



Observatorio de la
Transición Energética
y la Acción Climática

MARZO 2021

Cambio climático: Evidencias, causas, efectos y soluciones

RESUMEN

La constante emisión de gases de efecto invernadero en las últimas décadas ha alterado la composición de la atmósfera, elevando la temperatura media de la tierra y provocando cambios sin precedentes en el sistema climático.

[f](#) [@](#) [t](#) www.otea.info

bc³ BASQUE CENTRE
FOR CLIMATE CHANGE
Klima Aldaketa Ikergai

www.bc3research.org

Índice

I. Introducción	4
II. Evidencias	6
Temperatura y Energía	7
Composición atmosférica	8
Océanos y Agua	9
Criosfera	10
III. Causas	11
El efecto invernadero	11
Gases de efecto invernadero	11
¿Por qué el calentamiento global no es un fenómeno natural?	13
El papel de la actividad humana en el cambio climático	14
IV. Efectos	15
Impactos ecológicos	15
Impactos sociales	16
Impactos económicos	17
V. Soluciones	18
Capacidad de reducción de emisiones por sectores	19
Hoja de ruta y líneas de acción	20

I. Introducción

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, desde la década de 1950 muchos de los cambios observados en nuestro planeta no tienen precedentes en los últimos decenios o incluso milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera han aumentado.

El panel intergubernamental de expertos y de expertas para el cambio climático (IPCC) afirman que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de las actividades humanas son casi con toda seguridad (con una probabilidad superior al 95%) la causa principal del calentamiento observado desde mediados del siglo XX.

Si las emisiones de GEI continúan aumentando, éstas causarán un mayor calentamiento y graves cambios en todos los componentes del sistema climático. Para contener este fenómeno, será necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones. Aunque es cierto que algunos países ya han desarrollado o están desarrollando planes y estrategias para hacer frente a esta problemática, estas son aún insuficientes, y es indispensable actuar de manera urgente y coordinada para transitar rápidamente hacia una economía neutra en carbono.

II. Evidencias

Por cambio climático se entiende lo siguiente:

- La [Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Climático](#) (UNFCC, por sus siglas en inglés) lo define como un cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera a nivel mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
- El [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático](#) (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima en el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.
- En meteorología se llama cambio climático a la alteración de las condiciones climáticas predominantes.

En la actualidad existen múltiples evidencias científicas de que el calentamiento global observado en la atmósfera desde principios del siglo pasado se debe a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de las acciones humanas, y de que este calentamiento está provocando el cambio climático al que nos enfrentamos.

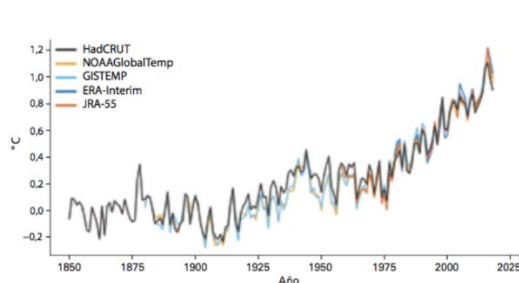
El calentamiento del planeta es un hecho irrefutable y éste se está dando aproximadamente diez veces más rápido que la tasa promedio de calentamiento en las épocas post-glaciares. Una de las mayores evidencias es el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, el cual está aumentando a una velocidad 250 veces mayor que el procedente de fuentes naturales.

A continuación, se presentan siete de los indicadores más reconocidos por la comunidad científica para explicar los cambios que está sufriendo el clima en cuatro áreas: temperatura y energía, composición atmosférica, océanos y agua, y criosfera. Estos indicadores fueron definidos por el [Sistema Mundial de Observación del Clima](#) (GCOS) y han sido adoptados por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el IPCC.

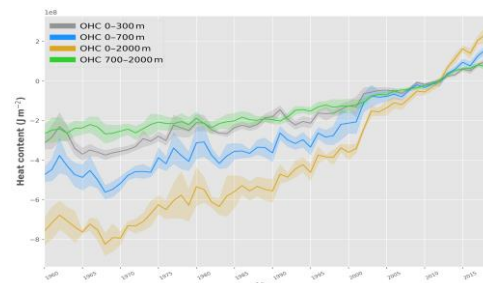
Temperatura y Energía	Composición atmosférica	Océanos y Agua	Criosfera
Temperatura en superficie	Concentración atmosférica de CO ₂	Acidificación del océano	Glaciares
Calor oceánico		Nivel del mar	Extensión del hielo en el Ártico y la Antártida

Temperatura y Energía

La temperatura en superficie y el calor oceánico son dos de los indicadores más estudiados por los climatólogos para explicar el cambio de temperaturas. La temperatura media mundial ya ha aumentado aproximadamente $1,14^{\circ}\text{C}$ desde la era preindustrial (1850-1900), principalmente a causa del aumento en las emisiones de GEI ([NASA](#)). Si bien esto es alarmante, lo realmente preocupante es la velocidad a la que la temperatura ha subido en las últimas décadas. Y es que la mayor parte de este calentamiento se ha dado en los últimos 40 años, siendo 2016 el año más cálido para el que se tienen datos. Lo mismo pasa con el periodo 2015-2019 ([WMO, 2020](#)). Además, en 2020, el aumento de la temperatura fue excepcionalmente alto en algunas zonas como en el Ártico, donde las anomalías de la temperatura media anual superaron los 2°C de forma generalizada y los 3°C en determinados lugares ([WMO, 2020](#)).



Anomalías de la temperatura media mundial con respecto al periodo 1850-1900 ($^{\circ}\text{C}$). Fuente: Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido.



