



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Fracaso en la gestión de la crisis climática mundial.
Análisis crítico de la actual legislación

Trabajo Fin de Grado

Grado en Gestión y Administración Pública

AUTOR/A: Plá Ayora, David

Tutor/a: Portillo Poblador, Nuria

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

FRACASO EN LA GESTIÓN DE LA CRISIS CLIMÁTICA MUNDIAL. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA ACTUAL LEGISLACIÓN

Nombre del Estudiante: David Plá Ayora

Grado en Gestión y Administración Pública

Tutorizado por: Nuria Portillo Poblador

Curso académico 2022 – 2023

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Nuria y a Ángela. Gracias por ayudarme tanto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Resúmenes	8
1.1.1	Resumen.....	8
1.1.2	Resum.....	9
1.1.3	Abstract	10
1.2	Objetivos	11
1.3	Metodología	11
1.4	Vinculación de la materia a la titulación	12
1.5	Relación con los ODS.....	12
2	DESCRIPCIÓN DE LA CRISIS CLIMÁTICA.....	15
2.1	¿Qué se entiende por crisis climática?.....	15
2.2	Vertientes que comprende	23
3	MARCO NORMATIVO	37
3.1	Evolución a lo largo del tiempo y espacio	37
3.2	Derecho comparado.....	42
3.2.1	Ámbito internacional.....	42
3.2.1.1	Convención Marco de las Naciones Unidas	42
3.2.1.2	Protocolo de Kioto.....	43
3.2.1.3	Acuerdo de París	45
3.2.2	Unión Europea.....	48
3.2.3	Nacional.....	50
3.2.4	Autonómico.....	58
3.2.4.1	Cataluña	58
3.2.4.2	Baleares	59
3.2.4.3	Andalucía.....	60
3.2.4.4	Comunidad Valenciana.....	60
3.2.4.5	Otras comunidades	61
3.2.5	Local	61
4	EFFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DISPUESTAS / FUTURO CLIMÁTICO	62

5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS / COMENTARIO / CRÍTICA.....	70
6	PROPUESTAS DE MEJORA	75
7	CONCLUSIONES	77
8	BIBLIOGRAFÍA.....	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Forzamiento radiativo de los GEI más importantes	21
Ilustración 2: Hielo del Océano Ártico.....	31
Ilustración 3: Hielo del Océano Antártico	32
Ilustración 4: Pérdida de masa helada	32
Ilustración 5: Infografía de escenarios relacionados con la temperatura y las emisiones	67
Ilustración 6: Infografía de escenarios relacionados con fenómenos climáticos	68
Ilustración 7: Infografía de escenarios relacionados con el hielo	68
Ilustración 8: Infografía de escenarios relacionados con los océanos y mares	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición atmosférica en seco.....	20
---	----

ABREVIATURAS / SIGLAS

C: Carbono

CCAA: Comunidades Autónomas

CFC: Clorofluorocarbonos

CO₂: Dióxido de carbono

EE. UU.: Estados Unidos

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GT: Gigatonelada

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

HFC: Hidrofluorocarbonos

INDC: *Intended Nationally Determined Contributions*

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

NDC: *Nationally Determined Contributions*

O: Oxígeno

ONU: Organización de Naciones Unidas

PACES: Pla d'Acció pel Clima i l'Energia sostenible

SEO: Sociedad Española de Ornitología

PMUS: Planes de Movilidad Urbana Sostenible

PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

PNUMA: *United Nations Environment Programme*

PPB: Partes por mil millones (*Parts Per Billion*)

PPM: Partes por millón

PPT: Partes por Billón (*Parts Per Trillion*)

SSP: *Shared Socioeconomic Pathways*

TC: Tribunal Constitucional

TFG: Trabajo de Fin de Grado

UE: Unión Europea

UPV: Universidad Politécnica de Valencia

YJ: Yottajulio

EPA: *Environmental Protection Agency*

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

COP: *Conference of the Parties*

$C_6H_{12}O_6$: Glucosa

H_2O : Agua

O_2 : Oxígeno molecular

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Resúmenes

1.1.1 Resumen

La crisis climática es uno de los mayores retos a los que la humanidad se enfrenta y se enfrentará en los próximos años. Sin embargo, los esfuerzos de los estados por hacerle frente no han resultado ser más que medidas manifiestamente insuficientes, aun a sabiendas de las alarmantes previsiones que desde la ciencia se auguran año tras año.

A partir de los datos e información recabada se expondrá el desafío que supone la crisis climática mundial para presentar con detalle sus fundamentos e implicaciones.

Una vez descrita esta realidad se analizarán las políticas adoptadas por los gobiernos tanto a escala internacional como nacional y local, con tal de determinar la efectividad de la legislación que se ha ido configurando desde que comenzaron a ser conscientes de la gravedad del problema, y así discernir los motivos de su tibieza ante la misma.

Finalmente, se hará uso de los datos recabados en los análisis para formular soluciones realistas y eficaces que requieran voluntad y compromiso compartido.

Palabras clave: crisis climática, políticas, análisis crítico, soluciones

1.1.2 Resum

La crisi climàtica és un dels majors reptes als quals la humanitat s'enfronta i s'enfrontarà en els pròxims anys. No obstant això, els esforços dels estats per fer-li front no han resultat ser més que mesures manifestament insuficients, fins i tot sabent les alarmants previsions que des de la ciència s'auguren any rere any

A partir de les dades i informació recaptada s'exposarà el desafiament que suposa la crisi climàtica mundial per a presentar amb detall els seus fonaments i implicacions.

Una vegada descrita aquesta realitat s'analitzaran les polítiques adoptades pels governs tant a escala internacional com nacional i local, amb la condició de determinar l'efectivitat de la legislació que s'ha anat configurant des que van començar a ser conscients de la gravetat del problema, i així discernir els motius de la seua tebiesa davant aquesta.

Finalment, es farà ús de les dades recaptades en les anàlisis per a formular solucions realistes i eficaces que requerisquen voluntat i compromís compartit.

Paraules clau: crisi climàtica, polítiques, solucions

1.1.3 Abstract

The climate crisis is one of the greatest challenges humanity faces and will face in the coming years. Despite this, states' efforts have resulted in nothing but insufficient measures (even though countries are perfectly aware of scientists' worrying forecasts).

Based on the data and information collected, the challenge posed by the global climate crisis will be exposed in order to present its foundations and implications in detail.

After that, policies adopted by international, national and local governments will be analyzed in order to determine the effectiveness of the legislation they have put in place since they became aware of the seriousness of the problem (and also discern why they are not more ambitious).

Lastly, data collected in the analyses will be used to come up with realistic and effective solutions.

Keywords: Climate crisis, policies, solutions

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es señalar el deplorable tratamiento al que la actividad humana está sometiendo al planeta, recalcando la importancia que tiene cuidar y conservar el medio ambiente tanto para las generaciones venideras como para el resto de la biodiversidad del globo.

A continuación, se detallan los objetivos específicos que se desarrollarán durante el texto:

- Entender el concepto de crisis climática, ahondando en todas sus vertientes con tal de tener la mejor visión posible del problema
- Analizar los acuerdos, leyes, reglamentos y planes climáticos adoptados por los gobiernos para identificar sus puntos flacos
- Estudiar las consecuencias de mantener los planes actuales
- Discernir los motivos por los que estas medidas no están teniendo efectos significativos
- Proponer soluciones y mejoras efectivas que lo corrijan

1.3 Metodología

Para poder ejecutar los objetivos previos se seguirá la siguiente metodología:

1. Se reunirá todo tipo de informes y escritos (de fuentes fiables) para hacer acopio de material útil
2. En ellos se apoyará el análisis con el que se obtendrán los conocimientos necesarios para poder abordar con criterio este tema
3. Se analizará el marco normativo de acción climática tanto a escala internacional como europea y nacional (dentro del ámbito español también se estudiará la legislación de la administración central, autonómica y local).
4. Posteriormente, se determinará la efectividad de las medidas dispuestas

5. En base a esto, se llevará a cabo un análisis que exponga los aspectos más criticables del régimen actual
6. Por último, se propondrán soluciones que corrijan las deficiencias encontradas, teniendo en mente que deben ser viables y realistas.

1.4 Vinculación de la materia a la titulación

Se puede establecer un vínculo claro entre el Grado de Gestión y Administración Pública y esta materia. Los recursos de este planeta son finitos, y es evidente que al ser esta su naturaleza es absolutamente necesaria la mejor gestión posible de los mismos. Aquí cobra especial importancia el papel de la administración, puesto que es su objetivo máximo velar por el buen uso de los recursos y del trabajo humano, atendiendo además a las exigencias de la ciudadanía, que cada vez está más concienciada con los problemas medioambientales.

Así pues, los contenidos de este título capacitan a sus estudiantes para entender la estructura y el lenguaje jurídicos; competencias que auxiliarán en gran medida a la hora de llevar a la práctica la metodología de este trabajo. En concreto, los estudiantes son plenamente capaces de diseccionar textos legales y de aplicar los conocimientos interiorizados durante el grado en gestionar y administrar situaciones por sí mismos, lo que, otra vez, supondrá una ayuda inestimable a lo largo de la redacción.

1.5 Relación con los ODS

Es evidente la relación que existe entre los contenidos de este Trabajo de Fin de Grado y los Objetivos de Desarrollo Sostenible impulsados por la Organización de Naciones Unidas. No es de extrañar entonces que se pueda identificar una gran cantidad de ellos a medida que son tratados directa o indirectamente en la redacción:

- 3. Salud y bienestar

Una vida sana solo es posible en un entorno que la posibilite. De ahí la importancia de asegurar que este mantenga unas condiciones ambientales adecuadas tomando medidas efectivas que frenen el progreso del cambio climático

- 6. Agua limpia y saneamiento

El agua es uno de los recursos más importantes del mundo. De igual manera que el Objetivo anterior, es imprescindible garantizar que su consumo sea sostenible en un mundo en el que el calentamiento global dificultará su acceso. Además, deberán instaurarse sistemas de saneamiento que permitan el tratamiento de las aguas residuales para su seguro vertido en ríos y mares.

- 7. Energía asequible y no contaminante

La transición a energías verdes es decisiva para combatir el cambio climático. Sin embargo, para que en este ámbito se produzca un impacto considerable deben también reforzarse su facilidad de acceso y eficiencia.

- 8. Trabajo decente y crecimiento económico

El actual sistema económico es causante directo de la crisis climática, por lo que debe ser revisado. En este esfuerzo, por supuesto, no se debe ignorar el bienestar de las personas, de manera que un equilibrio razonable entre ambos planteamientos es necesario. Ciertamente, surgirían nuevas oportunidades como la creación de trabajos relacionados con las tecnologías verdes.

- 9. Industria, innovación e infraestructuras

Es uno de los sectores que más emisiones de efecto invernadero produce, generando en España un 20,8 % del total en el 2020 ¹. Debido a su importancia económica es imprescindible un reajuste que lo vuelva respetuoso con el medio

¹ Secretaría de estado de medio ambiente. Nota informativa sobre el Avance de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, junio de 2021 https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/avance-gei-2021_tcm30-457778.pdf

ambiente al mismo tiempo que siga permitiendo cubrir las necesidades colectivas.

- 10. Reducción de las desigualdades

La consecución de este objetivo pelagra con el cambio climático las consecuencias del calentamiento global tienen un mayor impacto en las poblaciones que sufren situaciones de vulnerabilidad económica y mayores niveles de riesgo de pobreza. a medida que la crisis avance la desigualdad social se incrementará notoriamente, llegando a provocar el surgimiento de refugiados climáticos que se vean obligados a abandonar su territorio para poder sobrevivir.

- 11. Ciudades y comunidades sostenibles

Cada vez más la población mundial se concentra en núcleos urbanos, en los que esta presión hará necesaria la aplicación de medidas ecológicas que permitan su correcto sustento.

- 12. Producción y consumos responsables

En pos del crecimiento desmedido, los recursos que el entorno natural nos brinda se han estado aprovechando a un ritmo que el planeta no puede reponer. El modelo de producción actual no es sostenible.

