmlstory.html>

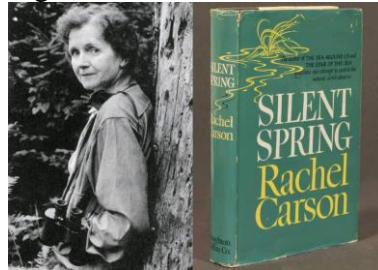
- El río Cuyahoga se incendió el 22 de Junio de 1969 cerca de Republic Steel Mill en Cleveland, Ohio. Esto fue el resultado de la contaminación del agua industrial. El río se incendió 13 veces.

Fig. 54 El río Cuyahoga en llamas



- Rachel Carson publicó el libro Silent Spring en 1962. Hablaba del impacto dañino del pesticida DDT en los huevos de aves.

Fig. 55 Rachel Carson escribió Silent Spring



- El smog demasiado malo fue un gran problema en ciudades como Nueva York y Los Ángeles. El smog se

forma cuando los compuestos emitidos por los vehículos, las centrales eléctricas y la industria reaccionan en presencia de la luz solar para crear ozono a nivel del suelo.

- En la década de 1960, los Estados Unidos; No tenía estándares estrictos de calidad del aire.
- En noviembre de 1953 y noviembre de 1966, una inversión de calor en la ciudad de Nueva York atrapó sustancias químicas y partículas en el aire que crearon una niebla tóxica mortal que mató a unas 200 personas cada vez.

Fig. 56 Smog en La Ciudad de Nueva York



- In 1962, el smog en London mato alrededor de 750 personas.
- Un río en Washington, DC estaba tan contaminado que mi hermano y yo lo llamábamos el "río de la leche con chocolate" cuando éramos pequeños porque así era.

Fig. 57 Agua contaminada en el río Potomac en 1973



- Qué hizo la gente para ayudar a resolver estos problemas
 - En 1963, el Congreso aprobó la Ley de Aire Limpio y reservó \$ 95 millones para estudiar y limpiar.
 - La Ley de Política Ambiental Nacional (NEPA) fue aprobada en 1969 para brindarle al Presidente y asesorar sobre asuntos ambientales y revisar las Declaraciones de Impacto Ambiental. Requiere que las agencias federales evalúen los impactos ambientales de sus acciones propuestas antes de tomar decisiones.
 - El presidente Nixon fundó la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en 1970. La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) también se inició en 1970.

Fig. 58 Nixon firma la Ley de Aire Limpio frente al director de la EPA



"Nixon firma la Ley de Aire Limpio de 1970 mientras William Ruckelshaus (izquierda), director de la Agencia de Protección Ambiental recién formada, y Russell Train (derecha), presidente del Consejo de Calidad Ambiental, observan".

- El primer Día de la Tierra a nivel nacional se celebró el 22 de Abril de 1970.
- La Ley de Agua Limpia se aprobó en 1972.
 - El alcalde de Cleveland, Carl Stokes (primer alcalde negro de una ciudad importante) y su hermano, el representante estadounidense Louis Stokes, ayudaron a que se aprobara.

Fig. 59 Alcalde Carl Stokes



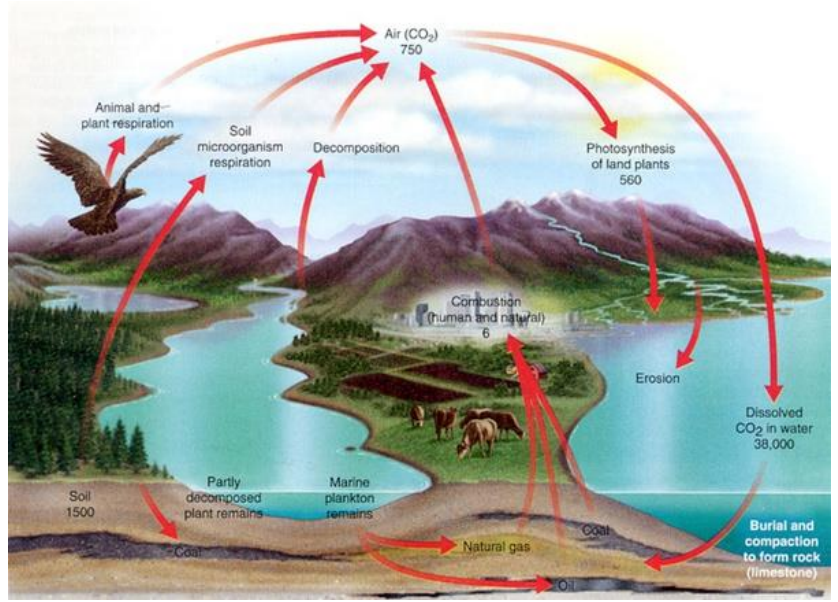
- The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) was passed in 1976 to regulate hazardous waste and garbage.
- The Soil and Water Conservation Act passed in 1977.
- The Surface Mining Control and Reclamation Act passed in 1977. And many other laws and regulations went into effect in the late 1960s and 1970s in reaction to the pollution and environmental problems of that time period.
- La Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) se aprobó en 1976 para regular los desechos peligrosos y la basura.
- La Ley de Conservación del Agua y el Suelo se aprobó en 1977.
- La Ley de Recuperación y Control de Minería a Superficie aprobada en 1977. Y muchas otras leyes y regulaciones entraron en vigor a fines de los años sesenta (1960s) y setenta (1970s) como reacción a la contaminación y los problemas ambientales de ese período.

Escriba su respuesta: ¿Cuáles son algunas de las cosas que podemos hacer sobre el cambio climático?