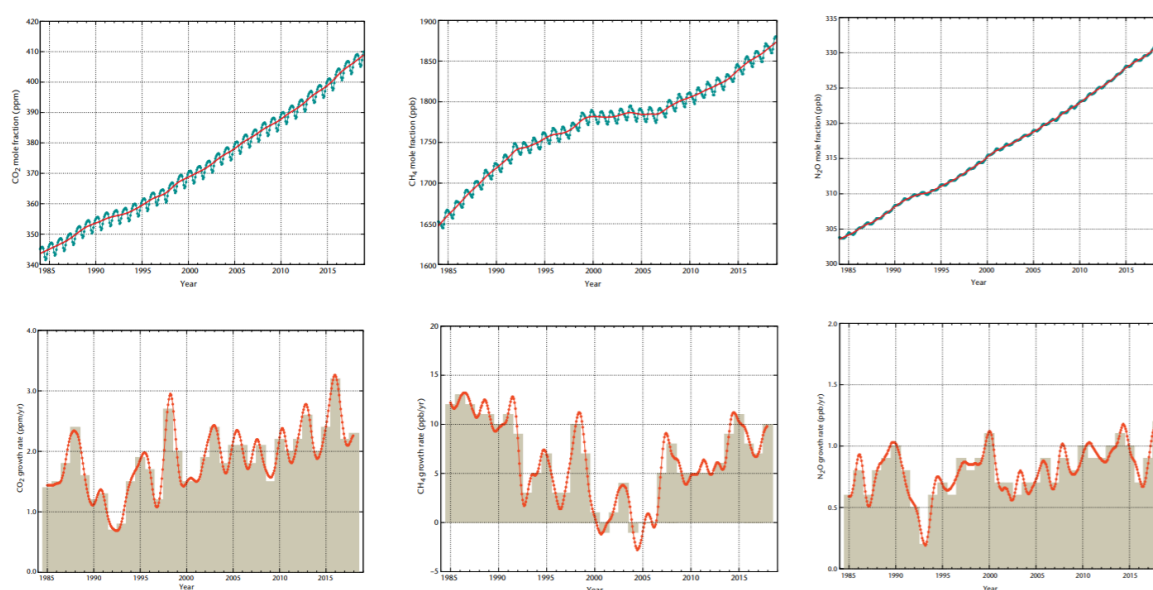
Anomalías del contenido calórico del océano global 1960-2019 con respecto a la climatología del periodo 2005-2017 (Julios por metro cuadrado, J m^{-2}). Fuente: Von Schuckmann et al. 2020

La temperatura en la superficie oceánica también se ha medido durante décadas y presenta un calentamiento de más de $0,33^{\circ}\text{C}$ desde 1969 ([Levitus et. al, 2017](#)). Sin embargo, ésta tiende a estar más influida por los fenómenos conocidos como “El Niño” y “La Niña”, de modo que el contenido calórico del océano es un indicador más representativo, ya que aumenta de forma más paulatina y las fluctuaciones interanuales son menos pronunciadas. Así, el contenido calórico del océano proporciona una medida directa de la energía que se acumula en las capas superiores del océano. En este sentido, se estima que el 90% de la energía adicional en la Tierra, como consecuencia del aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, es absorbida y almacenada por los océanos ([Von Schuckmann et. Al, 2020](#)). De esta manera el calor oceánico ha ido en aumento hasta ubicarse en 2019 en nuevos máximos en los intervalos de 0-700 y 0-2.000 metros profundidad, superando así el record de 2018 ([WMO, 2019](#)).

Composición atmosférica

La concentración de GEI en la atmósfera es un factor determinante en lo que respecta al cambio climático, siendo el resultado del equilibrio entre las fuentes naturales y los sumideros de carbono de este tipo de gases. En este sentido, el CO_2 atmosférico es el indicador más relevante, pero es importante tener en cuenta también gases como el óxido nitroso (N_2O) o el metano (CH_4), potentes gases de efecto invernadero.

Las emisiones de GEI derivadas de la quema de combustibles fósiles han aumentado de forma continuada desde la era preindustrial y de forma exponencial en los últimos años. De hecho, esta tendencia solo se ha visto interrumpida puntualmente durante las crisis económicas mundiales. En consecuencia, las concentraciones atmosféricas de este tipo de gases alcanzaron nuevos valores máximos en 2018, situándose los promedios mundiales en: 415ppm (partes por millón) de CO_2 ([NOAA, 2020](#)), 1.869ppb (partes por mil millones) de CH_4 y 331,1ppb de N_2O . Esos valores corresponden, al 147%, el 259% y el 123% de los niveles preindustriales respectivamente ([WMO, 2019](#)).



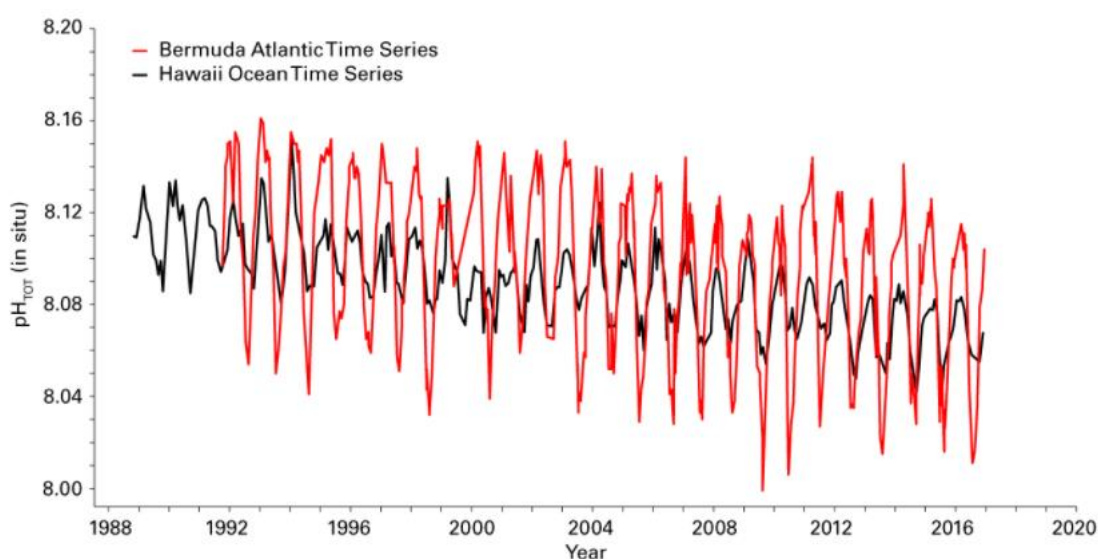
Concentración atmosférica de CO_2 , CH_4 y N_2O . Fila superior: Medias mundiales de la fracción molar (unidad que mide la concentración) del CO_2 expresadas en partes por millón (izquierda), del CH_4 , expresadas en partes por mil millones (centro), y del N_2O , expresadas en partes por mil millones (derecha) de 1984 a 2018. La línea roja corresponde a la fracción molar media mensual que resulta de suprimir la variación estacional; los puntos y la línea azules representan las medias mensuales. Fila inferior: Los índices de aumento representan el incremento de las medias anuales sucesivas de las fracciones molares del CO_2 , en partes por millón por año (izquierda), del CH_4 , en partes por mil millones por año (centro), y del N_2O , en partes por mil millones por año (derecha). Fuente: Vigilancia de la Atmósfera Global de la WMO.