- 13. Acción por el clima

Es probablemente el objetivo más relevante para el trabajo. Es innegable la relación entre el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera y la subida de temperaturas que ha experimentado el planeta. Esto favorece la proliferación de eventos climatológicos cada vez más extremos, lo que insta a atajar este problema eficazmente cuanto antes.

- 14. Vida submarina

La crisis climática no solo se limita a la contaminación del aire o a los fenómenos extremos. Los ecosistemas marinos también sufren sus efectos, como la

acidificación de los océanos, los desechos que van a parar al mar o los microplásticos.

- 15. Vida de ecosistemas terrestres

Al igual que en los marinos, la vida en los ecosistemas terrestres también se ve afectada negativamente. La pérdida de biodiversidad o terreno virgen son solo dos ejemplos. Es más, la pandemia de COVID-19 provocada por el virus zoonótico SARS-CoV-2 no es sino la consecuencia de la cada vez mayor intromisión de los humanos en bosques, montañas y selvas.

- 16. Paz, justicia e instituciones sólidas

Es acuciante la necesidad de tener instituciones sólidas y eficaces, capaces de promover políticas públicas contundentes que puedan paliar los efectos del cambio climático.

- 17. Alianzas para lograr los objetivos

Solo se tendrá éxito en la lucha contra esta crisis mundial con el compromiso y esfuerzo colaborativo de las naciones del mundo.

2 DESCRIPCIÓN DE LA CRISIS CLIMÁTICA

2.1 ¿Qué se entiende por crisis climática?

El cambio climático se ha impuesto como uno de los asuntos más trascendentales de nuestra época. Se trata de un tema complejo, y para entenderlo es necesario explicar un buen número de conceptos, así como las relaciones que tienen entre sí.

Según la Agencia Española de Climatología, el clima es el “conjunto de condiciones atmosféricas medias de un determinado lugar durante un largo periodo de tiempo”. A

menudo se confunde con el tiempo meteorológico, que es el estado de la atmósfera en un momento dado ².

El motor fundamental del clima es la radiación solar. La superficie terrestre la absorbe y se calienta, incorporando así energía térmica al sistema climático del planeta. Esta estimula la actividad de variables meteorológicas como la temperatura, las precipitaciones o el viento, que junto a las interacciones de los componentes de la geosfera (atmósfera, hidrósfera, biósfera, litósfera y criósfera) se redistribuye por todo el globo, dando lugar a la gran variedad de condiciones ambientales que existen en la Tierra ³.

Ahora bien, la radiación térmica que emite el planeta tiende a escapar al espacio. Este comportamiento mantiene el equilibrio energético del sistema climático dado que la cantidad de energía que se expulsa es idéntica a la que llega del sol: la potencia solar que asimila el planeta (240 w/m^2) se traduce en los $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ que emite al exterior. Es un intercambio que se da constantemente ⁴.

Pero la temperatura media que percibimos en la superficie terrestre es claramente superior a $-18 \text{ }^\circ\text{C}$. De lo contrario, la amplia cobertura de agua líquida que hace excepcional a nuestro planeta estaría congelada y la vida tal y como la conocemos no sería posible. Está claro que hay un factor adicional en juego que, de algún modo, concentra calor en las capas inferiores de la atmósfera hasta los actuales $15,15 \text{ }^\circ\text{C}$ ⁵.

En efecto, los causantes de esta diferencia de 33 grados son los llamados gases de efecto invernadero (GEI). Los GEI son un grupo de gases atmosféricos muy sensibles a la radiación térmica que despiden la Tierra. Todos ellos se caracterizan por su tendencia a absorberla, lo que favorece la acumulación de calor en el sistema climático. Los más

² AECLIM, AEC. Vocabulario climático para comunicadores y divulgación general. Recuperado el 12 de febrero de 2022 http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/vocabulario_climatico_AEC_ACOMET.pdf

³ AdaptNSW. The global climate system. New South Wales Government. Recuperado el 17 de febrero de 2022 <https://www.climatechange.environment.nsw.gov.au/global-climate-system#:~:text=The%20global%20climate%20system%20is,such%20as%20greenhouse%20gas%20emissions.>

⁴ NASA. Earth's Energy Budget Poster. Recuperado el 14 de febrero de 2022 <https://science.nasa.gov/earths-energy-budget-poster>

⁵ H. Goose, P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre y V. Zunz. Introduction to climate dynamics and climate modelling. Université Catholique de Louvain, 2008 – 2010 http://www.climate.be/textbook/chapter2_node3.xml

destacados son el dióxido de carbono y el metano, aunque existen otros de menor importancia como el ozono o el óxido nitroso ⁶.

Su presencia entorpece el flujo natural de salida al atrapar parte de su calor. Esta absorción los carga de energía cinética, que devuelven al entorno como calor conforme van chocando con las demás moléculas del aire. La radiación térmica que los impactos liberan se desperdiga en todas direcciones, de manera que una cantidad significativa vuelve a la superficie y se suma a la energía que continuamente se recibe del sol ⁷. A este fenómeno se le denomina efecto invernadero. El límite de energía térmica que la atmósfera puede albergar depende entonces de la cantidad de estos gases en ella. A mayor saturación, más calor se puede retener.

Así pues, cambios en la proporción de estos gases han sido responsables de variaciones en el clima a lo largo de la historia de la Tierra. Por supuesto, no solo transforman el clima las alteraciones en la concentración de GEI. También pueden incidir factores que directamente modifiquen la energía que entra o sale del sistema. El impacto de un asteroide que cubra el globo de residuos que no dejen pasar la luz solar es un ejemplo de ello, como también pueden serlo variaciones al alza o a la baja en la potencia del sol.

En cualquier caso, estos eventos perturban el balance energético del sistema climático, que comienza a ingresar o perder calor hasta que encuentra un nuevo punto de equilibrio. A esta variación de paradigma se la conoce como cambio climático, y nuestro planeta ha experimentado muchos a lo largo de su historia. De hecho, la práctica totalidad de expertos del clima coincide en que la Tierra lleva décadas en una de estas transiciones.

⁶ EPA. Overview of Greenhouse Gases. Recuperado el 3 de marzo de 2022
[https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20\(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.](https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.)

⁷ Virtual chembook. Greenhouse gasses Absorb Infrared Radiation. Elmhurst College. Recuperado
<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/globalwarmA5.html>

Así pues, la evidencia científica demuestra que la temperatura media del planeta ha ido en aumento (es decir, el sistema climático emite menos energía de la que recibe). A este proceso se le conoce como calentamiento global ⁸.

La causa es un incremento de la saturación atmosférica de GEI. Como ya se ha explicado, se tiene constancia de otros calentamientos por GEI, pero el de hoy en día es fundamentalmente diferente a los anteriores: no es de origen natural, sino que se debe a la actividad humana.

El inicio de esta tendencia coincide con el comienzo de la Revolución industrial. Esta etapa supuso la transición de una sociedad rural y agraria a una más sofisticada, centrada en la fabricación a gran escala de bienes y servicios. Los avances en el aprovechamiento de la energía fósil sentaron las bases de esta nueva configuración social y económica. Concretamente, el carbón se convirtió en el combustible empleado para accionar las máquinas de vapor que mecanizaron el proceso de manufactura.

Con el paso del tiempo, el progreso tecnológico encontró nuevas y más eficientes maneras de explotar los combustibles fósiles, lo que los consolidó como la principal fuente energética mundial. En la actualidad permean cada aspecto de nuestra sociedad: las centrales térmicas convencionales nos proveen de electricidad, los derivados del petróleo (gasolina, gasóleo, queroseno, fuelóleo) impulsan coches, barcos y aviones, el gas natural calienta nuestros hogares...

No es de extrañar que tal estructuración en torno a los hidrocarburos pueda afectar de algún modo al clima. En efecto, si se estudia la reacción por la que se libera su energía se puede determinar una relación de causalidad entre el cambio climático y el uso de estos combustibles. Para extraer su poder, el carbono que los compone debe reaccionar con el oxígeno atmosférico, lo que genera como producto residual dióxido de carbono ($C + O_2 = CO_2$). Es esta molécula, un gas de efecto invernadero, la principal causa del calentamiento antropogénico y la base sobre la que se cimenta esta problemática.

⁸ AECLIM, AEC. Vocabulario climático para comunicadores y divulgación general. Recuperado el 12 de febrero de 2022. http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/vocabulario_climatico_AEC_ACOMET.pdf

Aún así, existen otras cuantas derivadas de la actividad humana cuyo impacto no se puede ignorar. La segunda más importante es el metano, producido mayormente por la industria ganadera (los procesos digestivos de los animales, su estiércol que se usa como fertilizante, etc). El manejo del gas natural, compuesto principalmente por esta molécula, o la descomposición de materia orgánica en vertederos también lo originan. Después está el óxido nitroso, proveniente de actividades relacionadas con la agricultura, la industria o la quema de combustibles ⁹. El ozono troposférico (no se debe confundir con el que forma la famosa capa de la estratosfera), como su nombre indica, se encuentra en la parte más baja de la atmósfera. Lo crean las reacciones entre óxidos de nitrógeno con otros contaminantes ¹⁰. Los siguientes son los clorofluorocarbonos y los hidroclorofluorocarbonos (CFC y HCFC), un conjunto de compuestos antiguamente usados en refrigeración y aerosoles. Se sustituyeron por los hidrofluorocarbonos (HFC, también de efecto invernadero) una vez se conoció que eran los causantes de la desintegración de la capa de ozono ¹¹. A pesar del impacto que tienen en el clima, los GEI suponen una fracción minúscula del total de gases atmosféricos. Como se ve en la tabla 1, no llegan siquiera al 0,05%.

⁹ EPA. Overview of Greenhouse Gases. Recuperado el 3 de marzo de 2022 [https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20\(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.](https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.)

¹⁰ EPA. Ground-level Ozone Basics. Recuperado el 3 de marzo de 2022 <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>

¹¹ Danfoss. Eliminación gradual de los refrigerantes HCFC y CFC. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 <https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/hcfc-and-cfc-phase-out/>

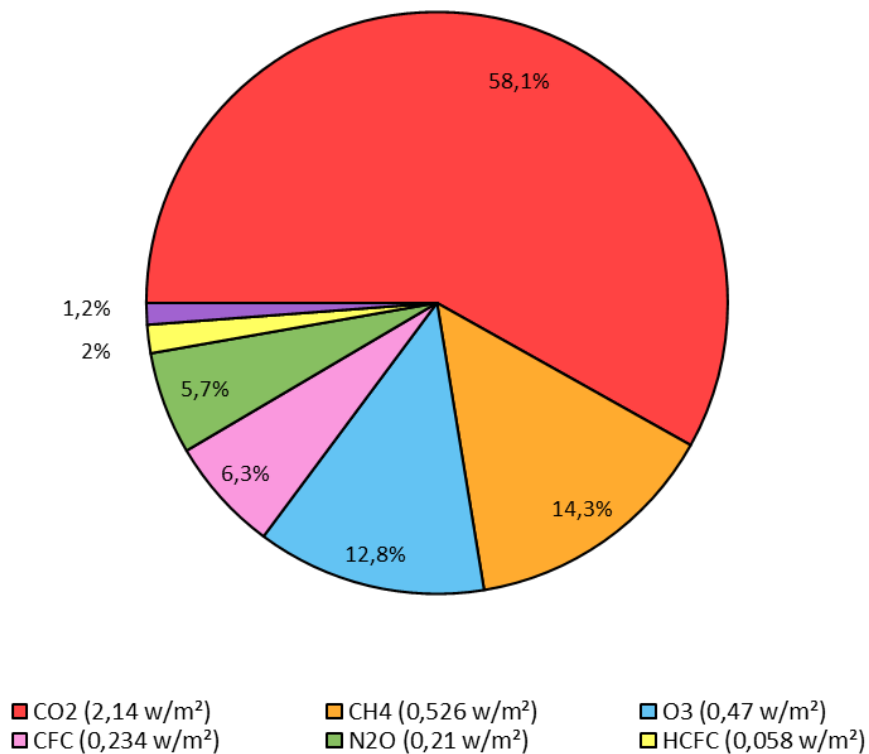
Tabla 1:
Composición atmosférica en seco.