Un poco de información básica:

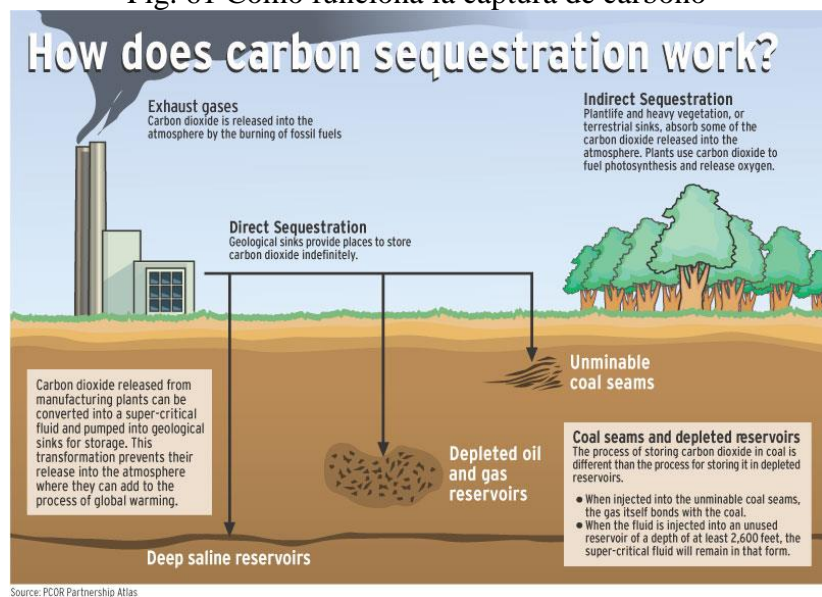
- Esfuerzos individuales versus esfuerzos de todo el Sistema
 - Los esfuerzos individuales, como las cosas que puede hacer en casa, no tendrán un impacto tan grande como los esfuerzos de todo el sistema, como lograr que los funcionarios electos establezcan políticas que impacten el cambio climático. Pero eso no significa que no deba hacer esfuerzos individuales.
- Los sumideros de carbono son depósitos o lugares que absorben el carbono de la atmósfera y lo almacenan. Entonces, reducen la concentración de CO₂ en la atmósfera.
 - Sumideros de carbono naturales: el océano, los bosques, el suelo

Fig. 60 El ciclo del carbono



- Captura de carbono (secuestro de carbono)

Fig. 61 Cómo funciona la captura de carbono



- El CO₂ puede extraerse de la atmósfera y almacenarse en lugares como suelo agrícola, pozos petroleros abandonados o las profundidades del océano.
 - Hay más carbono en el suelo que en la atmósfera: 2.500 billones de toneladas de carbono en el suelo; 800 mil millones de toneladas en la atmósfera.
 - Se están investigando tecnologías que podrían capturar CO₂ del aire, de las centrales eléctricas de carbón y de otras fuentes, de manera eficiente

- Potencial nueva tecnología
 - Almacenamiento de carbono en el océano
 - Existe interés en almacenar más carbono en el océano mediante la adición de nutrientes a gran escala. Sin embargo, existe preocupación por las posibles consecuencias para los ciclos globales de nutrientes y los ecosistemas marinos.
- Mire la siguiente lista de cosas que las personas pueden hacer y establezca una meta a corto y otra a largo plazo para sus propias acciones.

¿Cuáles son algunas de las cosas que podemos hacer sobre el cambio climático?

- Disminuir el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural).
 - Cambiar de carbón y petróleo a fuentes de energía que emitan menos o nada de CO₂.
 - Cambie a energías renovables como energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, energía de las olas y las mareas

Fig. 62 Paneles solares y turbinas eólicas



- Cambiar a la energía nuclear (que tiene sus propios peligros).
- Cambiar a gas natural (que aún emite CO₂, pero menos).

Utilice la energía de biomasa como un puente (durante la transición) hacia la energía eólica, solar y hidráulica.

- Ejemplos de biomasa para energía: cultivos leñosos de biocombustibles como Miscanthus, pasto varilla y Arundo donax (que crecen en el este de Carolina del Norte); desperdicio de madera, desperdicio de subproductos agrícolas como tallos, cáscaras, hojas y mazorcas desechados.

Fig. 63 El cultivo de biocombustibles, Miscanthus



Aumente la eficiencia de combustible de los vehículos.

Fig. 64 Coches de bajo consumo



Conduce menos.

- Usar transporte masivo (autobuses, ferrocarriles, subterráneos, sistemas de trenes ligeros).
- Carpool.
- Combinar viajes.
- Caminar o andar en bicicleta.

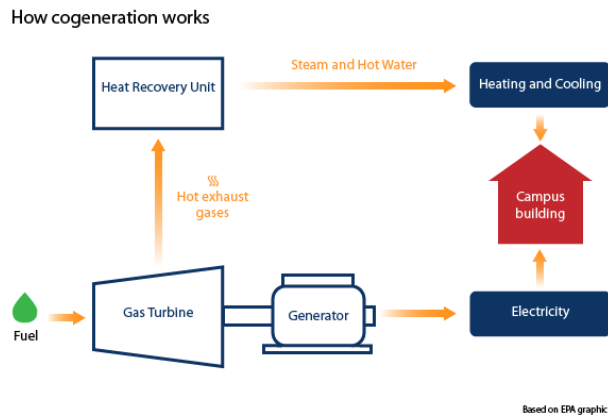
Fig. 65 Ciclista



Cogeneración

- Captura el exceso de calor generado mientras se produce la electricidad y utiliza la energía térmica en o cerca del sitio para calefacción y otros fines.