Océanos y Agua

En el análisis de los océanos, se han identificado dos indicadores clave del cambio climático: el nivel del mar y la acidificación del océano.

En lo relativo al nivel del mar, se observa un incremento acelerado debido al aumento de temperatura y al deshielo ([WCRP Global Sea Level Budget Group, 2018](#)): entre 1901 y 2010, el nivel medio mundial del mar ascendió 19 centímetros ([IPCC, 2014](#)) y en 2019 el nivel medio del mar a escala mundial alcanzó su valor más alto desde que se dispone de registros de altimetría de alta precisión (enero de 1993) ([WMO, 2020](#)). Sin embargo, lo realmente preocupante es que la tasa de aumento de las dos últimas décadas casi dobla la del último siglo y cada año se está acelerando ligeramente ([Nerem et. Al., 2018](#)).

Por otro lado, los océanos ejercen una función de sumidero de CO₂. Se estima que los océanos absorben entre el 20 y el 30% de las emisiones antropogénicas de CO₂ (entre 7.200 y 10.800 millones de toneladas métricas por año) ([Sabine et. Al., 2004](#)) ([IPCC: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate](#)). Este fenómeno hace que el pH del agua se modifique provocando la acidificación de los océanos y, como consecuencia, la disminución de la biodiversidad que habita en ellos (se calcula que han desaparecido entre el 50 y el 75% de los corales en todo el mundo ([Bruno et al., 2019](#))). En este sentido, los datos recopilados durante las últimas tres décadas en mar abierto indican una clara tendencia a la reducción del pH, habiendo aumentado la acidificación de los océanos en torno a un 30% ([NOAA, 2020](#)).

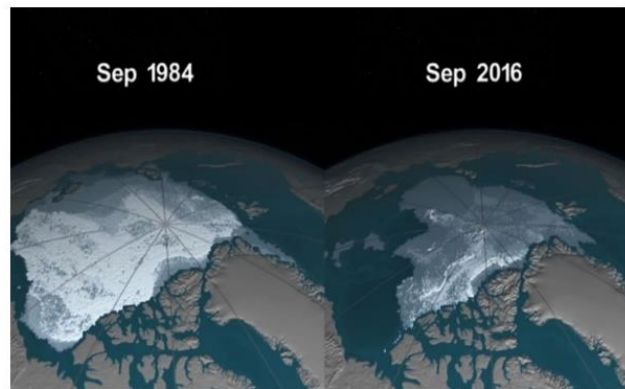
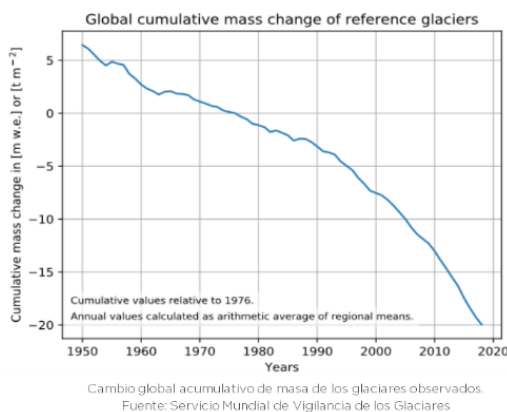


Cambio en el pH oceánico. Fuente: GCOS

Criosfera

La criosfera, término que describe las partes de la superficie de la Tierra donde el agua se encuentra en estado sólido, está siendo seriamente afectada por el cambio climático. Las observaciones realizadas mediante satélites revelan que en primavera, la cubierta de nieve del hemisferio Norte ha disminuido durante las últimas cinco décadas y que la nieve se derrite antes ([NSIDC](#)). En general, el cambio climático está afectando especialmente a los glaciares y a la extensión del hielo marino en el Ártico y la Antártida.

El Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares tiene como referencia diversos glaciares a nivel mundial que abarcan más de 19 regiones montañosas. Los resultados obtenidos del análisis de los mismos indican que el año hidrológico 2018/2019 fue el 32º año consecutivo en el que se observa una pérdida neta de masa. Además, la pérdida acumulada de hielo desde 1970 asciende a 23 toneladas por metro cuadrado ([WMO, 2020](#)).



El Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve de la NASA estima que en el océano Ártico el hielo marino está disminuyendo a una tasa del 13,2% por década. En marzo de los últimos años se han registrado las extensiones máximas de hielo más bajas observadas desde 1979. Además, la extensión mínima diaria del hielo marino del Ártico en septiembre de 2019 fue la segunda más baja del registro satelital ([WMO, 2020](#)).