COMPOSICIÓN ATMOSFÉRICA EN SECO (LAS CELDAS CON TEXTO EN NEGRITA SON DE GEI)					
Gas	Porcentaje	Partes Por Millón (ppm)	Partes Por Billón (ppb)	Partes Por Trillón (ppt)	Concentración preindustrial
Nitrógeno	78,084 %				
Oxígeno	20,946 %				
Argón	0,934 %				
Dióxido de carbono	0,042 %	420	-	-	280 ppm
Neón	0,0018 %				
Helio	0,000524 %				
Metano	0,00019 %	1,9	1900	-	700 ppb
Kriptón	0,000114 %				
Hidrógeno	0,00005 %				
Óxido nitroso	0,00003 %	0,35	300	-	270 ppb
Ozono troposférico	0,000002 %	0,02	20		10 ppb
CFC	0,00000008 %	0,0008	0,8	800	0 ppt
HCFC	0,00000003 %	0,0003	0,3	300	0 ppt
HFC	0,000000027 %	0,00027	0,27	270	0 ppt
Otros %

Elaboración propia. Fuentes: Hannah Ritchie, Max Roser. *Atmospheric concentrations* / Educaplus.org. *Composición de la atmósfera* / IPCC. *Carbon Dioxide (CO₂) – IPCC* / Larry W. Horowitz. *Past, present, and future concentrations of tropospheric ozone and aerosols: Methodology, ozone evaluation, and sensitivity to aerosol wet removal* / Wikipedia. *Ground level ozone* / NASA Ozone Watch. *Ozone facts* / AGAGE. *AGAGE Data & Figures*.

Además, sus concentraciones son extremadamente dispares, siendo el CO₂ casi el 95% de ese 0,05%. Sus vidas medias tampoco son iguales: el dióxido de carbono tarda décadas, siglos e incluso milenios en ser eliminado de la atmósfera, mientras que el metano se descompone en unos 12 años ¹². Lo mismo ocurre si se comparan sus capacidades de captación de energía. Por ejemplo, el forzamiento radiativo del CO₂ es 4 veces mayor al metano, pese a ser el CH₄ 220 veces menos común. Actualmente los gases de efecto invernadero son responsables de un forzamiento de 3,682 w/m² con respecto a 1750. Este gráfico circular de los gases más importantes muestra qué porcentaje del total se le atribuye a cada uno.

*Ilustración 1:
Forzamiento radiativo de los GEI más importantes*



Elaboración propia. Fuentes: NOAA Global Monitoring Laboratory. *The NOAA annual greenhouse gas index (AGGI) / Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary*

¹² Carla Borràs. ¿Cuánto tiempo permanecen los gases de efecto invernadero en la atmósfera? Ecología verde, 12 de abril de 2018 <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tiempo-permanecen-los-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atmosfera-166.html>

Ahora bien, el forzamiento radiativo efectivo al que en realidad se ha visto sometido el sistema climático es de $2,72 \text{ w/m}^2$. Este desajuste se debe a que la influencia de los GEI se ve parcialmente contrarrestada por la acción de otro factor: la materia particulada. Los aerosoles que emite la actividad humana reflejan parte de la radiación solar que llega al planeta, anulando así una porción sorprendentemente significativa del efecto calefactor de los gases de efecto invernadero. En concreto, la reducción es de $1,1 \text{ w/m}^2$. Si se sustrae de los $3,682 \text{ w/m}^2$, la cifra resultante ($2,582 \text{ w/m}^2$) se aproxima considerablemente a los $2,72 \text{ w/m}^2$ de forzamiento neto.

Cabe puntualizar que el resultado de la resta no es idéntico al forzamiento radiativo efectivo ya que en el cómputo de este último también intervienen otros elementos que inciden en el balance energético aparte de los GEI y los aerosoles, como cambios en la cobertura terrestre o ciertos procesos biogeoquímicos, los cuales se han omitido en aras de la simplicidad (pues no influyen de manera tan significativa) y por no ser temáticamente pertinentes.

En definitiva, en poco más de dos siglos las ingentes cantidades de GEI que hemos inyectado en la atmósfera han provocado un calentamiento de $1,15 \text{ }^\circ\text{C}$: en la época preindustrial la temperatura media de la superficie era de $14 \text{ grados centígrados}$, no de $15,15$ ¹³. Para ver la situación con perspectiva, uno de los calentamientos por GEI más bruscos de los que se tiene constancia es el Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno, en el que la temperatura media subió $5 \text{ }^\circ\text{C}$ en tan solo $15000 - 20000$ años ¹⁴. (que equivaldría a algo así como 1 grado cada 3500 años). El ritmo actual es 20 veces mayor.

Las repercusiones del cambio climático serán devastadoras para el medio ambiente y afectarán profundamente al futuro de nuestra especie si no se actúa con rapidez y firmeza. Otro ejemplo que ilustra esto a la perfección es: las épocas en que la

¹³ Rebecca Lindsey, Luann Dahlman. Climate Change: Global Temperature. Climate.gov, 28 de junio de 2022 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>

¹⁴ Bralower, T., David Bice. Ancient Climate Events: Paleocene Eocene Thermal Maximum. Earth in the future, recuperado el 14 de marzo de 2022 <https://www.e-education.psu.edu/earth103/node/639>

temperatura media terrestre ha sido 5 grados mayor a la preindustrial (19 °C) los polos no tenían hielo y la línea de costa estaba 80 metros por encima de la contemporánea ¹⁵.

Es tal la magnitud de esta amenaza existencial que, en los últimos años, científicos de todo el mundo creen más apropiado referirse a ella como crisis climática, término que denota la urgencia con la que se debe actuar.

2.2 Vertientes que comprende

Es recomendable aclarar que un cambio climático no es inherentemente negativo pues no supone más que un reajuste de las condiciones anteriores del clima. Es perfectamente natural que mute a lo largo del tiempo.

Ahora bien, lo habitual es que pasen cientos de miles de años hasta que se pueda apreciar cualquier tipo de cambio significativo. Una variación del clima tan drástica como la actual es absolutamente excepcional, y supone una grave amenaza para la vida en el planeta tal y como la conocemos.

Es cierto que todos los seres vivos se adaptan a su entorno. Solo así sobreviven a los inevitables cambios del clima. Sin embargo, el proceso de evolución de las especies no puede ocasionar alteraciones genéticas considerables en pocas generaciones. Si la velocidad a la que el entorno cambia es excesiva, no habrá pasado el tiempo suficiente como para que surjan cambios favorables que perpetuar en la especie y la ayuden a adecuarse al nuevo medio, lo que provocará su extinción.

La desaparición de una especie siempre afecta en mayor o menor medida a la estabilidad de su ecosistema, pues todos los seres vivos que lo integran dependen directa o indirectamente entre sí. Como es de imaginar, la amenaza que constituye el calentamiento global tendría un efecto disruptor por todo el ecosistema global, la biosfera, lo que supondría una auténtica catástrofe medioambiental. Por ahora, el cambio climático ya ha provocado pérdidas de población en especies locales, un mayor

¹⁵ Lindsey, R., Michon Scott. What's the hottest Earth's ever been? Climate.gov, 18 de junio de 2020
<https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/whats-hottest-earths-ever-been>

número de enfermedades y reestructuraciones generalizadas en ecosistemas de todo el mundo ¹⁶.

Gran parte de la culpa también la tienen actividades humanas que los destruyen directamente. La agricultura y ganadería son los sectores que más terreno natural han eliminado: ocupan un 46% de la superficie terrestre habitable. De ella, el 77% se dedica a la producción ganadera (pastoreo, forrajes), y solo el 23% restante se destina a cultivos de consumo humano ¹⁷. Estas actividades también emiten gases de efecto invernadero.

Otro elemento responsable son los incendios, en su mayoría de origen antrópico. Tras décadas en descenso por el aumento de densidad de población y la sustitución de territorios naturales por tierras de cultivo ¹⁸, el área quemada por incendios forestales ha vuelto a aumentar en los últimos años (de 2,51 millones de hectáreas en 2001 a 9,3 millones en 2021) ¹⁹.

Desgraciadamente, la pérdida de biodiversidad es uno solo de los incontables efectos negativos que tendrá el calentamiento global (los hay positivos, aunque son ínfimos en comparación). En otras palabras, la biosfera no es el único sistema terrestre al que la subida de temperaturas por el aumento de GEI amenaza: la atmósfera, hidrósfera y criósfera también se están viendo resentidas. Ni que decir tiene que el daño al planeta no se reduce únicamente al calentamiento asociado a estos gases. La actividad humana también deja su huella en forma de polución o explotación abusiva del entorno.

En lo que respecta a la atmósfera, la adición de energía al sistema climático incrementa la fuerza y el número de fenómenos meteorológicos, lo que se cobra más vidas y deja destrozos millonarios. Es una realidad que cada vez el tiempo es más agresivo: inundaciones tan intensas que solo ocurrían cada 500 años ahora se esperan cada 25

¹⁶ Working Group II. Sixth Assessment report. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Technical Summary. IPCC, 2022, p. 45

¹⁷ Hannah Ritchie, Max Roser. Land Use. Our World in Data, septiembre de 2019
<https://ourworldindata.org/land-use>

¹⁸ Vivek K. Arora, Joe R. Melton. Reduction in global area burned and wildfire emissions since 1930s enhances carbon uptake by land. Nature Communications 9 (2018)
<https://www.nature.com/articles/s41467-018-03838-0>

¹⁹ Global Forest Watch. Global annual tree cover loss from fires. Recuperado el 2 de abril de 2022
<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/global/?category=fires&lang=en>

años en la ciudad de Nueva York ²⁰. La ciudad de Houston fue víctima de una inundación cuya probabilidad de ocurrir era de una vez cada 500 años en 2.015. El año siguiente volvió a ser anegada por otra de la misma categoría, y el siguiente también ²¹.

El sistema climático ya no es el mismo que conocieron nuestros antepasados. Las condiciones que una vez fueron normales son ya historia, y lo que antes ocurría cada medio milenio es el nuevo día a día.

El viento, activado por el calor, sopla más fuerte, lo que empeorará eventos basados en el movimiento del aire. El número de ciclones tropicales se ha mantenido relativamente estable, pero su intensidad ha aumentado (los huracanes sí han crecido en número en el Atlántico). Lo contrario pasa con los tornados, en los que no se aprecia una variación de potencia, pero sí más días con múltiples torbellinos ²².

Las lluvias serán cada vez más copiosas. A mayor temperatura, más energía cinética tendrán las moléculas de las masas de agua, por lo que un mayor número pasará del líquido al aire. Además, el aire caliente puede contener más humedad que el frío. Las lluvias torrenciales causan inundaciones y desprendimientos. Pero el aumento de las precipitaciones no significa que vaya a haber más agua disponible, porque para que se eleve el nivel de lluvias se debe incrementar el de evaporación. Esto acarrearán un número superior de sequías.

Está claro que el calentamiento global suaviza los inviernos y nos da veranos más calurosos. Asimismo, contribuye a la formación de un mayor número de olas de calor y a que sean más duraderas y bochornosas. Además, los días de temperaturas altas son más comunes, al contrario que los de frío extremo. Cabe mencionar que episodios como la borrasca Filomena o la ola de frío que recorrió Estados Unidos a principios de 2021 podrían deberse al calentamiento global. Ambas fueron causadas por un calentamiento estratosférico repentino, que desestabilizó el vórtice polar Ártico e hizo que aire helado

²⁰ David Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento 1ª ed. (Debate, 2019), p. 96

²¹ Dara Lind. The “500-year” flood, explained: why Houston was so underprepared for Hurricane Harvey. Vox, 28 de Agosto de 2017 <https://www.vox.com/science-and-health/2017/8/28/16211392/100-500-year-flood-meaning>

²² Bob Berwyn. Is Climate Change Fueling Tornadoes? Inside Climate News, 30 de mayo de 2019 <https://insideclimatenews.org/news/30052019/tornado-climate-change-connection-science-research-data/>

bajara a latitudes inferiores. Un estudio reciente afirma que el derretimiento del hielo marino en el norte hace que nieve más en Siberia, lo que transfiere energía a los vientos de la estratosfera y causa la fuga de frío ²³. Sin embargo, los resultados de muchos otros modelos científicos contradicen esta hipótesis, por lo que no puede establecerse una relación clara ²⁴.