Fig. 66 Cogeneracion



Digestores de metano

Fig. 67 Digestor de metano cerca de los establos de cerdos en Norte Carolina

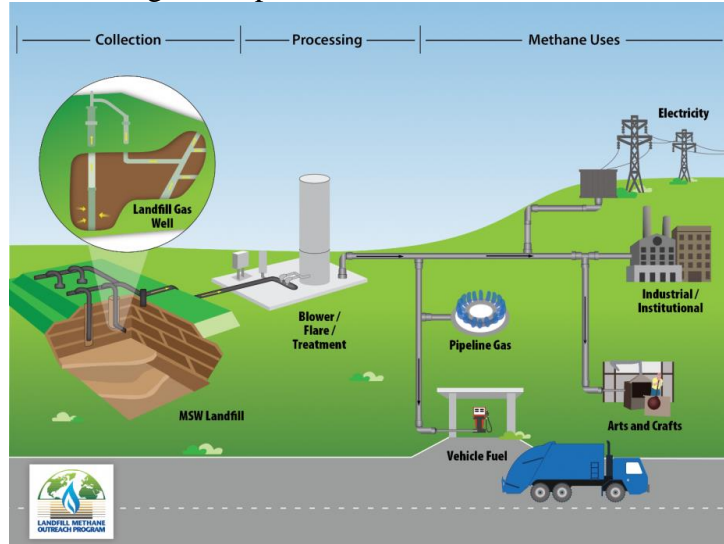


- Usan desechos de cultivos, animales o alimentos.
- Hacen que los desechos se descompongan con la ayuda de microbios en un tanque sellado (digestor anaeróbico).
- Producen metano (biogás) y sólidos que pueden usarse como fertilizantes ricos en nutrientes.
- El metano (biogás) que se produce se puede utilizar para calefacción, generación de electricidad y, si se limpia, se puede utilizar en vehículos que queman gas natural.

Metano de relleno sanitario

- Los vertederos son una de las principales fuentes de emisiones de metano. Y el metano tiene 34 veces los efectos de invernadero del CO₂.
- Ese metano se puede atrapar y usar en lugar de carbón, petróleo o gas natural para generar electricidad o calor.

Fig. 68 Captura de metano de un vertedero



Replantación forestal

- Replantación forestal

Protección forestal

- Utilizar prácticas de manejo forestal sostenible.
- Preservar o restaurar los bosques tropicales.

Fig. 69 Despeje de una selva amazónica



- “Las selvas tropicales se están talando a un ritmo que las eliminará en 40 años”. (Hawken, 2017, pág.111)
- Secuestran carbono. Pueden secuestrar 1.4 toneladas de CO₂ / acre anualmente.
- En las últimas décadas, ha habido una amplia tala, fragmentación, degradación y agotamiento de la flora y la fauna.
- Solían cubrir el 12% de la masa terrestre del mundo. Ahora cubren el 5%.
- La pérdida de bosques tropicales representa del 16 al 19% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la actividad humana.

- En áreas de selva tropical, se podría promover el ecoturismo en lugar de la tala.

Cultivar bambú

Fig. 70 Bambú

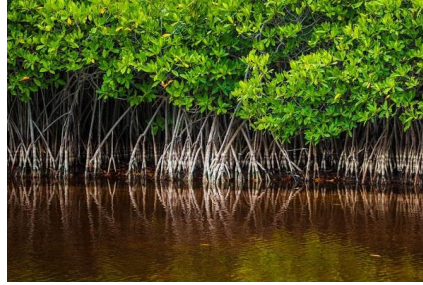


- Secuestra rápidamente carbono en biomasa y suelo. Elimina el carbono del aire más rápido que cualquier otra planta. Algunas especies pueden secuestrar de 75 a 300 toneladas de carbono / acre durante su vida. Crece más de una pulgada por hora en la primavera.
- Puede vivir en tierras degradadas e inhóspitas.
- Puede servir como reemplazo de materiales que producen más emisiones (como algodón, plásticos, acero, aluminio y hormigón).

Protección de humedales costeros

- Los humedales costeros como marismas, manglares y prados proporcionan grandes sumideros de carbono. Pueden almacenar 5 veces más carbono que los bosques tropicales a largo plazo. La mayor parte del carbono se almacena en suelos de humedales profundos. Gran parte de este carbono se escaparía si estos ecosistemas se perdieran.
- Los humedales costeros a menudo se excavan, dragan y drenan para tierras de cultivo para la construcción de viviendas, etc. En las últimas décadas, se ha perdido más de 1/3 de los manglares del mundo.

Fig. 71 Manglares



Estufas limpias

Fig. 72 Preparar una comida con una estufa



- El 40% de la población mundial cocina con leña, carbón vegetal, estiércol de animales, residuos de cultivos y carbón. Esto contribuye al 2-5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero a través de la deforestación, la degradación forestal y la cocina.
- La Alianza Global para Estufas Limpias (GACC), que fue iniciada por la Fundación de las Naciones Unidas, y sus organizaciones asociadas trabajan para hacer que las estufas limpias estén más disponibles.

Reducir el desperdicio de alimentos

- Puede reducirse en todas las etapas: en la finca, durante el transporte, en las instalaciones de almacenamiento, en las instalaciones de producción, durante la distribución, en las tiendas, en los restaurantes y al nivel del consumidor.
- La comida que desperdiciamos aporta 4.4 gigatoneladas de CO₂ equivalente a la atmósfera por año. Eso es aproximadamente el 8% del total de emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas (causadas por el hombre). Mientras tanto, casi 800 millones de personas en todo el mundo pasan hambre.