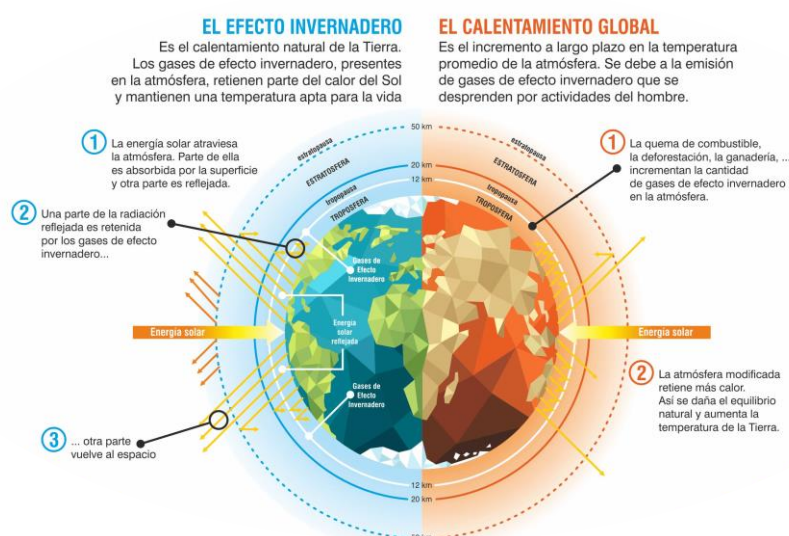
Por otro lado, en la Antártida, que contiene un volumen de hielo cuyo deshielo supondría una subida de 57,2 metros del nivel del mar, la pérdida de masa se incrementó 40 mil millones de toneladas por año (Gt/año) en el periodo de 1979-1989, 50Gt/año de 1989-1999, 166Gt/año de 1999-2009 y 252Gt/año de 2009-2017 ([WMO, 2019](#)). Además, en 2019 los meses de mayo, junio y julio registraron una extensión mensual reducida sin precedentes ([WMO, 2020](#)).

III. Causas

Los cambios en el clima han existido desde el nacimiento del planeta, debido a modificaciones naturales como los cambios de la órbita terrestre, la rotación o inclinación de la Tierra y otros eventos naturales extraordinarios como la mayor actividad volcánica. Un claro ejemplo de estos cambios son las glaciaciones, que producen cambios en el clima por la modificación en la forma de la órbita de la Tierra y de la inclinación con respecto a su eje. En más de 100 años no se han producido alteraciones naturales como cambios en la órbita de la tierra, cambios en la posición con respecto al sol o en la actividad volcánica que puedan ser responsables del calentamiento global observado. El periodo interglaciar en el que nos encontramos se ha caracterizado por una estabilidad climática, lo que nos permite afirmar que el aumento de la temperatura media de la tierra es a causa de la mayor concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

El efecto invernadero

El efecto invernadero juega un papel fundamental en el clima, siendo el proceso natural que permite mantener las condiciones necesarias para que la vida sea posible en la Tierra. La atmósfera captura una parte de la radiación solar que llega a la corteza terrestre, lo cual permite que la temperatura media del planeta se mantenga en torno a los 15°C, que de lo contrario sería de -18°C. La atmósfera está compuesta por diversos gases de los cuales los tres más abundantes (nitrógeno, oxígeno y argón) constituyen un 99,93% del total. Son otros gases (los GEI) los que tienen una mayor incidencia en el efecto invernadero a pesar de que conforman solo el 0,07%. En la proporción adecuada, estos GEI cumplen su cometido de mantener la temperatura en el planeta apta para la vida. Sin embargo, el aumento en la concentración de GEI hace que la atmósfera absorba mayor radiación solar y por consecuencia aumente la temperatura media del planeta (IPCC, 2014).



Gases de efecto invernadero

Existen dos tipos de GEI: los forzantes y los retroalimentadores. Los gases forzantes del cambio climático son aquellos de larga vida que se encuentran semi-permanentemente en la atmósfera y no responden física o químicamente a los cambios de temperatura. Los retroalimentadores, por su parte, son aquellos que sí responden física o químicamente a los cambios de temperatura.

Los GEI más frecuentes en la atmósfera son los siguientes:

- El vapor de agua (H_2O) es un gas retroalimentador del cambio climático, de modo que además de ser el GEI más abundante de la atmósfera, su presencia se incrementa con el calentamiento de la misma.
- El dióxido de carbono (CO_2), a pesar de no ser muy abundante en la atmósfera, juega un papel muy importante en el calentamiento global puesto que es un gas forzante del cambio climático que permanece largos periodos de tiempo en la atmósfera. Este gas puede ser liberado en procesos naturales como la respiración o las erupciones volcánicas, o como consecuencia de determinadas actividades humanas como son la quema de combustibles fósiles, los cambios en los usos del suelo o la deforestación.
- El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero más potente que el CO_2 , no obstante, su presencia en la atmósfera es menor. Este gas puede ser liberado de forma natural, o a causa de la actividad humana, como por ejemplo mediante la extracción de gas natural del interior de la tierra.
- El óxido nitroso (N_2O) es el tercer gas de efecto invernadero más importante después del CO_2 y el CH_4 . Este gas tiene su origen en diferentes actividades humanas como son la quema de combustibles fósiles y biomasa, la producción de ácido nítrico, el uso de fertilizantes, etc.
- Los clorofluorocarbonos (CFC), a pesar de estar altamente regulados por sus implicaciones en la destrucción de la capa de ozono, también son gases forzantes del cambio climático, principalmente de origen industrial.

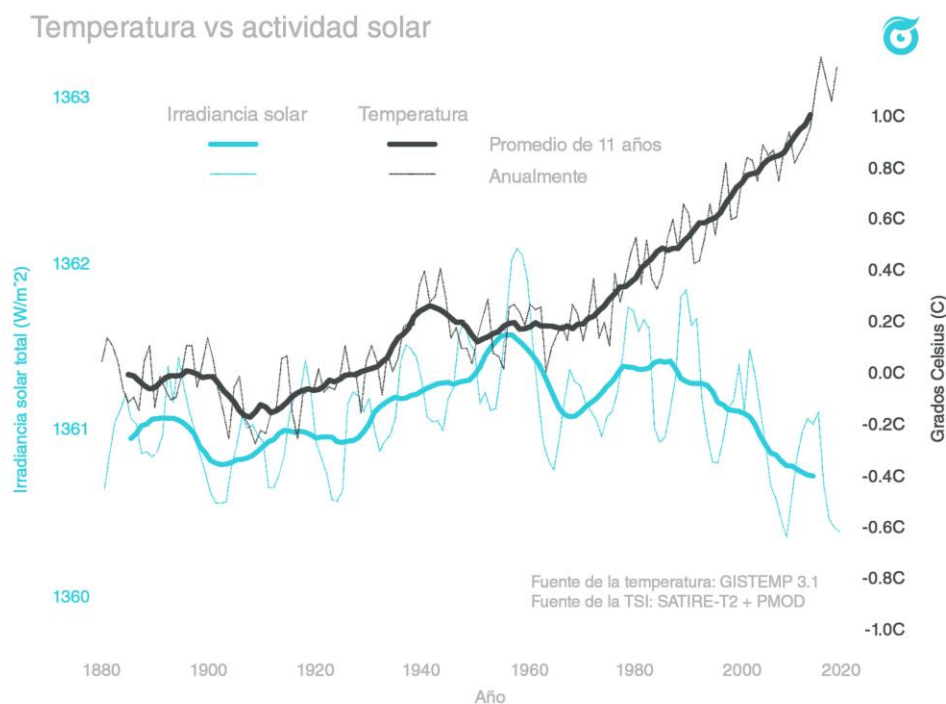
En definitiva, a pesar de la existencia de varios gases de efecto invernadero, el CO_2 es el gas más comúnmente producido por las actividades humanas (principalmente por la quema de combustibles fósiles como el carbón, el gas o el petróleo) y es responsable del 64% del calentamiento global observado. En los últimos 40 años se ha emitido el 50% del CO_2 que existe actualmente en la atmósfera. Otros gases como el CH_4 o el N_2O , a pesar de producirse en menores cantidades, tienen un poder de efecto invernadero mucho mayor al CO_2 .