Tal y como se ha descrito en el punto anterior la composición atmosférica está variando, aunque no son los GEI los únicos causantes. La quema de combustibles también origina otros tipos de gases con efectos indeseados, pero existen más fuentes aún de contaminantes como los procesos industriales. Con todo, el denominador común sigue siendo la actividad humana.

Las partículas en suspensión, el ozono, el dióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y el dióxido de azufre son los compuestos más peligrosos para la salud humana y animal²⁵. Aproximadamente el 99% de la población mundial está expuesta a niveles considerados nocivos ²⁶. A principios de noviembre de 2017 la ciudad de Delhi aguantó niveles de contaminación tales que respirar su aire era como fumar 2 cajetillas de cigarrillos diarias ²⁷.

Como se ha mencionado previamente, el resto de sistemas de la geosfera también muestra signos que hacen patente su degradación. Esto se debe a la estrecha relación que guardan entre sí, intercambiando materia y energía unos con otros (no hay más que pensar en el ciclo del agua, por ejemplo). Así, cualquier disfunción en uno tiene efectos negativos en los demás, de la misma forma que una enfermedad en un órgano puede dañar al resto del organismo.

Efectivamente, de entre todos los ciclos existentes el más relevante para el calentamiento global es el del carbono, y el caso de la hidrósfera es el más notable por

²³ Matt McGrath. Climate change: Arctic warming linked to colder winters. BBC, 2 de septiembre de 2021 <https://www.bbc.com/news/science-environment-58425526>

²⁴ Rebecca Lindsey. Understanding the Arctic polar vortex. Climate.gov, 5 de marzo de 2021 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/understanding-arctic-polar-vortex>

²⁵ Agencia Europea de Medio Ambiente. Contaminación Atmosférica, 23 de noviembre de 2020 <https://www.eea.europa.eu/es/themes/air/intro>

²⁶ Organización Mundial de la Salud. Contaminación atmosférica. Recuperado el 4 de abril de 2022 https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

²⁷ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 117

ser el sistema con mayor cantidad de este elemento circulando activamente (tan solo por detrás de la litósfera en cuanto a masa total) ²⁸.

Históricamente, los océanos y mares de la Tierra han sido una fuente de carbono para la atmósfera. El intercambio neto entre ambos resultaba en la inyección de unas 0,6 gigatoneladas (gigatonelada = 10^9 toneladas) anuales al sistema gaseoso. Sin embargo, el incremento de CO₂ en el aire ha invertido la tendencia y ahora actúan como sumideros, asimilando 1,9 gigatoneladas por año. Esas 2,5 Gt de diferencia son parte de las 9,5 que liberamos a la atmósfera cada año ²⁹. Cerca del 30% del carbono que hemos emitido ha sido captado por la hidrósfera, lo que afortunadamente amortigua el impacto del calentamiento global. De hecho, los océanos y mares han absorbido el 91% de todo el calentamiento que hemos causado. La superficie terrestre y la atmósfera tan solo han recibido un 5% y un 1%, respectivamente ³⁰.

El exceso de dióxido de carbono es el desencadenante de un fenómeno conocido como acidificación: los océanos de hoy en día son un 30% más ácidos que en la era preindustrial. Esto se debe a que la molécula inicia una serie de reacciones químicas que reducen el pH del agua, modificando el ambiente en que viven los seres acuáticos e impidiendo el normal desarrollo de sus funciones vitales. En un medio menos básico los moluscos tienen dificultades para formar sus conchas y los corales son más propensos al blanqueamiento ³¹.

Asimismo, en un futuro cercano el fitoplancton (algas, diatomeas, cianobacterias...) también tendrá problemas para desarrollarse, aunque por ahora sus poblaciones disfrutan de épocas de florecimiento intensificadas gracias al superávit de carbono³².

²⁸ Paul, Falkowski, r. J. Scholes, E. Boyle, J. Canadell, D. Canfield, J. Elser, N. Gruber, K. Hibbard, P. Högberg, S. Linder, F. T. Mackenzie, B. Moore III, T. Pedersen, Y. Rosenthal, S. Seitzinger, V. Smetacek, y W. Steffen. The Global Carbon Cycle: A test of Our Knowledge of Earth as a System. Science, vol 290 (2000) <https://www.science.org/doi/10.1126/science.290.5490.291>

²⁹ Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Integrated ocean carbon research: a summary of ocean carbon research, and vision of coordinated ocean carbon research and observations for the next decade. UNESCO (2021) <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376708>

³⁰ National Geographic. Los océanos capturan más CO₂ del que se pensaba, 25 de septiembre de 2020 https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/oceanos-capturan-mas-co2-que-se-pensaba_15920

³¹ PMEL. What is Ocean Acidification? NOAA. Recuperado el 15 de abril de 2022 <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/What+is+Ocean+Acidification%3F>

³² MACAN. Effects of Acidification on Marine Phytoplankton. Recuperado el 5 de mayo de 2022 <https://midacan.org/marine-phytoplankton>

Estos organismos autótrofos, desconocidos para la mayoría de personas, interpretan un papel sorprendentemente importante tanto en los flujos biogeoquímicos como para la vida en el planeta. A pesar de que constituye menos del 1% de la biomasa fotosintética del planeta, el fitoplancton es responsable de la fijación de prácticamente la mitad del carbono. En otras palabras, estos organismos capturan tanto o más carbono que todos los bosques y selvas de la Tierra juntos. Tal nivel de actividad fotosintética también los sitúa como los mayores productores de oxígeno, siendo responsables de entre el 50 y el 85% de todo el que hay presente en la atmósfera ³³.

Parte de estos seres se hunde y llega al fondo marino cuando muere. Este proceso arrastra a las profundidades de los océanos cerca de 10 gigatoneladas de carbono cada año ³⁴. Ahora bien, los episodios de mortandad que siguen a explosiones de vida lo suficientemente grandes (recordemos que el CO₂ aumenta su frecuencia) eliminan por completo el oxígeno de la zona por la descomposición, matando de hipoxia a los demás seres vivos y creando parches de agua inhabitables. Estos sucesos emiten óxido nitroso a la atmósfera de manera natural, y son cada vez más comunes ³⁵.

Por otro lado, tanto las corrientes marinas superficiales como la circulación termohalina están variando su velocidad. Las primeras se aceleran al calentarse la superficie marítima, ya que se vuelve menos densa que el agua de más abajo. Esto restringe el flujo a una vía menos amplia, por lo que circula a más velocidad. Un movimiento más rápido dificulta la absorción de carbono y calor atmosféricos, además de afectar al tránsito de nutrientes y microorganismos ³⁶.

La segunda es la más preocupante. La circulación termohalina es un sistema crucial para el clima del planeta. Se trata de una “cinta transportadora oceánica” (como también se la conoce) que recorre partes más profundas de los océanos de todo el planeta.

³³ Paul Falkowski. Ocean science: The power of plankton. Nature, vol 483 (2012)
<https://www.nature.com/articles/483517a>

³⁴ Héctor Rodríguez. El verdadero pulmón del planeta está en los océanos. National Geographic, 3 de julio de 2022 https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/verdadero-pulmon-planeta-esta-oceanos_14776

³⁵ Globalfactor. Nuestros océanos se quedan sin oxígeno, 28 de septiembre de 2022
<https://www.globalfactor.com/nuestros-oceanos-se-quedan-sin-oxigeno/>

³⁶ Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Movimientos de las aguas oceánicas. Recuperado el 20 de abril de 2022
https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/16/16268/BloqueF_IOF_0304_pd.pdf

Mientras que la principal fuerza motriz de las corrientes superficiales es el viento, la circulación termohalina se debe a los gradientes de densidad en el agua. Principalmente se dan en los polos y el más conocido es el del océano Ártico, donde la corriente cálida del Golfo se enfría conforme entra en contacto con sus gélidas aguas. Esto hace que se vuelva más densa, lo que añadido a la menor salinidad del agua polar hunde el torrente (el agua dulce de los casquetes disminuye la concentración de sal y, por tanto, su densidad), que vuelve al sur y prosigue su viaje por latitudes bajas, refrigerando las regiones por donde pasa. Una vez alcanza la Antártida actúa de manera similar y se vuelve a enfriar, emprendiendo un recorrido de retorno al norte hasta que conecta con la corriente del Golfo y se cierra el circuito ³⁷.

Es fácil comprender lo importante que es para regular el clima terrestre puesto que el tránsito de agua fría por zonas calientes y el de agua caliente por zonas frías suaviza las temperaturas allá por donde pasa (además de influir en condiciones como la pluviosidad). Al contrario que las corrientes superficiales, el calentamiento global la ralentiza. De hecho, la Circulación Meridional de Retorno del Atlántico, que es como se llama la sección del circuito que vuelve al sur tras enfriarse en el Ártico, ha reducido su ritmo un 15%. Es la velocidad más baja de los últimos 1500 años. De seguir frenando, las consecuencias serían devastadoras para la estabilidad climática mundial ³⁸.

La razón de su desaceleración es que el calor excesivo desbarata los gradientes de densidad. Cada vez el agua polar está más caliente y hay menos diferencia de temperatura (densidad) con respecto a la que llega. Adicionalmente, el deshielo de los polos hace menos salada el agua y podría llegar a hacerse tan ligera que le sería imposible sumergirse.

Al igual que la atmósfera, la hidrósfera también sufre por la polución. Productos industriales, fertilizantes, aguas residuales, plaguicidas y, por supuesto, plástico, son unos de muchos contaminantes que acaban en mares y océanos, desbaratando su

³⁷ Cheryl Katz. ¿Por qué se debilita una corriente oceánica fundamental para la meteorología global? National Geographic, 4 de diciembre de 2019 <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/12/por-que-se-debilita-corriente-oceanica-fundamental-para-meteorologia-global>

³⁸ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 114

química natural y dañando la salud de todos sus habitantes ³⁹. La omnipresencia del plástico llega a tales extremos que se han encontrado desechos en el punto más hondo del planeta, la fosa de las Marianas ⁴⁰. Hay una isla de basura en medio del Pacífico del tamaño de dos Texas, y aún más preocupantes son los microplásticos, recientemente encontrados en muestras de sangre de 8 de cada 10 personas ⁴¹.

La subida del nivel del mar es una de las consecuencias más conocidas del calentamiento global. Aparte de invadir las costas en las que gran parte de la humanidad reside este aumento empeora los estragos de huracanes y eventos similares puesto que pueden arrastrar agua a zonas más del interior.

De 1901 a 2018, los océanos crecieron 20 centímetros. Cada año, la velocidad ha ido acelerando: de 1901 a 1971 era de 1,3 milímetros por año; de 1971 a 2006, 1,9 y de 2006 a 2018, 3,7 ⁴². Las causas del crecimiento en este periodo han sido principalmente la dilatación térmica del agua (50%) y el derretimiento de glaciares (22%) y casquetes glaciares (20%). Desde finales del siglo pasado la pérdida de masa helada se ha cuadruplicado, convirtiéndose en el factor dominante detrás del aumento del nivel del mar ⁴³.

El deshielo es la mayor amenaza para el que probablemente sea el sistema más sensible al calentamiento global, la criósfera. Es, en esencia, el agua sólida de todo el globo. Consta entonces de los indlandsis de Groenlandia y la Antártida, el hielo de los mares Ártico y Antártico, los glaciares y el permafrost, entre otros.