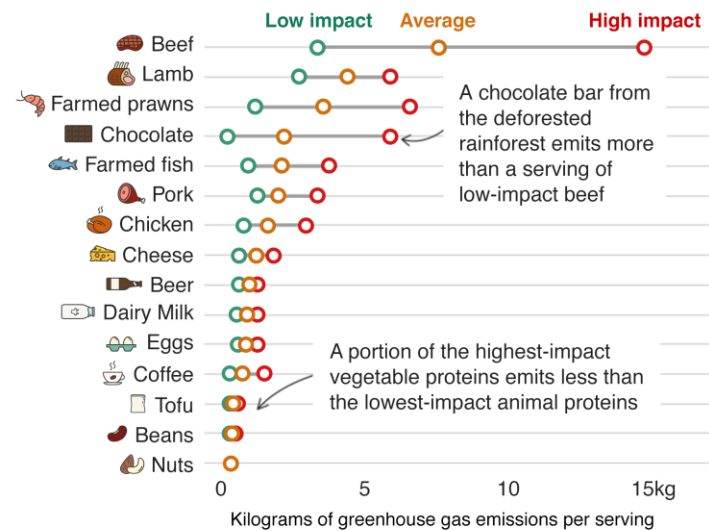
Come menos carne

- Se estima que la cría de ganado representa entre el 15% y el 50% de los gases de efecto invernadero emitidos directa e indirectamente a nivel mundial.
- Las vacas generan metano mientras digieren su comida. Lo liberan a la atmósfera cuando expulsan gas.
- El estiércol y los fertilizantes emiten óxido nitroso.

Fig. 73 Gráfico de emisiones de efecto invernadero de varios alimentos

Beef has the biggest carbon footprint - but the same food can have a range of impacts

Kilograms of greenhouse gas emissions per serving



Source: Poore & Nemecek (2018), Science



Captura de carbono agrícola (secuestro de carbono)

- El carbono se almacena en suelos agrícolas de varias formas. Estos métodos también aumentan la fertilidad del suelo, reducen la erosión y aumentan la resistencia a sequías e inundaciones.

Agricultura sin labranza: planta semillas sin arar primero la tierra.

Fig. 74 Agricultura sin labranza



- Agricultura de conservación

- Utiliza cultivos de cobertura y agricultura sin labranza. Pero también utiliza fertilizantes y pesticidas sintéticos.
 - Agricultura regenerativa
 - Restaura la tierra degradada a través de la agricultura sin labranza, los buzos cubren los cultivos, el uso de fuentes de fertilización en la finca, poco o nada de pesticidas o fertilizantes sintéticos, rotaciones múltiples de cultivos y pastoreo controlado. Mejora la salud del suelo al restaurar su contenido de carbono.

Manejo de nutrientes

Fig. 75 Agricultor aplicando fertilizante



- La gestión eficiente de la aplicación de fertilizantes puede evitar que el exceso de nitrógeno no utilizado se convierta en óxido nitroso. Evitar el uso excesivo de fertilizantes también puede ahorrar dinero a los agricultores.

Agroforestería: los cultivos cultivados se entremezclan con árboles en crecimiento.

Fig. 76 Agroforestería



- También conocido como cultivo intercalado de árboles alimentarios
- Los cultivos más pequeños se entremezclan entre árboles (en hileras, grupos o dispersos al azar)
- Incrementa el contenido de carbono del suelo y la productividad de la tierra. Puede secuestrar carbono a una tasa de 2,8 toneladas de carbono por acre por año.

Aplicar estiércol animal, abono o residuos de cultivos a los campos.

- Compostaje
 - Los desechos orgánicos que se descomponen en un vertedero desprenden metano, pero la aireación involucrada en el compostaje evita la producción de metano. Por lo tanto, el material orgánico del compost se convierte en carbono estable del suelo y se pone a disposición de las plantas.
- Un ejemplo de residuos de cultivos serían los tallos que quedan después de la cosecha.

Fig. 77 Dejar residuos de cultivos después de la cosecha



Biocarbón

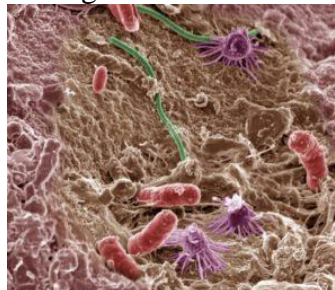
Fig. 78 Convertir biomasa en biocarbón



- El biocarbón se produce mediante la quema lenta de biomasa en ausencia total o casi total de oxígeno (un proceso llamado pirólisis).
- Produce suelos ricos en carbono muy fértiles y reduce las emisiones de CO₂.

Incrementar la diversidad y el número de microbios del suelo..

Fig. 79 Microbios del suelo



- El almacenamiento de carbono en el suelo depende de que los microbios ingieran y procesen nutrientes.
- La diversidad y el número de microbios del suelo se pueden incrementar aumentando la diversidad de plantas. Esto aumentará la actividad microbiana y creará comunidades de microbios más diversas.
- La aplicación de estiércol también puede apoyar a comunidades de tierra más diversas y aumentar la biomasa microbiana.

Controlar la erosión mediante arado de contorno o terrazas.

Fig. 80 Arado de contorno



Proporcionar una cubierta viva para los suelos.

Fig. 81 Cultivo de cobertura entre filas en un viñedo



- Plantar cultivos de cobertura que no estén destinados a la cosecha en lugar de dejar los campos desnudos después de la cosecha.
- Crear fronteras de vegetación permanente a lo largo de los bordes de los campos.

La asistencia para la gestión del suelo podría ayudar a los agricultores a aumentar la captura de carbono..

- Los subsidios podrían dar a los agricultores incentivos para invertir en el cultivo de suelos más saludables.
- El Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) proporciona asistencia técnica y herramientas de planificación para ayudar a los agricultores a tomar decisiones informadas sobre el manejo del suelo.
- Se necesita más investigación sobre cómo estimar los beneficios totales y qué prácticas de manejo del suelo

ofrecen el mayor potencial para un tipo de suelo, clima y cultivo determinados.

El uso de la tierra se puede cambiar de un antiguo campo de cultivo a bosque, pastizal, pastizal o humedal mediante:

- Repoblación forestal
- Restauración de pastizales
 - Solo queda el 3% de las praderas de pastos altos de América del Norte.
- Creación de humedales y estanques

Fig. 82 Creando un estanque de humedales



- Esto captura carbono porque la descomposición se reduce en gran medida en suelos anegados por falta de oxígeno.
- Riego de pastos o pastizales

Replantando áreas degradadas

Fig. 83 Replantando árboles en un bosque lluvioso



Mayor uso de biomasa para mantillo en lugar de quemar la biomasa.