¿Por qué el calentamiento global no es un fenómeno natural?

El Sol es la fuente fundamental de energía del sistema climático, por lo que la variabilidad solar ha desempeñado un papel fundamental en los cambios climáticos pasados. De hecho, se cree que una disminución en el flujo de energía solar junto con un aumento en la actividad volcánica desencadenó la Pequeña Edad de Hielo (1650-1850). No obstante, son numerosas las evidencias que muestran que el calentamiento global actual no se puede explicar mediante los cambios en la energía solar ([Lean, 2010](#)):

- La energía media solar que llega a la Tierra se ha mantenido relativamente constante desde 1750.
- A la vez que la temperatura aumentaba, la proporción de energía solar que llega a nuestro planeta ha seguido el ciclo solar natural de 11 años, con pequeños descensos y ascensos, y sin un incremento neto desde mediados del siglo XX. Por lo tanto, es muy improbable que el Sol sea el causante del cambio climático.
- Si la actividad solar fuera la causante del cambio climático, las temperaturas deberían aumentar en todas las capas de la atmósfera. No obstante, las evidencias muestran que la capa superior de la atmósfera se está enfriando mientras la superficie y las capas inferiores tienden a calentarse a un ritmo más acelerado, debido a que los GEI atrapan el calor en esas zonas y no dejan que escape.

Temperatura vs actividad solar



El papel de la actividad humana en el cambio climático

El IPCC en su [Quinto Informe de Evaluación](#) concluyó que existe una probabilidad mayor del 95% de que en los últimos 50 años el cambio climático haya sido causado por las actividades humanas. De hecho, los expertos señalan la revolución industrial como el periodo en el que el ser humano comienza a influir más significativamente en el sistema climático. Esto se debe a que en los últimos 150 años las emisiones de GEI se han incrementado drásticamente/exponencialmente, causando un aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera de 280 a más de 400 ppm ([IPCC, 2014](#)). En consecuencia, la atmósfera retiene una cantidad mayor de calor y se produce un calentamiento global.

Los científicos afirman que hemos entrado en una nueva era geológica, marcada principalmente por el impacto del ser humano en el planeta: el Antropoceno. Esta nueva era ha sido propiciada por numerosos factores que han jugado un papel fundamental en la aceleración del cambio climático, entre ellos:

- El aumento de la población mundial y el crecimiento económico, que implican un mayor uso de recursos (en especial de combustibles fósiles) y, en consecuencia, un aumento de las emisiones GEI.
- La destrucción de sumideros de CO₂ mediante la deforestación o la destrucción de ecosistemas marinos.



IV. Efectos

Los efectos del cambio climático abarcan un espectro muy amplio, puesto que éste afecta tanto los ecosistemas naturales como a los seres humanos. Ambos están directamente relacionados y el cambio climático altera las complejas interacciones existentes entre ellos. Así, ahondaremos en los principales impactos del cambio climático teniendo en cuenta que todos ellos están íntimamente interconectados: los impactos medioambientales constituyen la base sobre la que luego se derivan las consecuencias tanto sociales como económicas.

Impactos ecológicos

El cambio climático influye directamente sobre el medioambiente, siendo el aumento de la temperatura una de las principales consecuencias del mismo. Esto está generando, entre otros efectos, una subida del nivel del mar que puede afectar gravemente a las áreas costeras y a las islas. De hecho, muchas comunidades ya están sufriendo los efectos de la subida del nivel del mar. Por ejemplo en las islas Salomón, donde ya han desaparecido cinco islas y otras seis han perdido hasta el 62% de su superficie ([Albert et. al., 2016](#)), obligando a las familias que allí habitaban a abandonar sus hogares y migrar.

Además, el aumento en la temperatura del océano y la acidificación afectan negativamente a los ecosistemas marinos, pues muchas de las especies marinas necesitan condiciones de vida muy específicas. Es el caso, por ejemplo, de la gran barrera de coral. Con un aumento de apenas 1°C, prácticamente una cuarta parte del arrecife ha muerto a causa del efecto “blanqueo masivo” ([Bruno et al., 2019](#)).



Más de tres cuartas partes de la superficie del planeta está cubierta por los océanos, que contienen el 97% del agua de todo el globo. El restante 3% es agua dulce, de la cual más del 69% está congelada. De ahí que el agua disponible para el uso humano sea relativamente limitada ([USGS, 1993](#)). Debido a los cambios en los patrones de precipitación que está causando el cambio climático, hay zonas donde la cantidad de agua dulce está mermando, afectando directamente a los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, también se están multiplicando los fenómenos meteorológicos extremos (sequías, olas de calor, inundaciones, tormentas de nieve, huracanes, etc.) que amenazan especialmente a los países menos desarrollados. Además, el aumento de las temperaturas también es el causante de muchos de los incendios y procesos de desertificación que ya han comenzado.