³⁹ National Geographic. ¿Cuáles son las causas de la contaminación marina?, 20 de junio de 2016. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-marina>

⁴⁰ Javier Flores. Encuentran restos de plástico en el punto más profundo del océano. National Geographic, 6 de julio de 2022 https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/encuentran-restos-plastico-punto-mas-profundo-oceano_14257

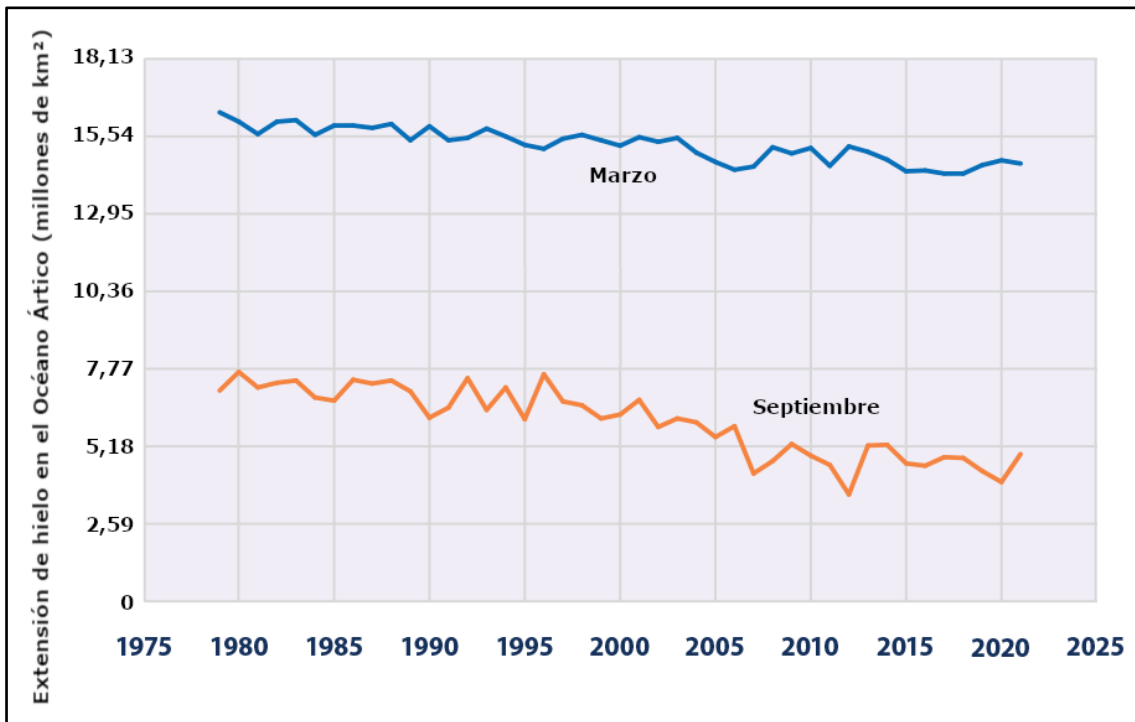
⁴¹ Heather A. Leslie Martin J.M. van Velzen Sicco H. Brandsma A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, Marja H. Lamoree. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. ScienceDirect, vol 163 (2022) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022001258>

⁴² Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers. IPCC, 2021, p. 5

⁴³ Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers, p.

En los últimos 30 años se han derretido en el planeta unos 28 billones de toneladas (billón = 10^{12})⁴⁴, siendo el hemisferio norte el más afectado. En las Ilustraciones 2, 3 y 4 las siguientes gráficas resumen la situación:

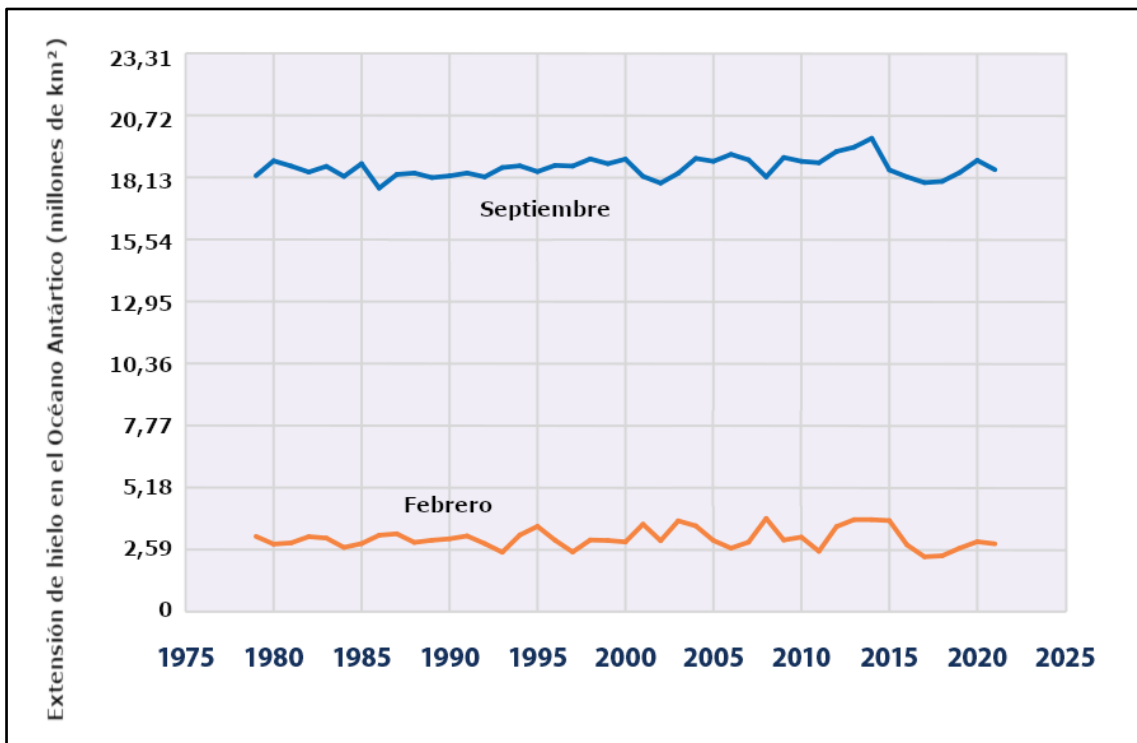
Ilustración 2:
Hielo del Océano Ártico



Fuente: EPA. *Climate Change Indicators: Arctic Sea Ice*

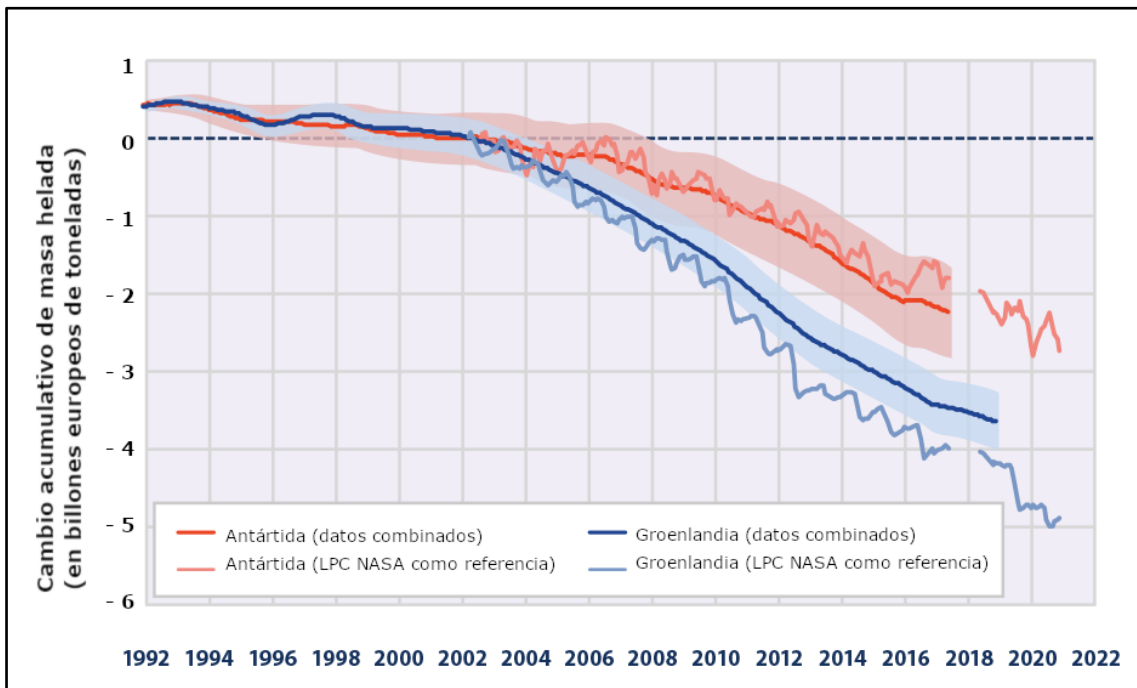
⁴⁴ Robin McKie. Earth has lost 28 trillion tonnes of ice in less than 30 years. The Guardian, 23 de Agosto de 2020 <https://www.theguardian.com/environment/2020/aug/23/earth-lost-28-trillion-tonnes-ice-30-years-global-warming>

Ilustración 3:
Hielo del Océano Antártico



Fuente: EPA. *Climate Change Indicators: Antarctic Sea Ice*

Ilustración 4:
Pérdida de masa helada



Fuente: EPA. *Climate Change Indicators: Ice Sheets*

El océano Ártico tiene cada vez menos hielo en sus aguas, ya sea en época fría o calurosa. Curiosamente, el Antártico no se ha visto afectado, manteniendo una extensión estable a lo largo de las décadas. La resiliencia sureña también se hace notar en la gráfica de los indlandsis groenlandés y antártico, aunque la reducción de masa es clara en ambas. Por su parte, la superficie ocupada por glaciares ha perdido un volumen de hielo equiparable a 27,5 metros de agua de altura en los últimos 50 años ⁴⁵.

La situación del permafrost tampoco es alentadora. La mayoría se sitúa en la mitad norte del planeta y comprende casi un cuarto de todo el suelo. Contiene 1,5 billones de toneladas de carbono, el doble de la cantidad contenida en la atmósfera. Según se va derritiendo, se libera en forma de CO₂ y metano y se exagera el calentamiento. Además, el descongelamiento del permafrost supone un grave riesgo para la integridad de las construcciones (casas, carreteras, tuberías...) de comunidades locales ⁴⁶. Y no es el carbono lo único que escapa del hielo; organismos patógenos en estado de criopreservación ya causan brotes de enfermedades como el carbunco. En 2016, en la península de Yamal (Siberia), el calor que había hecho durante varios días retiró el hielo bajo el que estaba sepultado el cadáver de un reno infectado hacía 80 años. Las esporas de la bacteria entraron en contacto con otros que pastaban por la zona, dejando 2350 animales muertos (de 2650 contagiados) y 22 humanos infectados, de los que falleció un niño ⁴⁷.

Los problemas asociados a la pérdida del permafrost son solo una del sinfín de complicaciones que el cambio climático nos depara. El colapso del medio natural entraña un grave peligro para la civilización humana, puesto que dependemos de sus recursos tanto o más que el resto de seres vivos.

En primer lugar, la productividad agrícola disminuirá. Poco a poco, el cinturón cultivable del planeta va migrando hacia los polos. A pesar de que se liberarían del frío nuevas

⁴⁵ Rebecca Lindsey. Climate Change: Mountain glaciers. Climate.gov, 14 de febrero de 2020
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-mountain-glaciers>

⁴⁶ Veronica Smink. Qué es el permafrost y por qué podría representar una de las amenazas más grandes para nuestra atmósfera. BBC, 5 de noviembre de 2021 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59058465>

⁴⁷ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 127

zonas en Canadá y Rusia, su fertilidad sería inferior a la de los terrenos que ya están en uso, que precisamente se echarían a perder ⁴⁸.