Fig. 84 Usando biomasa para mantillo



Manejo mejorado de pastos

Fig. 85 Pasto para vacas



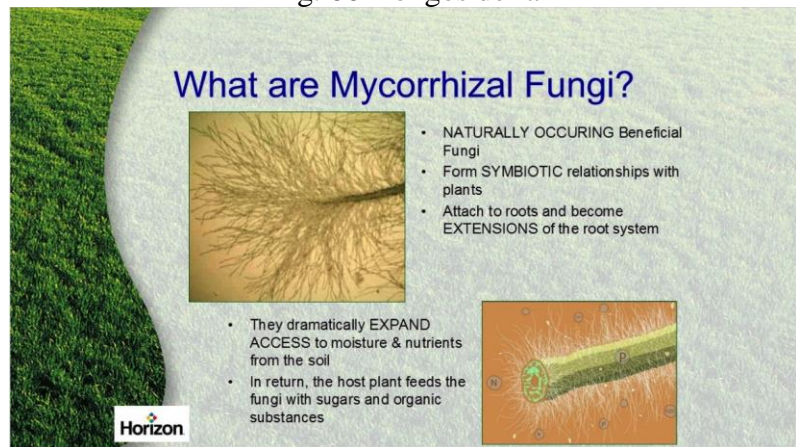
- El pastoreo controlado es rápido e intenso con largos períodos de descanso mientras el ganado se traslada a otros pastos. Secuestra carbono, a diferencia del pastoreo convencional.
- Silvopastoreo integra árboles y pastos o forrajes.
- El pastoreo planificado holístico (HPG) utiliza el ganado como herramienta para la restauración de tierras a gran escala. Se basa en los patrones de pastoreo y pastoreo de los rumiantes salvajes (el grupo que incluye vacas, ovejas, cabras, ciervos, alces, bisontes y búfalos) que coevolucionaron con los ecosistemas de pastizales. Los animales se mueven para que no se sobrepasten las plantas y el pastoreo estimula la actividad biológica en el suelo. El estiércol agrega fertilidad y, a medida que se mueven en un rebaño, su pisoteo airea el suelo, presiona las semillas y empuja la materia vegetal muerta para que puedan actuar los microorganismos del suelo. Esto genera carbono del suelo, carbono vegetal y retención de agua.

Control eficaz de la erosión

Restauración de manglares, marismas y pastos marinos

Protección de hongos de raíz (hongos micorrízicos)

Fig. 86 Hongos de raíz



- Los hongos de las raíces u hongos micorrízicos (hongos que crecen en una relación simbiótica con las raíces de las plantas) pueden protegerse minimizando la labranza (arado) y los insumos químicos (aplicando pesticidas, herbicidas y fertilizantes) y utilizando cultivos de cobertura.
- Las hifas de los hongos (filamentos ramificados o estructuras filiformes) están recubiertas con glomalina (una proteína pegajosa) que es muy importante en la formación del suelo y en el almacenamiento de carbono.

Riego por goteo y aspersión de cultivos

Fig. 87 Riego por goteo



- Disminuye las emisiones de carbono de la energía necesaria para el riego por bombeo.

Métodos mejorados de cultivo de arroz.

- Esto puede secuestrar carbono y evitar emisiones de metano.

Techos verdes

- Fig. 88 Diseño de techo verde



- Los techos tradicionales en un área urbana pueden contribuir a la creación de una isla de calor. Los techos verdes tienen tierra y plantas y una forma de filtrar el agua de lluvia.

- El suelo y la vegetación aíslan y moderan las temperaturas de los edificios durante todo el año, además de que las plantas y el suelo secuestran carbono.

Techos fríos

- Reflejan hasta el 80% de la energía solar de regreso al espacio. Pueden usar metal de color claro, tejas, tejas, revestimiento, membranas, etc.

Iluminación LED

Fig. 89 Bombillas LED en comparación con otros tipos de luz.



- Una luz LED utiliza un 90% menos de energía por la misma cantidad de luz que una bombilla incandescente y la mitad de una bombilla fluorescente compacta sin mercurio tóxico.

Bombas de calor

- Las bombas de calor de alta eficiencia reducen el consumo de combustible a cero y utilizan menos electricidad para generar calefacción y refrigeración. Pueden proporcionar calefacción, refrigeración y agua caliente interiores.

Vidrio Inteligentes

Fig. 90 Vidrio inteligente encendido y apagado



- Las ventanas inteligentes reducen la carga de energía para la iluminación y mejoran la eficiencia de calefacción y refrigeración. Las ventanas electrocrómicas se pueden activar con electricidad en un día frío de invierno para admitir tanto la luz visible del sol como la radiación térmica. En un día de verano, pueden admitir luz visible pero bloquean el calor. O pueden bloquear y reflejar tanto el calor como la luz sin persianas ni cortinas.

Termostatos inteligentes

- Aún puede subir y bajar la temperatura, pero los dispositivos recuerdan sus elecciones y rutinas y, como resultado, ahorran energía.