Todos estos cambios en los ecosistemas, y la consecuente alteración de las condiciones de vida de las especies que los forman y habitan, están derivando en una gran pérdida de biodiversidad. Tal y como señala el último informe del IPBES La abundancia promedio de especies nativas en la mayoría de los principales hábitats terrestres ha disminuido en al menos 20%, en su mayoría desde 1900. Más del 40% de las especies de anfibios, casi el 33% de los corales de arrecife y más de un tercio de todos los mamíferos marinos están amenazados. El panorama es menos claro para las especies de insectos, pero la evidencia disponible respalda una estimación tentativa de que el 10% está amenazado. Al menos 680 especies de vertebrados fueron llevadas a la extinción desde el siglo XVI y más del 9% de todas las especies domesticadas de mamíferos utilizados para la alimentación y la agricultura se habían extinguido para 2016, y al menos 1.000 más están amenazadas, ([IPBES, 2019](#)).

Impactos sociales

Se estima que entre 2030 y 2050 anualmente se producirán 250.000 defunciones adicionales a causa de los efectos del cambio climático ([WHO, 2018](#)). El cambio climático contribuye a aumentar la frecuencia e intensidad de las olas de calor y frío, lo cual tiene graves consecuencias debido a que pueden llegar a agravar las enfermedades cardiovasculares y respiratorias o incluso a causar la muerte ([Linares et. al, 2017](#)). A pesar de que se espera una disminución de las muertes relacionadas con el frío en algunas regiones, el aumento de fallecimientos producidos por las olas de calor superará con creces esta reducción. En este sentido, si queremos evitar situaciones como la acaecida en 2003, cuando más de 70.000 personas murieron en Europa por la incidencia de las olas de calor ([Robine, 2008](#)), es imprescindible poner en marcha planes de prevención ante temperaturas extremas.

Por otro lado, la quema de combustibles fósiles, además de ser la primera fuente de emisión de GEI, también genera la emisión de una serie de contaminantes

atmosféricos que impactan negativamente en la calidad del aire. Esta contaminación es uno de los causantes del cáncer y de diversas patologías cardiovasculares y respiratorias (en 2016 se estima que la contaminación atmosférica provocó más de 4,2 millones de muertes prematuras cada año, [WHO, 2018](#)).

El aumento de temperaturas también incrementa el número de vectores de transmisión de enfermedades (como los mosquitos) y el rango de extensión geográfico y temporal de los mismos. Esto potencia la transmisión de enfermedades infecciosas como la malaria, el dengue o la fiebre amarilla.

Los cambios en los patrones de precipitación, unidos al aumento poblacional, han hecho que ya a día de hoy el 80% de la población mundial esté bajo la amenaza de la falta de agua de calidad para consumo humano. No solo esto, el cambio climático está afectando de forma severa a la calidad de los recursos hídricos disponibles para los asentamientos humanos ([P. Döll et al., 2014](#)).

Por otro lado, cabe señalar que los impactos del cambio climático conllevan mayores dificultades para erradicar la pobreza, reducir las desigualdades y asegurar el bienestar humano. En general, los grupos más desfavorecidos son también los que más sufren los impactos del cambio climático, pues carecen de menos recursos para hacer frente a catástrofes naturales, sequías, etc. En este sentido, el cambio climático puede llegar a ser un multiplicador de la pobreza ([Hallegatte & Rozenberg, 2017](#)).

El cambio climático afecta de manera especial a las poblaciones desfavorecidas y vulnerables a través de la inseguridad alimentaria, el aumento de los precios de los alimentos, la pérdida de ingresos, la pérdida de oportunidades de subsistencia y los impactos adversos para la salud. Todo ello puede provocar en determinados casos migraciones y desplazamientos masivos de la población, e incluso el inicio de conflictos bélicos ([IPCC, 2018](#)).

Impactos económicos

El cambio climático puede afectar directa o indirectamente a actividades económicas clave como son la agricultura, el turismo, la producción de energía, o el transporte ([IPCC, 2018](#)).

Sectores como la agricultura, la ganadería o la pesca pueden verse especialmente afectados por el cambio climático. A pesar de que todas estas actividades están íntimamente relacionadas con el clima, el caso de la agricultura es un tanto particular, ya que las temperaturas y precipitaciones tienen una gran incidencia en la producción agrícola. En el caso de la ganadería el aumento en las temperaturas o la aparición de nuevos vectores de transmisión puede afectar a la salud del ganado. De la misma forma, el aumento de la temperatura de los océanos y la

acidificación impacta directamente a los ecosistemas marinos provocando un descenso de la biodiversidad marina y por tanto de las capturas y, en consecuencia, de los ingresos de los pescadores.

El clima es un factor importante para determinar la geografía y la estacionalidad de la demanda, así como el gasto turístico a nivel mundial. Es por ello que las implicaciones del cambio climático para el sector turístico global son de gran alcance. Impactan en las inversiones del sector, los activos de destino (activos ambientales y culturales), los costos operativos y de transporte, y los patrones de demanda turística ([ETC, 2018](#)). El IPCC advierte en su último informe de que el aumento de las temperaturas afectará directamente a los mercados de turismo dependientes del clima, como el turismo de sol y playa, y de deportes de nieve. Por ejemplo, el cambio climático tendrá un efecto especialmente negativo en el turismo del sur de Europa, esperándose una reducción del 8% en España ([Jacob et. al, 2018](#)). No obstante, el impacto será mucho mayor en las zonas tropicales y en algunos estados insulares en desarrollo, en los que el sector turístico representa la base económica del país.

El cambio climático también puede afectar directamente al sector energético. A pesar de que se proyecta un gran aumento en la demanda de aire acondicionado, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales ([IPCC, 2018](#)), el aumento de las temperaturas disminuirá la eficiencia térmica de las tecnologías de generación de energía fósil, nuclear, biomasa y solar, y también afectará a la producción de energía hidroeléctrica.

Por otro lado, el transporte por carretera, aéreo, ferroviario, marítimo y por tuberías puede verse afectado directa o indirectamente por los aumentos de precipitación y de temperatura, por los acontecimientos climáticos extremos (inundaciones y tormentas) o por la incidencia de los ciclos de congelación y descongelación, entre otros ([Arent et al., 2014](#)).