De la misma manera que ocurre en las especies salvajes, el calor favorecerá a sus plagas y enfermedades, lo que reduciría aún más el rendimiento ⁴⁹.

Se podría pensar que más carbono en la atmósfera favorecería a las plantas al ser este elemento la base de la química orgánica. En efecto, al igual que con el fitoplancton, el superávit de CO₂ hace las veces de suplemento y se ha observado que ciertas especies salen beneficiadas, aunque este aumento se traduce en hojas más gruesas y menos eficientes a la hora de realizar la fotosíntesis.

Además, al ser este un reactivo en la ecuación química de la fotosíntesis ($6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$), la densificación del dióxido de carbono atmosférico induce una mayor sintetización de glucosa en las plantas (a costa de un mayor consumo de agua). Por consiguiente, la presencia total de nutrientes en las plantas de las que nos alimentamos se ve inclinada a favor de los carbohidratos, diluyendo la de otros tan esenciales como las proteínas, vitaminas, o elementos (hierro, zinc) ⁵⁰.

La reducción en la productividad del sector primario tendrá efectos claramente negativos para las sociedades humanas. Al fin y al cabo, la agricultura es un pilar esencial para el funcionamiento de la civilización. Pero, desgraciadamente, los daños del cambio climático no se limitan únicamente a este sector: el clima permea todos los aspectos de nuestra realidad. Vivimos en base a sus condiciones, y cada vez son más hostiles. En general, la economía mundial se resentirá, en parte por todo el entramado de desastres e inconvenientes que ya se han descrito. Reconstruir pueblos tras un huracán o movilizar personal para asistir en inundaciones costará a los gobiernos más caro que en ninguna otra época. La infraestructura mundial tampoco está diseñada con el calentamiento global en mente: sobrecargas de la red eléctrica, deformación de vías ferroviarias por el calor, degradación de carreteras... Solo en 2017 EE. UU. perdió 306000 millones de dólares en desastres naturales ⁵¹.

⁴⁸ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 66

⁴⁹ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 65

⁵⁰ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 73

⁵¹ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 188

El cambio climático está remodelando el esquema socioeconómico por completo. Ya no se trata de contratiempos como recesiones o crisis, sino de una nueva normalidad caracterizada por una reducción de recursos permanente. Si el calentamiento se detuviese entre los 2,5 y los 3 grados por encima de la era preindustrial la producción económica per cápita mundial sería de un 15% a un 25% menor ⁵².

Por otro lado, simplemente es que el calor es enemigo de la productividad. La temperatura media ideal para el mejor rendimiento económico posible es de 13 °C, que resulta coincidir con la de las mayores economías mundiales ⁵³. Las temperaturas altas disminuyen nuestra energía y capacidades cognitivas, nos hacen más irascibles y hostiles ⁵⁴.

Mucho se ha especulado acerca de la relación entre el calor y el crimen. En los meses más calurosos hay un repunte de delitos, que se puede atribuir a la crispación y malestar que produce el estrés térmico. Pero este razonamiento está enfrentado con otro más determinante, que es que sencillamente en verano más gente tiene vacaciones y hay más contacto humano. De hecho, la segunda temporada donde más hay es la navideña ⁵⁵.

Un indicador que sí se ve estimulado más claramente por el calor es la tasa de suicidios. Se incrementa un uno por ciento en EE. UU. y más de 2 en México con cada grado centígrado. Además, los meses en los que más personas deciden quitarse la vida son los calurosos. Un elemento a tener en cuenta también es la contaminación, que tiene un efecto directo en el rendimiento intelectual, las discapacidades, enfermedades mentales, la delincuencia... ⁵⁶ Si China redujese sus niveles de contaminación hasta los

⁵² Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 141

⁵³ Marshall Burke. Global non-linear effect of temperature on economic production. Nature, vol 527 (2015)
<https://www.nature.com/articles/nature15725#:~:text=We%20show%20that%20overall%20economic,declining%20strongly%20at%20higher%20temperatures>.

⁵⁴ Craig A. Anderson, Kathryn B. Anderson, Nancy Dorr, Kristina M. DeNeve, Mindy Flanagan. Temperature and aggression. ScienceDirect, vol 32 (2000)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065260100800040#:~:text=The%20heat%20effect%20refers%20to,and%20increase%20aggression%20and%20violence>.

⁵⁵ Álvaro Llorca. ¿Hay más crímenes en verano? El País, 16 de agosto de 2018
https://verne.elpais.com/verne/2018/07/04/articulo/1530700213_138148.html

⁵⁶ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 157

estándares de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) sus resultados en tests orales mejorarían un 13%, y un 8% en matemáticas ⁵⁷.

Lo que sí es seguro es que todos estos factores contribuirán a que haya más conflictos y guerras por el mundo. La lógica es bien sencilla: peores cosechas, escasez de recursos, economías menos robustas. Son un cóctel explosivo; el caldo de cultivo ideal para acrecentar tensiones entre grupos.

Es complicado identificar cuán responsable es el cambio climático del origen de un huracán o un incendio. No obstante, su influencia es clara en la mayor intensidad y número de fenómenos climáticos. Los vientos soplan más fuerte y las llamas arden con más fiereza. Lo mismo ocurre con el estallido de una guerra: es irrelevante tratar de discernir si se le puede atribuir al cambio climático. Basta con saber que su mera existencia incitará una cantidad mayor, además de hacerlas más sangrientas. Se calcula que medio grado de calentamiento supone entre un 10% o un 20% más de probabilidades de que estallen conflictos armados ⁵⁸.

En esta misma línea, las tensiones entre países se harán más evidentes. Surgirán oportunidades geoestratégicas que sacudirán el tablero de juego político, como el deshielo del mar Ártico, que abrirá nuevas rutas de navegación con nuevas implicaciones asociadas. Las superpotencias actuales pugnarán por mantener su estatus o dominar el podio mundial ⁵⁹.

Por último, merece la pena mencionar las llamadas cascadas climáticas, que amenazan con exacerbar aún más los efectos del cambio climático. Son, fundamentalmente, sistemas de retroalimentación: un cambio en una dirección genera una nueva situación aún más susceptible de propiciar alteraciones similares, dándose una reacción en cadena que se refuerza conforme más eventos de este tipo suceden. Esto hace que cada vez sea más difícil revertir al estado inicial e incluso, en ciertos casos, que acabe siendo imposible ⁶⁰.

⁵⁷ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 117

⁵⁸ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 143

⁵⁹ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 144

⁶⁰ Wallace-Wells. El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento, p. 34

Por ejemplo, el calentamiento global funde el hielo de los casquetes polares, lo que a su vez implica una reducción en la superficie blanca de la Tierra que ayuda a reflejar la luz solar, calentándola más rápido. Este deshielo también afecta al permafrost, que se derrite y libera CO₂ y metano, reteniendo aún más calor en la atmósfera.

3 MARCO NORMATIVO

3.1 Evolución a lo largo del tiempo y espacio

Como se ha explicado anteriormente, hace ya dos siglos que los países desarrollados comenzaron a industrializarse con ayuda de los hidrocarburos. Desde entonces, el progreso económico mundial ha estado profundamente ligado a su consumo.

Paralelamente, la ciencia lleva décadas estudiando los posibles efectos de esta íntima relación en el clima. Las investigaciones se remontan 136 años atrás, cuando Svante Arrhenius fue el primero en detectar el vínculo entre el CO₂ y las temperaturas terrestres ⁶¹. En los 60, las mediciones de Charles Keeling confirmaron que el dióxido de carbono iba en aumento año tras año, alertando sobre la posibilidad del calentamiento antropogénico ⁶².

Con el paso del tiempo se fueron despejando más y más incógnitas, que llevaron a entender mejor los fundamentos del cambio climático y sus consecuencias. Hoy en día somos más conscientes que nunca de la amenaza que supone, y de la importancia que tiene luchar contra él. Sin embargo, no es tan sencillo dejar de emitir carbono cuando la sociedad moderna se ha cimentado en base a ello. Además, la naturaleza global del cambio climático hace que ninguna medida aislada sea efectiva. Se requiere cooperación y dedicación por parte de la comunidad internacional. A continuación se

⁶¹ Biografías y vidas. Svante August Arrhenius. Recuperado el 13 de abril de 2022
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/arrhenius.htm>

⁶² Ángel Díaz. Charles David Keeling, descubridor del cambio climático. El Mundo. 27 de junio de 2005
<https://www.elmundo.es/elmundo/2005/06/24/obituarios/1119620674.html>

indican las conferencias, tratados e informes más destacados en materia de cambio climático según se fue haciendo eco de la gravedad del problema^{63 64 65 66}:

- Conferencia científica de las Naciones Unidas sobre la conservación y Utilización de los recursos (1949)

Fue el primer órgano de la ONU en preocuparse por el uso de los recursos naturales, pero con intereses económicos y no medioambientales.

- Informe Meadows del Club de Roma (1972)

Titulado “Los límites del crecimiento”, es un informe que el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) comisionó al Club de Roma. Su tesis principal reza: “En un planeta limitado, las dinámicas de crecimiento exponencial (población y producto per cápita) no son sostenibles”.

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano / Cumbre de la Tierra de Estocolmo (1972)

Primera gran reunión en que se discutían cuestiones medioambientales, aunque sin especial énfasis en el clima. Creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

- Primera Conferencia Mundial sobre el Clima (1979)

Es el primer encuentro internacional centrado en el cambio climático y sus efectos.

⁶³ Peter Jackson. De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático. ONU. Recuperado el 5 de mayo de 2022 <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico#:~:text=En%201949%2C%20la%20Conferencia%20Cient%C3%ADfica,y%20agotamiento%20de%20dichos%20recursos.>

⁶⁴ Naciones Unidas. Conferencias | Medio ambiente y desarrollo sostenible. Recuperado el 12 de enero de 2022. <https://www.un.org/es/conferences/environment>

⁶⁵ Joan Lluís Ferrer. ¿Cuáles han sido las grandes cumbres ambientales del planeta? Verde y azul, 1 de noviembre de 2021. <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/cuales-han-sido-las-grandes-cumbres-ambientales-del-planeta.html>

⁶⁶ UPAEP. Principales reuniones internacionales del medio ambiente. Desarrollo sustentable en la construcción. <https://sites.google.com/site/dessuscon1/home/principales-reuniones-internacionales-del-medio-ambiente>

- Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono (1985)

Resultado de la creciente preocupación por el estado de la atmósfera. Es fruto del convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia de 1979. En 1987 dio origen al exitoso Protocolo de Montreal, un tratado decidido a salvaguardar la capa de ozono.

- Informe Brundtland (1987)

Analiza las políticas de crecimiento económico global con énfasis en la sostenibilidad, concluyendo que su costo medioambiental es excesivo. Popularizó el término “desarrollo sostenible”.

- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (1988)

Fundado por el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial, el IPCC es la mayor autoridad del mundo en relación a esta materia. Gracias a las aportaciones de miles de expertos de todo el globo, sus evaluaciones periódicas constituyen la mejor síntesis de conocimiento científico del momento.

- Segunda conferencia Mundial sobre el clima (1990)

El primer informe del IPCC se presentó en ella. Veía al cambio climático como un problema más acuciante, pero no hubo ningún compromiso relevante.

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo / Cumbre de la tierra de Río de Janeiro (1992)

Toma el testigo de la Primera Cumbre de la Tierra y comparte la tesis del Informe Brundtland. Centrada en la cooperación internacional, instó a los estados del mundo a replantearse el desarrollo económico. De ella nacen la Agenda 21 y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que a su vez origina las COP (conferencias de las partes), de celebración anual.

- COP3, Kioto (1997)

Estableció el Protocolo de Kioto, un pacto internacional que exigía a las mayores economías del mundo la reducción de emisiones de GEI entre 2008 y 2012 en no menos de un 5% con respecto a 1990. Entró en vigor en 2005, y de los 36 países que aceptaron el compromiso, 27 lo cumplieron sobradamente, disminuyendo el total de GEI un 24%. Sin embargo, debe mencionarse que el colapso de la Unión Soviética y la crisis financiera de 2008 contribuyeron notablemente al descenso y no únicamente las medidas tomadas.