Aislamiento

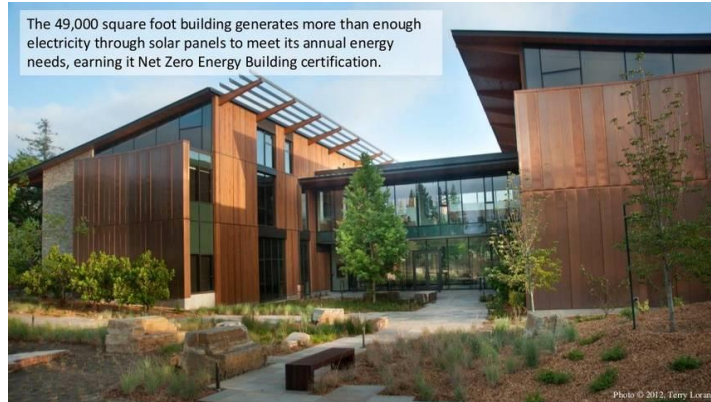
- Es una de las formas más prácticas y rentables de hacer que los edificios sean más eficientes desde el punto de vista energético, tanto en construcciones nuevas como en reequipamiento.
 - Los materiales de aislamiento incluyen fibra de vidrio, fibras plásticas, lana mineral (hecha de basalto o escoria de alto horno), celulosa (papel de periódico reciclado), poliestireno, cáñamo, lana de oveja, paja y plumas de aves de corral de desecho.

Modernización de edificios

- Las modificaciones pueden hacer que los edificios existentes sean mucho más eficientes energéticamente.

Edificios Net-Cero (Net Zero)

Fig. 91 Edificios netos cero



- Un edificio neto cero tiene un consumo neto de energía cero. Produce tanta energía como usa en un año.
- Usan ventanas inteligentes; techos verdes; sistemas eficientes de calefacción, refrigeración y agua; mejor aislamiento; almacenamiento distribuido de energía; y automatización avanzada.

Ciudades Transitables A Pie

- En una ciudad transitable, las aceras son anchas y están protegidas del tráfico, están bordeadas de árboles (creando sombra), conectadas, seguras, tienen estacionamiento seguro y buena iluminación.

Infraestructura para bicicletas

- There is a network of interconnected bike lanes or paths.
- Existe una red interconectados de líneas de Bicicleta o rutas

Distribución del agua

Fig. 92 Manejo de la presión del agua



- Pressure management and active leakage control could reduce water losses and result in a reduction of emissions from pumped water distribution.
- La gestión de la presión y el control activo de fugas podrían reducir las pérdidas de agua y resultar en una reducción de las emisiones de la distribución de agua bombeada.

Para Terminar

- Escriba su respuesta: **Haga una lista de las siguientes cosas:**
 - Algo que aprendiste sobre el cambio climático
 - Una cosa que podrías hacer ahora sobre el cambio climático

- Una cosa que podrías hacer algún día sobre el cambio climático

BIBLIOGRAFÍA

DeMocker, M. (2018). *The parents' guide to climate revolution: 100 ways to build a fossil-free future, raise empowered kids, and still get a good night's sleep*. Novato, CA: New World Library.

Friedland, A., & Relyea, R. (2019). *Environmental Science For The AP Course* (3rd ed.). New York: W H Freeman.

Gardiner, L. (2012, January 20). Climate Impacts Graph Matching. Retrieved April 15, 2020, from <https://scied.ucar.edu/activity/10337/print-all>

Hawken, P. (2017). *Drawdown: the most comprehensive plan ever proposed to roll back global warming*. New York: Penguin Books.

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., & Moomaw, W. R. (2020, January). World Scientists' Warning of a Climate Emergency. Retrieved April 15, 2020, from <https://academic.oup.com/bioscience>

FUENTES DE FIGURAS

Fig. 1 Graph of change in global average upper ocean heat content

https://www.climate.gov/sites/default/files/sstanom_1880-2012.png

Fig. 2 Graph of sea level change

<https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-level>

Fig. 3 Graph of change in glacier mass

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-glacier-mass-balance>

Fig. 4 Graph of Arctic sea ice extent

<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>

Fig. 5 Graph of northern hemisphere spring snow cover

<https://grist.org/climate-energy/what-the-ipcc-found-the-big-news-from-the-new-climate-assessment/>

Fig. 6 Graph of extreme weather/climate/hydro events (#/yr.)

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., Moomaw, W. R., & 11,258 Scientist Signatories from 153 Countries. (2020, January). World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *Bioscience*, 23(1), 8-12. Retrieved April 20, 2020, from <https://academic.oup.com/bioscience/article/70/1/8/5610806>

Fig. 7 Graph of temperature change relative to 1850-1900 (°C)

Jia, G., E. Shevliakova, P. Artaxo, N. De Noblet-Ducoudré, R. Houghton, J. House, K. Kitajima, C. Lennard, A. Popp, A. Sirin, R. Sukumar, L. Verchot. (2019). Land-climate interactions. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change,*

desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. In press.

Fig. 8 Graph of globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1880-2019

NOAA National Centers for Environmental Information. (2019, September). State of the Climate: Global Climate Report for August 2019. Retrieved April 20, 2020, from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201908>

Fig. 9 Graph of atmospheric CO₂ (or Carbon dioxide)

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Fig. 10 Graph of methane (CH₄, in parts per billion)

https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends_ch4/

Fig. 11 Graph of nitrous oxide (N₂O, in parts per billion)

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/N2O.html>

Fig. 12 Graph of ocean acidity (pH)

<https://marine.copernicus.eu/ocean-monitoring-indicators-acidity/>

Fig. 13 Graphs of decay of coral reefs

<https://muse.union.edu/mth-063-01-f18/2018/10/07/decay-of-coral-reefs/>

Fig. 14 Milankovitch cycles

<https://socratic.org/questions/what-are-milankovic-cycles-and-how-do-they-contribute-to-climate-change>

Fig. 15 Volcano erupting

<https://timesofindia.indiatimes.com/travel/destinations/all-about-barren-island-south-asias-only-active-volcano-in-andaman/as66739617.cms>

Fig. 16 Sunspots and solar flare

<https://www.independent.co.uk/news/science/video-sun-has-flipped-upside-down-as-new-magnetic-cycle-begins-9029378.html>

Fig. 17 Normal wind and water currents compared to those of El Niño

<https://www.quora.com/What-are-the-differences-between-El-Ni%C3%B1o-and-La-Ni%C3%B1a>

Fig. 18 Graph of global temperatures: human and natural factors, 1850-2017

<https://www.carbonbrief.org/analysis-why-scientists-think-100-of-global-warming-is-due-to-humans>

Fig. 19 The greenhouse effect

Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, 2007: Historical Overview of Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>

Fig. 20 Comparison of greenhouse gases

Adapted from Friedland, A. J., & Relyea, R. J. (2019). *Environmental Science for the AP Course* (3rd ed., p. 689). New York: W.H. Freeman and Company.