Si no se mitigan los efectos del cambio climático, al reducirse los ingresos globales promedio y al ampliarse la desigualdad de ingresos global, la economía global podría verse muy afectada ([Burke et al., 2015](#)).

V. Soluciones

Hacer frente al problema del cambio climático requerirá una profunda transformación de la sociedad actual, en la que toda la sociedad está llamada a participar. Para ello, es necesario identificar las medidas que se pueden adoptar y su potencial para reducir las emisiones. Tras un exhaustivo análisis, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente ([UNEP](#)) ha definido una hoja de ruta con las actuaciones necesarias en los seis sectores clave para la descarbonización de la economía

Así, estiman que, para evitar alcanzar el aumento de temperatura de 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales y así evitar los peores efectos del cambio climático, las emisiones deben reducirse entre 29 y 32 Gt de CO₂ anualmente. Para lograr este objetivo no será suficiente con reducir las emisiones directas del transporte y la industria. Además, todos los países deberán trabajar en una gestión eficiente de los recursos naturales, construir ciudades climáticamente inteligentes, reducir la deforestación y acabar con el desperdicio de alimentos.

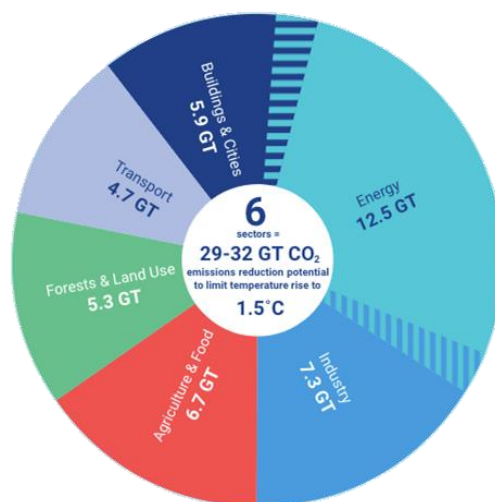
Capacidad de reducción de emisiones por sectores

A día de hoy el **sector energético** puede contribuir a reducir los GEI en 12,5 Gt al año ya que cuenta con la tecnología necesaria para evitar una gran cantidad de sus emisiones transitando hacia las energías renovables y aumentando su nivel de eficiencia.

La **industria** puede reducir sus emisiones en 7,3 Gt al año adoptando sistemas de refrigeración y calefacción pasivos o basados en energías renovables, mejorando su eficiencia energética y abordando otros problemas urgentes como las fugas excesivas de metano.

El **sector de la agricultura y el sector alimentario** pueden reducir las emisiones en 6,7 Gt anuales reduciendo la pérdida y el desperdicio de comida y transitando hacia una dieta más sostenible. De hecho, adoptar una alimentación rica en plantas y vegetales es una de las acciones clave para reducir nuestra huella de carbono.

En el ámbito de **los bosques y el uso de la tierra**, la capacidad de reducción de emisiones asciende a 5,3 Gt anuales a nivel mundial si se reduce la deforestación a la mitad y se restauran los ecosistemas degradados. Las inversiones en este tipo de actuaciones no solo ayudarán a mitigar el cambio climático, sino que



contribuirán a aumentar la resiliencia climática de los ecosistemas, mejorarán la calidad del aire, mejorarán el suministro de agua en las ciudades, ayudarán a conservar la biodiversidad, reforzarán la seguridad alimentaria y mejorarán las economías rurales.

Las emisiones del **sector del transporte**, que son responsables de una cuarta parte de las emisiones globales y que se duplicarían en un escenario de inacción climática para 2050, se pueden reducir en 4,7 Gt anuales adoptando vehículos eléctricos y creando espacios seguros por los que poder caminar, andar en bicicleta o usar cualquier otro tipo de transporte no motorizado.

En cuanto a **las ciudades** y al **sector de la construcción**, se calcula que pueden contribuir a la reducción de emisiones den 5,9 Gt anuales. Para ello, las infraestructuras y edificios que se construyan deben ser bajos o neutros de carbono, ya que se estima que el 70% de la infraestructura urbana necesaria para adaptarse a un mundo en rápido crecimiento está todavía por construir.

Hoja de ruta y líneas de acción

A continuación, se detallan las medidas que podrían adoptar tanto los gobiernos, como el sector privado y la ciudadanía para alcanzar las potenciales reducciones de emisiones estimadas para cada uno de los sectores.

ENERGÍA		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Definir objetivos de descarbonización y estrategias nacionales de transición energética más ambiciosas.	Definir objetivos de descarbonización.	Conocer cuánta energía utiliza y tratar de reducir su consumo.
Abandonar las políticas y subsidios que apoyan a la industria de los combustibles fósiles.	Auditar el uso de la energía y la eficiencia energética de las empresas.	Usar energía que provenga de fuentes renovables.
Implementar políticas para incentivar la energía renovable y promover la eficiencia energética.	Aprovechar las oportunidades que ofrecen las energías renovables en todas las cadenas de suministro.	Eliminar las inversiones en combustibles fósiles.
	Planificar e implementar una estrategia de desinversión en combustibles fósiles.	Decantarse por proveedores de energía limpia y comprometidos con la sostenibilidad.

INDUSTRIA		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Fortalecer los estándares de eficiencia energética.	Aumentar la investigación y el desarrollo de nuevos procesos industriales bajos en carbono.	Reducir, reutilizar, reparar y reciclar lo que se consume.
Poner precio al carbono para reducir las tecnologías intensivas en carbono y promover alternativas sostenibles.	Auditar el uso de la energía y la eficiencia de los recursos para definir líneas de acción.	Solicitar a los gobiernos y a las empresas información sobre producción, compromisos y prácticas sostenibles con el medioambiente.
Fomentar el uso de calefacción y refrigeración eficiente y renovable.	Entender la exposición al riesgo climático.	Preguntar a organismos gubernamentales y empresas sobre opciones sostenibles.
Incentivar el uso eficiente de gases industriales que generan efecto invernadero, incluyendo la reducción de fugas de metano.	Aprovechar las oportunidades asociadas a las renovables y a la eficiencia de los recursos.	Apoyar a las empresas que adoptan prácticas sostenibles y circulares.