- Cumbre del milenio (2000)

Sirvió para discutir el papel de la ONU en el futuro. Dio lugar a los Objetivos del Milenio; 8 metas para fomentar el desarrollo, salud y sostenibilidad en el mundo. Son los predecesores de la Agenda 2030.

- Cumbre Mundial sobre el desarrollo sostenible / Cumbre de la tierra de Johannesburgo (2002)

Nuevo plan de acción reafirmando el compromiso de las naciones con la sostenibilidad.

- COP17, Durban (2011)

En ella comenzaron las negociaciones del primer acuerdo legalmente vinculante para todos los países del mundo, efectivo a partir del 2020.

- COP18, Doha (2012)

Se extendió la vigencia del Protocolo de Kioto durante un segundo periodo (enmienda de Doha), hasta 2020. Apuntaba a reducir las emisiones un 18% con respecto a 1990 entre 2013 y 2020. Países como Rusia, Japón y Nueva Zelanda no se adhirieron a esta extensión. Canadá abandonó el protocolo para no pagar multas por incumplir sus deberes, uniéndose a EE. UU. Tal nivel de desafección hizo que la reducción de emisiones se limitara al 15%, no llegando por tanto al objetivo marcado.

- Conferencia de desarrollo sostenible de Naciones Unidas (2012)

Se celebró 20 años después de la cumbre de la tierra de Río y trató temas similares. Organizaciones ecologistas tacharon el texto resultante de “decepcionante”.

- Asamblea General de la ONU (2015)

La Agenda 2030 fue aprobada en esta asamblea. Sustituye a los Objetivos del Milenio. Mientras que el compromiso con el medio ambiente de los Objetivos se reducía a una regla, la Agenda 2030 hace más hincapié en la lucha contra el cambio climático y presenta un mayor número de propósitos relacionados, explicados en el punto 1.6.

- COP21, París (2015)

Se culminó el proceso iniciado en la COP 17 adoptándose el Acuerdo de París. Es el primer texto vinculante en materia de cambio climático; aspira a limitar el aumento de la temperatura terrestre en 2 °C (y dejándolo lo más cerca posible de los 1,5 °C). Se evaluará el progreso de su implementación cada 5 años y se modificará de acuerdo a su desempeño. La ONU confía en ir implantando medidas cada vez más ambiciosas (las que recoge el pacto actual llevarían al planeta a un calentamiento de 3,2 °C). 192 países más la Unión Europea lo han firmado, y entró en vigor tras la finalización del segundo plazo del Protocolo de Kioto.

- Cumbre ONU sobre la Acción Climática (2019)

La reunión estuvo precedida por una huelga mundial por el clima, instando a los gobernantes a actuar de manera contundente. Por contra, las naciones participantes presentaron medidas, como mucho, modestas.

- COP 26, Glasgow (2021)

Primera COP donde se revisaron las disposiciones del Acuerdo de París. Se impusieron más restricciones al carbón y a los subsidios a energías fósiles, aunque menos rigurosas de lo esperado por inferencia de China e India.

3.2 Derecho comparado

3.2.1 Ámbito internacional

3.2.1.1 Convención Marco de las Naciones Unidas

La acción jurídica internacional se inauguró en 1992 gracias a la Convención Marco de las Naciones Unidas, aunque los arreglos institucionales necesarios para crearla comenzaron veinte años antes, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano.

Reconociendo al cambio climático como “preocupación común de toda la humanidad”⁶⁷, el acuerdo prevé dos vías de acción principales: la mitigación de sus efectos⁶⁸ y la adaptación a los mismos⁶⁹.

Uno de sus principios fundamentales es la equidad, en base al cual los estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas de acuerdo con sus capacidades⁷⁰. La puesta en común de conocimientos y tecnología⁷¹, así como la asistencia financiera son importantes mecanismos elegidos para paliar las diferencias entre países. En este último cobra importancia la figura del Fondo para el Medio Ambiente Mundial⁷².

Lo que se busca con esto es no comprometer el derecho al desarrollo de los estados menos avanzados, que tienen menos recursos disponibles y no se pueden permitir modernizar sus infraestructuras. Desde luego, es prácticamente una obligación moral por parte de los países más ricos, pues ellos sí que aprovecharon la energía sucia de los

⁶⁷ Rosa Giles Carnero. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones. 1ª ed. (Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2021), p. 43

⁶⁸ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 36

⁶⁹ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 39

⁷⁰ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 45

⁷¹ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 47

⁷² Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 145

combustibles fósiles para crecer económicamente, mayormente a costa de los menos desarrollados.

La Convención Marco se organiza como un modelo de negociación extendido en el tiempo, donde las Conferencias de las Partes (COP) sirven de punto de encuentro en el que ir desarrollando sus bases ⁷³. La toma de decisiones es por consenso, lo que dificulta la aprobación de protocolos más que si fuera por mayorías (aunque el sistema de enmiendas sí requiere una de 3/4) ⁷⁴. Las Partes se reservan el derecho a rechazar ambas instancias si no prestan su consentimiento posterior ⁷⁵.

El sistema institucional erigido comprende, además de las COP, una secretaría con funciones de carácter administrativo (organiza y presta servicios de esta índole, se coordina con las secretarías de otros órganos...) y los órganos subsidiarios de ejecución (asiste a la COP en la evaluación y examen del cumplimiento de la Convención Marco) y asesoramiento científico y tecnológico (redirige al debate de las COP la información generada por entidades como el IPCC) ⁷⁶. Pueden estar representadas organizaciones que no sean estados ⁷⁷.

3.2.1.2 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto fue el primer acuerdo de desarrollo de la Convención Marco. Incluía obligaciones para la reducción de emisiones de GEI, algo inédito en el ámbito del derecho internacional

⁷³ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 58

⁷⁴ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 61

⁷⁵ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 63

⁷⁶ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 79-92

⁷⁷ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 83

Se trataba de un instrumento de carácter programático e inacabado que heredaba la aproximación flexible de la Convención Marco, adoptando disposiciones cada vez más ambiciosas conforme se sucedían sus periodos de cumplimiento ⁷⁸.

Sin embargo, el de Kioto resultó ser un protocolo que fracasó a la hora de aplicar políticas verdaderamente eficaces. Ya desde sus inicios quedó comprometido por su modelo de funcionamiento, que tan solo exigía obligaciones de mitigación a los países desarrollados ⁷⁹.

El razonamiento detrás de este sistema pretendía que sirviera como forma de hacer justicia climática, imponiendo la carga de luchar contra el calentamiento global a los países con más culpa climática (y con más medios). Aunque sus intenciones eran loables, la realidad es que un problema global como el cambio climático exige la colaboración de todos los actores internacionales posibles, especialmente cuando era cada vez más aparente que estos estados en vías de desarrollo ya contaminaban tanto o más que los avanzados.

Ese fue el argumento que enarboló EE. UU. como excusa para abandonar el acuerdo, pese a haberlo firmado en un principio. El retiro de la nación más poderosa del mundo supuso un duro golpe para el protocolo, que ni siquiera había entrado aún en vigor ⁸⁰.

La Enmienda de Doha inauguró el segundo periodo del Protocolo de Kioto. A estas alturas, era claro que el acuerdo se estaba acercando al final de su vida. Prueba de ello es su particular aplicación: a causa de múltiples retrasos, entró en vigor a finales de 2020, prácticamente al mismo tiempo que expiraba su vigencia. Para salvar el vacío legal, se adoptó de manera provisional durante esos 8 años ⁸¹.

Países como Japón, Rusia o Nueva Zelanda decidieron no ratificar la enmienda. Canadá directamente abandonó el protocolo para no pagar multas por el incumplimiento de sus

⁷⁸ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 67

⁷⁹ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 70

⁸⁰ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 70

⁸¹ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 71

objetivos en el primer periodo, a la vez que esgrimía también los mismos argumentos que EE. UU.

En resumen, el Protocolo de Kioto fue un fracaso en cuanto a objetivos. Aunque técnicamente se cumplieron, no sirvieron para mitigar los efectos del cambio climático. La única nota positiva al respecto es que permitió experimentar una gobernanza climática que sirvió como experiencia sobre la que desarrollar futuros acuerdos.

3.2.1.3 Acuerdo de París

El Acuerdo de París es la siguiente (y actual) iteración del derecho internacional ante el reto del cambio climático. Mantiene el planteamiento basado en la flexibilidad y mejora continua del Protocolo de Kioto, aunque con matices propios. Mientras que el acercamiento de Kioto impuso a las Partes objetivos que alcanzar en forma de una disminución porcentual de emisiones, el de París confía en aportes voluntarios de cada una de las naciones para llegar a una nueva meta general, enfocada en limitar el ascenso de la temperatura ⁸².

Así, en la COP 21 cada país presentó su contribución inicial en forma de INDC (*Intended Nationally Determined Contribution*). Cada 5 años revisarán sus compromisos nacionales al alza (*ratchet up mechanism*) en las NDC (*Nationally Determined Contribution*) ⁸³, para así acabar articulando un régimen que posibilite la consecución del objetivo del Acuerdo: no sobrepasar los 2°C para 2100, y mantenerse lo más próximo posible a los 1,5.

Así pues, esta estructura tan laxa no es legalmente vinculante (*soft law*), pero se complementa con algunas obligaciones que sí se exigen a los países (*hard law*),

⁸² Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 33

⁸³ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 73, 75

formando una estructura híbrida ⁸⁴. Esta configuración se refleja en las disposiciones sustantivas y procesales que configuran la acción internacional ⁸⁵.

- Sustantivas

- Principios fundamentales que inspiran el Acuerdo

Precaución, desarrollo sostenible, promoción de un sistema económico internacional abierto y responsabilidades comunes pero diferenciadas ⁸⁶. Este último principio corrige el mayor error de diseño de Kioto; su enfoque basado en la inacción climática de los países en vías de desarrollo, sustituyéndolo por otro en el que se les incluye en el esfuerzo colectivo a la vez que se tienen en cuenta sus diferentes circunstancias y capacidades. En consecuencia, la implicación de los países desarrollados predomina sobre la de los no desarrollados. Esta responsabilidad se materializa en las siguientes disposiciones.

- Asistencia financiera, transferencia de tecnología y fomento de la capacidad ⁸⁷

Se relacionan con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y la prominencia de los países más avanzados.

- Mitigación

⁸⁴ Giles Carnero, Rosa. El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones, p. 37

⁸⁵ Susana Borràs Pentinat y Paola Villacencio Calzadilla. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras. 1ª ed. (Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2018), p. 94

⁸⁶ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 41

⁸⁷ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 46

Las disposiciones vinculantes en esta materia son inexistentes, teniendo los países que hacer un esfuerzo indeterminado y voluntario por contribuir a la causa ⁸⁸.

- Adaptación

Ocurre lo mismo que con la mitigación ⁸⁹.

- Participación del público

Las partes deben implantar medidas para mejorar la educación, sensibilización y participación de los ciudadanos ⁹⁰.

- Las procesales son

- Transparencia

Para facilitar el seguimiento de las políticas individuales. Las partes también deben mantener un inventario actualizado de fuentes de emisión y sumideros en su territorio nacional ⁹¹.

- Cumplimiento

Un comité con carácter facilitador y no sancionador supervisará la ejecución de los países ⁹².

- Pérdidas y daños

⁸⁸ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 42

⁸⁹ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 45

⁹⁰ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 48

⁹¹ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 48

⁹² Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 49

Se reconoce la importancia de reducirlos al mínimo posible. El Mecanismo de Varsovia ayuda a reducirlos en los países en desarrollo ⁹³.

El Acuerdo de París se ratificó bastante rápido, lo que permitió superar el periodo de estancamiento jurídico previo (se necesitaron 3 COP para afinar sus particularidades) ⁹⁴. Desde luego, un sistema que no definía obligaciones claras y aseguraba a las Partes discrecionalidad en el diseño de sus acciones contra el cambio climático les era muy conveniente.