Fig. 21 Sources of greenhouse gases in the United States

<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

- Fig. 22 Carbon cycle diagram
https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/3-carbon-cycle
- Fig. 23 Global temperature anomalies (differences from the average yearly or 5-year average temperature)
<http://ete.cet.edu/gcc/?/resourcecenter/slideshow/3/1>
- Fig. 24 Global temperature and CO₂ concentration
 Melillo, J. M., Richmond, T. C., & Yohe, G. W., Eds. (2014). *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*. U.S. Global Change Research Program (p. 841).
<https://www.globalchange.gov/browse/multimedia/global-temperature-and-carbon-dioxide>
- Fig. 25 CO₂ concentrations over the past 800,000 years
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>
- Fig. 26 Graph of historic concentrations of methane, CO₂, and nitrous oxide
<https://niwa.co.nz/our-science/climate/information-and-resources/clivar/gases>
- Fig. 27 Map of changes in average temperature in different regions of the world
https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/index_v4.html
- Fig. 28 Graph of the decreasing ice cap near the North Pole
<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>
- Fig. 29 Graph of the decreasing ice mass in Greenland
<https://www.climate.gov/news-features/featured-images/greenland-ice-mass-loss-continued-2016>
- Fig. 30 Graph of the decreasing ice mass in Antarctica
<https://www.exploratorium.edu/climate/ice>
- Fig. 31 Graph of rising sea level
<https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>
- Fig. 32 Extent of melting of Arctic ice cap from 1984 to 2016
<https://climate.nasa.gov/news/2510/see-how-arctic-sea-ice-is-losing-its-bulwark-against-warming-summers/>
- Fig. 33 Glacial meltwater
<https://glacierhub.org/tag/glacial-meltwater-streams/>
- Fig. 34 Permafrost
<https://climatekids.nasa.gov/permafrost/>
- Fig. 35 Many cities along coasts are at or near sea level
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/sealevel.html>
- Fig. 36 Salt-water intrusion could make well water unusable
<https://www.lenntech.com/groundwater/seawater-intrusions.htm>
- Fig. 37 Hummingbird and monarch butterfly pollinating milkweed
<https://www.peanc.org/7-ways-attract-pollinators>
- Fig. 38 Map of monarch butterfly migration
<https://monarchwatch.org/tagmig/spmap.htm>
- Fig. 39 Pre- and post-coral bleaching
<https://www.necn.com/news/national-international/coral-reef-bleaching-around-the-world/2009415/>
- Fig. 40 Bark beetle damage

- <https://grist.org/science/bark-beetles-are-killing-forests-but-they-might-be-saving-them-too/>
- Fig. 41 The spread of Lyme disease between 2001 and 2015
<https://agemanagementboston.com/permethrin-kills-ticks-prevents-lyme-disease-summer-2018/>
- Fig. 42 Drought
<https://www.downtoearth.org.in/news/climate-change/global-warming-to-raise-frequency-of-heat-waves-study-64453>
- Fig. 43 Balsam Woolly Adelgid
<http://fieldguide.mt.gov/speciesDetail.aspx?elcode=IIHOM21020>
- Fig. 44 Flooding from Hurricane Florence in North Carolina
<https://carolinapublicpress.org/28301/central-nc-communities-face-hurricane-recovery-outside-spotlight/>
- Fig. 45 Hurricane near Florida and Cuba
<https://www.orlandosentinel.com/weather/hurricane/os-ne-hurricane-season-prediction-20200521-qeyzqtpgsjc6decilsmknjorkq-story.html>
- Fig. 46 Map of thermohaline circulation in the ocean
 Friedland, A., & Relyea, R. (2019). *Environmental Science For The AP Course* (3rd ed., p.123). New York: W H Freeman. (permission for use requested)
https://www.google.com/search?q=thermohaline+circulation&sxsrf=ALeKk009LqQbN4o99hS5KwVn9NIpUdnw3A:1589385922819&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjurNz6m7HpAhUwj3IEHcRMC_8Q_AUoAnoECBQQBA&biw=1440&bih=647
- Fig. 47 Honeybee pollinating flower
<https://extension.umd.edu/hgic/topics/honey-bees>
- Fig. 48 Massive fire in California
<https://www.nbcnews.com/news/us-news/california-s-massive-thomas-fire-sparked-power-lines-fire-investigators-n983011>
- Fig. 49 Thinning of the ozone layer above Antarctica
<https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2395/Ozone-hole-modest-despite-optimum-conditions-for-ozone-depletion>
- Fig. 50 Ozone within the stratosphere
<https://aura.gsfc.nasa.gov/ozone.html>
- Fig. 51 CFCs used to be used as propellants in spray cans
<http://myscienceschool.org/index.php?/archives/5859-Why-is-it-important-to-reduce-the-use-of-CFCs.html>
- Fig. 52 Insignia of the Montreal Protocol
<https://sgerendask.com/en/short-history-of-the-montreal-protocol-and-holes-in-the-ozone-layer/>
- Fig. 53 Santa Barbara oil spill
<https://www.latimes.com/local/lanow/la-me-ln-santa-barbara-oil-spill-1969-20150520-htmlstory.html>
- Fig. 54 The Cuyahoga River on fire
<https://www.wired.com/2011/06/0622cleveland-cuyahoga-river-fire-burns-again/>
- Fig. 55 Rachel Carson wrote *Silent Spring*
<https://geneticliteracyproject.org/2018/05/01/how-does-the-science-of-rachel-carsons-silent-spring-stand-up-more-the-50-years-later/>