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Medir y reducir el desperdicio de alimentos.	Medir e informar sobre el desperdicio de alimentos.	Cambiar a una dieta rica en plantas y vegetales.
Definir y promover objetivos basados en los conocimientos científicos para aumentar la disponibilidad y consumo de alimentos ricos en plantas y aumentar la producción sostenible.	Comprometerse en la reducción del desperdicio alimentario con objetivos de reducción de al menos la mitad para 2030.	Comer alimentos de temporada y de cercanía.
Informar a la ciudadanía y a las empresas o personas productoras sobre las implicaciones de la elección de alimentos y sobre opciones para la reducción del desperdicio.	Trabajar junto con proveedores y clientes en la búsqueda de soluciones para la reducción del desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena de suministro.	Comprar sólo lo que se puede comer o almacenar.
Alinear las recomendaciones alimentarias nacionales con los objetivos climáticos.	Revisar el embalaje/empaquetado de alimentos, proporcionar una guía clara de almacenamiento, eliminar las fechas de "exhibición hasta" y aclarar las fechas de caducidad.	Planificar las comidas y las listas de la compra, medir el tamaño de las porciones y reutilizar las sobras.
Promover una agricultura sostenible y climáticamente inteligente.	Evitar las promociones 2x1 si es probable que las personas consumidoras compren más de lo que pueden comer.	Comprar las verduras y las frutas "feas".
	Reutilizar los ingredientes extra-maduros en la tienda.	Almacenar los alimentos correctamente, congelándolos cuando sea necesario.
	Transferir los excedentes de alimentos sanos a las personas más necesitadas.	Compostar los restos de comida.

BOSQUES Y USO DE LA TIERRA		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Reducir la deforestación tropical a la mitad para 2050 y detener la deforestación neta para 2030 a nivel mundial.	Colaborar con los proveedores para minimizar los impactos en los ecosistemas a lo largo de toda la cadena de suministro.	Unirse a una organización local o nacional que apoye la conservación y restauración del hábitat forestal.
Eliminar las políticas y subsidios que incentiven la deforestación y promover la restauración de bosques degradados.	Invertir en conservación y restauración de ecosistemas.	Adoptar una dieta que reduzca la pérdida y degradación del hábitat forestal, comprando productos de temporada, de cercanía y libres de ingredientes cuya obtención contribuya a la deforestación.
Vigilar y evaluar sistemáticamente el progreso de los esfuerzos de conservación y restauración.	Promover las inversiones en cadenas de suministro libres de deforestación.	Compensar tu huella de carbono a través de inversiones en sumideros de carbono naturales.
Restaurar 150 millones de hectáreas de bosques y otros paisajes para el 2020 y 350 millones de hectáreas para el 2030 (objetivos principales del Desafío de Bonn).		
Monitorear y evaluar sistemáticamente el progreso de los esfuerzos de conservación y restauración.		

TRANSPORTE		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Incentivar la transición al transporte de emisiones cero.	Cambiar al ferrocarril para el transporte de materias primas.	Comprar vehículos eléctricos y coches que utilicen combustibles más limpios.
Invertir y eliminar las barreras a infraestructuras de movilidad no motorizada.	Cambiar las flotas a vehículos eléctricos.	Elegir el tren en lugar del avión y viajar lo menos posible.
Promover políticas que reduzcan las emisiones del transporte y aporten importantes beneficios a la salud pública, incluyendo un mayor transporte público y la movilidad no motorizada.	Adoptar las videoconferencias para reuniones y conferencias.	Reducir los desplazamientos trabajando desde casa.
Cambiar las flotas a vehículos eléctricos.	Organizar modalidades de trabajo flexibles y escalonadas.	Realizar reuniones por videoconferencia.
		Usar el transporte público y unirse a los servicios de uso compartido de bicicletas, motocicletas o automóviles.
		Apoyar las iniciativas del gobierno local para mejorar las infraestructuras de transporte público y movilidad no motorizada.

CIUDADES Y EDIFICIOS		
Gobiernos	Sector privado	Ciudadanía
Modernizar los edificios públicos.	Evaluar el uso de la energía y la huella de carbono.	Comprender y analizar la eficiencia energética de una casa antes de comprar o alquilar.
Promover la instalación de bombas de calor, células solares y tecnología de almacenamiento de calor.	Incluir la sostenibilidad en las prácticas comerciales y de inversión a largo plazo.	Descubrir dónde pierde energía tu hogar y ponerle solución.
Incentivar la instalación de refrigeración y calefacción central, y el uso de electrodomésticos y luces de bajo consumo.	Aprovechar los incentivos gubernamentales diseñados para reducir las emisiones de GEI.	Sellar ventanas y puertas, detener los puentes térmicos a través del aislamiento, instalar puertas de doble acristalamiento e invertir en bombas de calor.
Establecer estándares de construcción neutra en carbono para las nuevas construcciones.	Ser líder en prácticas sostenibles y bajas en carbono.	Usar cortinas y persianas para mantener la casa fresca y reducir la necesidad de aire acondicionado.
Integrar la planificación sostenible en la planificación urbana y rural.	Educar a las personas consumidoras y a las y los clientes sobre la sostenibilidad.	Cambiar a la iluminación LED y comprender el rendimiento de la eficiencia al comprar electrodomésticos nuevos.
Incentivar las soluciones de miniredes, la calefacción y refrigeración de distrito, y los sistemas de aprovechamiento energético de residuos.		
Aumentar la densidad del tejido urbano y fomentar los usos mixtos, de modo que los barrios tengan los servicios que necesitan a escala local.		
Integrar la infraestructura gris, azul y verde para administrar los recursos y la escorrentía con un impacto mínimo en el medioambiente.		
Favorecer la creación de mercados locales		
Desarrollar sistemas inteligentes para integrar edificios, sistemas de movilidad y energía, incluida la gestión del tráfico, la carga distribuida de vehículos eléctricos y los procesos de planificación integrados.		