- Fig. 56 Smog in New York City
<https://www.nytimes.com/2017/02/28/nyregion/new-york-city-smog.html>
- Fig. 57 Polluted water in the Potomac River in 1973
<https://potomac.org/blog/2014/6/27/dc-water-troubled-past-bright-future>
- Fig. 58 Nixon signs the Clean Air Act in front of the head of the EPA
<https://www.sciencehistory.org/distillations/richard-nixon-and-the-rise-of-american-environmentalism>
- Fig. 59 Mayor Carl Stokes
<https://www.nps.gov/articles/carl-stokes-and-the-river-fire.htm>
- Fig. 60 The carbon cycle
<https://www.quora.com/How-can-we-remove-carbon-dioxide-from-our-atmosphere>
- Fig. 61 How carbon capture works
https://www2.ljworld.com/news/2006/jul/12/scientists_discuss_pumping_carbon_underground_ku_c/
- Fig. 62 Solar panels and wind turbines
<https://newsela.com/read/natgeo-renewable-energy/id/2000002211/>
- Fig. 63 The biofuel crop, Miscanthus
<https://farm-energy.extension.org/miscanthus-miscanthus-x-giganteus-for-biofuel-production/>
- Fig. 64 Fuel efficient cars
<https://www.mattcastrucchi.com/blog/where-can-i-find-a-fuel-efficient-vehicle-near-me-in-dayton-oh/>
- Fig. 65 Bicyclist
https://i5.walmartimages.com/dfw/4ff9c6c9-9408/k2-_e35283f8-2d1c-41e5-9295-ecd68013dd1d.v1.jpg?odnWidth=672&odnHeight=660&odnBg=ffffff
- Fig. 66 Cogeneration
<http://news.mit.edu/2015/cogeneration-bridge-future-1216>
- Fig. 67 Methane digester near hog barns in North Carolina
<https://www.biocycle.net/2018/09/11/moving-biogas-needle-north-carolina/>
- Fig. 68 Methane capture from a landfill
<https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>
- Fig. 69 Clearing of an Amazon rainforest
<https://www.downtoearth.org.in/news/degradation-of-amazon-rainforest-affecting-its-natural-function-47216>
- Fig. 70 Bamboo
<https://indiaclimatedialogue.net/2019/12/23/growing-bamboo-forests-could-boost-carbon-capture-in-india-2/>
- Fig. 71 Mangroves
<https://repeatingislands.com/2019/06/25/caymans-diminishing-mangroves/>
- Fig. 72 Preparing a meal with a cookstove
https://www.niehs.nih.gov/research/programs/geh/geh_newsletter/2015/6/articles/clean_cookstoves_for_healthier_lives_progress_on_a_complex_issue.cfm
- Fig. 73 Graph of greenhouse emissions from various foods
<https://www.bbc.com/news/science-environment-46384067>
- Fig. 74 No-till farming

- <https://www.farmersweekly.co.za/crops/field-crops/switching-to-no-till-restore-degraded-soil-first/>
- Fig. 75 Farmer applying fertilizer
https://en.wikipedia.org/wiki/Nutrient_management#/media/File:Fertilizer_applied_to_corn_field.jpg
- Fig. 76 Agroforestry
<https://drawdowniitkgp.wordpress.com/2017/12/09/28-multistrata-agroforestry/>
- Fig. 77 Leaving crop residue after harvest
<https://www.no-tillfarmer.com/articles/4304-webinar-managing-crop-residue-decomposition-turning-trash-into-a-treasure?v=preview>
- Fig. 78 Turning biomass into biochar
<http://www.biochar-industry.com/biochar/>
- Fig. 79 Soil microbes
<https://onpasture.com/2017/03/20/want-good-soil-feed-the-microbes/>
- Fig. 80 Contour plowing
<https://www.ency123.com/2014/01/what-is-contour-plowing.html>
- Fig. 81 Cover crop between rows in a vineyard
<http://www.evineyardapp.com/blog/2016/11/23/cover-cropping-alternative-to-herbicide-use-in-the-vineyard/>
- Fig. 82 Creating a wetland pond
<https://www.permaculturenews.org/2017/09/21/benefits-creating-wetlands-farm/>
- Fig. 83 Replanting trees in a rainforest
<https://savetheorangutan.org/programs/rainforest-restoration/>
- Fig. 84 Using biomass for mulch
<https://www.scotts.com/en-us/library/mulch-garden/benefits-mulching>
- Fig. 85 Pasture for cows
<https://thenaturalfarmer.org/issue/winter-2014/?print=print-search>
- Fig. 86 Root fungi
<https://www.horizononline.com/benefits-of-mycorrhizal-fungi-how-do-mycorrhizal-fungi-benefit-plants/>
- Fig. 87 Drip irrigation
<https://www.downtoearth.org.in/news/agriculture/new-web-based-platform-to-help-with-micro-irrigation-62918>
- Fig. 88 Green roof design
<https://mcphersonarchitecture.com/blog-post/top-5-benefits-of-green-roof-design-for-your-home/>
- Fig. 89 LED lightbulbs compared to other types of light
<https://www.viribright.com/lumen-output-comparing-led-vs-cfl-vs-incandescent-wattage/>
- Fig. 90 Smart glass turned on and off
<https://www.ltsmart.com/smart-glass/>
- Fig. 91 A net-zero building
<https://www.treehugger.com/green-architecture/net-zero-energy-building-certification-finally-defines-what-net-zero-really-means.html>
- Fig. 92 Managing water pressure
<https://iwa-network.org/pressure-management-a-cost-effective-water-loss-strategy/>