Técnicamente hay un límite a la discrecionalidad de los estados en el principio de buena fe y deber de diligencia, pero está vagamente desarrollado. Solo se podría aplicar en caso de retroceso evidente ⁹⁵.

3.2.2 Unión Europea

La UE es uno de los actores internacionales que más tiempo lleva liderando el esfuerzo mundial en la transición a una economía sin emisiones. Un ejemplo son sus Programas de Acción Comunitarios en Materia de Medio Ambiente, instrumentos que ayudan a minimizar el impacto medioambiental en su territorio, aprobándose el primero en 1973 (en vigor hasta 1976) ⁹⁶. El Sexto (2001- 2010) consideró al fin el cambio climático como una prioridad contra la que actuar ⁹⁷, además de establecer un sistema de comercio de derechos de emisión comunitario (retocado con la Directiva 2003/87 del Consejo

⁹³ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 181

⁹⁴ Giles Carnero, Rosa. *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones*, p. 77

⁹⁵ Borràs y Villacencio. El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras, p. 118

⁹⁶ Francisco Javier Gómez Piñeiro. Acciones y programas comunitarios en materia de medio ambiente. Lurralde. Recuperado el 2 de agosto de 2022
<http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur12/12gomez/12gomez.htm>

⁹⁷ Francisco Lorenzo Hernández González, Daniel del Castillo Mora, Pedro Javier Dorta Antequera, José María Fernández-Palacios Martínez, Abel López Díez, Javier Moreno García, Blanca Soro Mateo, Aitana de la Varga Pastor. *El derecho ante el reto del cambio climático*. 1ª ed. (Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2020), p. 165

Europeo, implementado en 2005 y ampliando la aplicación del principio “quien contamina, paga” con la Directiva 2009/29)⁹⁸.

El Séptimo Programa (2008 - 2020) contenía el primer paquete de medidas sobre clima y energía de la UE. Buscaba reducir emisiones un 20% con respecto a los 90, que las energías renovables fuesen responsables del 20% de toda la generada y mejorar un 20% la eficiencia energética. En la actualidad se aplica el Octavo⁹⁹.

La siguiente gran herramienta que se centró en los porcentajes de emisiones, energías renovables y eficiencia energética se presentó en 2014. Se trata del Marco sobre clima y energía hasta el año 2030, que trataba de aumentar las proporciones de las categorías anteriores al 40%, 32% y 32,5%.

En 2018 la Comisión Europea adoptó la comunicación “Un planeta limpio para todos: La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra”. En consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, define una serie de acciones que ayuden a alcanzar la neutralidad climática¹⁰⁰.

Sin embargo, según las previsiones, las políticas desplegadas hasta entonces tan solo habrían limitado las emisiones de 2050 a un 60% de los niveles de 1990. Por esa razón se presentó en 2019 el Pacto Verde Europeo, una nueva estrategia de crecimiento que emplearía paquetes *soft law* (Estrategia sobre Diversidad para 2030, Nueva Estrategia industrial, Plan de Acción de la Economía Circular, Estrategia de la Granja a la Mesa, Reglamento sobre el marco de promoción de inversiones sostenibles...) no solo para alcanzar los objetivos de mitad de siglo, sino para remodelar la sociedad europea de manera que sea justa, equitativa, moderna y competitiva, haciendo hincapié en la participación del público¹⁰¹.

Para cumplir con su cometido la Comisión Europea acordó destinar al menos el 25% del Presupuesto de la Unión Europea a la incorporación de la dimensión climática en todos

⁹⁸ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 166

⁹⁹ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 24

¹⁰⁰ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 25

¹⁰¹ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 26, 167

los programas de la UE. El Marco Financiero Plurianual 2021-2027 subió el porcentaje al 30% ¹⁰².

La Ley Europea del Clima es el pilar principal del Pacto Verde Europeo. Introducida en el 2019, establece una meta vinculante de neutralidad climática para 2050 a todos los Estados e instituciones miembros, endureciendo el porcentaje de reducción de emisiones del Marco sobre Clima y Energía hasta el año 2030 del 40% al 55%. Cada 5 años (como el acuerdo de París) se examinará el progreso realizado ¹⁰³.

El octavo Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, comentado antes, está diseñado en consonancia con los objetivos del Pacto Verde.

Se puede observar ya en este peldaño del derecho internacional la mayor especificidad de las normas conforme se va bajando a niveles más locales. En última instancia son los países los que deben aplicar las directivas internacionales y de la UE, y sobre quienes se delega la responsabilidad de elaborar e implementar estrategias y planes que se ajusten a ellas.

3.2.3 Nacional

En el caso de España, el Marco Estratégico de Energía y Clima (2019) es la respuesta a las exigencias supranacionales. Además de sentar las bases para cumplir los compromisos medioambientales, sirve como oportunidad de modernizar la economía española, fomentar la creación de empleo y promover el bienestar social. Se asienta sobre la Ley Estatal 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia de Transición Justa ¹⁰⁴.

De estos ejes el más importante es la Ley 7/2021, que se apoya en los otros dos. En ella se recogen ambos componentes, además de prever el resto de estrategias y planes que

¹⁰² Alberto Palomar Olmeda, Ramón Terol Gómez, José Miguel Beltrán Castellanos, Sofía Cabedo Uso, Gil Manuel Perea Crespillo, Paula Pérez Zapico, Juan Rosa Moreno. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. 1ª ed. (Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2021), p. 352

¹⁰³ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 167

¹⁰⁴ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 144

se explican más adelante. Es la ley medioambiental más completa hasta la fecha: nuestro país había explorado anteriormente el derecho medioambiental, pero nunca desde una perspectiva tan íntegra. Dos ejemplos son la Ley 1/2005 por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, resultante del sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, o la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera ¹⁰⁵.

Según dicta, en 2030 las emisiones de gases de la economía española deberán reducirse un 23% respecto a los 90 y el 42% de consumo de energía tendrá que tener un origen renovable (en el sistema eléctrico el porcentaje será del 74%). En cuanto a la eficiencia energética, su consumo deberá reducirse un 39,5% ¹⁰⁶ (Cuando todavía se estaba tramitando el proyecto de ley la ambición era menor, siendo los porcentajes 20, 35, 70 y 35 por ciento, respectivamente) ¹⁰⁷.

Se sustenta sobre cuatro pilares que definen su acción: mejorar la eficiencia energética del país (con la rehabilitación de edificios como eje central), mejorar la inclusión de energías renovables (con un mejor marco retributivo que dé más seguridad a los inversores), implementar nuevos modelos de movilidad sostenible (fomentando los vehículos sin emisiones) y reducir ayudas a energías fósiles.

Contempla los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), que introducirán medidas de mitigación en aquellos municipios de más de 50000 habitantes, como el establecimiento de zonas bajas de emisiones antes de 2023, el fomento de los desplazamientos a pie y el uso de medios de transporte activos, la mejora y distanciamiento de la red de transporte público de los combustibles fósiles, la obligación de instalar puntos de recarga eléctricos para incentivar el uso de vehículos privados de este tipo, etc ¹⁰⁸.

El segundo componente del marco estratégico es el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). Asiste al cumplimiento de los objetivos de la ley centrándose en la

¹⁰⁵ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 33

¹⁰⁶ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 145

¹⁰⁷ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 35

¹⁰⁸ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 268

mitigación de los efectos del cambio climático. Fue creado en base a las disposiciones de la UE, que también lo supervisa. Impone obligaciones vinculantes.

Entre otras cosas, el PNIEC potenciará la electrificación y los biocarburantes en el transporte (es decir, la reducción de emisiones en este ámbito), el incremento del uso de la electricidad para la generación de calor, los grandes proyectos de generación de energía limpia... En cuanto al autoconsumo renovable, buscará mejorar la capacidad de almacenamiento, el consumo de energía en edificios y electrodomésticos, promoverá las centrales hidroeléctricas reversibles... ¹⁰⁹

La Estrategia de Transición Justa es el último pilar del marco. Se ocupa de aprovechar la ocasión que supone remodelar la economía española para revitalizarla, maximizando los beneficios sociales y amortiguando los posibles impactos negativos. Contempla los convenios de transición justa como instrumento principal, aunque no se especifican motivos para su uso. Atienden a los impactos que pueda causar la transición energética, como la destrucción de empleo que pudiese causar el cierre de una central térmica.

Para el 2030 se estima que las inversiones en renovables generarían entre 107000 y 135000 empleos al año. Las inversiones en ahorro y eficiencia energética situarían la cifra entre 52000 y 100000.

Además, la transformación del sector inmobiliario será otra gran oportunidad de empleo, con un 90% del parque construido antes del último Código Técnico de Edificación y un 60% antes incluso de que existiera ninguna normativa de eficiencia energética ¹¹⁰.

Pero la acción de nuestro país contra el cambio climático no se limita únicamente a la contenida en el marco estratégico. Tal es el caso de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que complementa al PNIEC en su cometido de mitigación de los efectos del cambio climático. Básicamente se trata de una extensión de este en el tiempo (hasta 2050), y busca cumplir los objetivos del Pacto Verde Europeo y el Acuerdo de París de tener una economía climáticamente neutra para ese año. Sus principales líneas de

¹⁰⁹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 98

¹¹⁰ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 152

acción son el diseño y explotación de las redes de transporte y distribución, el autoconsumo y la introducción de tecnologías para hacer el sistema más flexible y seguro ¹¹¹.

Otros programas son la Estrategia de Almacenamiento Energético y la Estrategia a Largo Plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España. La primera tratará de solventar los problemas asociados al almacenamiento de energía renovable que entraña una sociedad limpia, y la segunda se centrará en reducir las ineficiencias del parque inmobiliario español ¹¹².

La Ley 7/2021 también incorpora estrategias más allá de las políticas de mitigación que encarnan el PNIEC y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo. Tal y como sugiere su nombre, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) afronta el desafío de adecuar la sociedad española a las cada vez más hostiles condiciones del clima. Así, trata de fomentar la resiliencia de España, centrándose especialmente en la evaluación de los impactos, vulnerabilidades y nivel de adaptación de los sectores españoles, además de la integración del cambio climático en la normativa, la elaboración de un sistema de indicadores de impactos y grado de adaptación al mismo y la movilización de los sectores sociales y económicos implicados ¹¹³.

Mientras que el enfoque dominante de las dimensiones supranacional y nacional es la mitigación, la adaptación es por donde principalmente se desenvuelven las entidades territoriales inferiores, lo que las hace una parte indispensable de los esfuerzos contra el cambio climático. Naturalmente, su compromiso en la contienda es esencial, quedando plasmado en el Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía ¹¹⁴. Representa a más de 300 millones de habitantes de todo el mundo, dos tercios de los cuales son

¹¹¹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 104

¹¹² Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 153, 154

¹¹³ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 109

¹¹⁴ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 37

Europeos y busca limitar las emisiones de las poblaciones adheridas un 40% para el 2030¹¹⁵.

La importancia de las administraciones regionales se ve reafirmada, además, en la comunicación “Un Planeta Limpio para Todos”, que destaca la necesidad de diseñar infraestructuras resistentes al cambio climático. Se planea así configurar un contexto de renovación urbana que adapte las poblaciones a las cada vez más hostiles condiciones del clima¹¹⁶.

Sin embargo, dicha noción contrasta con la poca penetración que ha tenido en la legislación urbanística y territorial la adaptación al cambio climático. Principalmente esto se ha debido a que se considera más propia de técnicas puramente ambientales que de urbanísticas y territoriales¹¹⁷.

En general, puede ser complicado encontrar el punto de conexión entre algunas políticas sectoriales y el medio ambiente, lo que dificulta la incorporación de la perspectiva climática en el ámbito local. Desde luego, una materia como la seguridad y dieta alimentarias a priori tampoco parece tener un vínculo claro con el cambio climático. Sin embargo, a poco que se recuerde el segundo capítulo de este trabajo la relación será patente.

Al margen de esta problemática, el elevado número de políticas sectoriales que se vislumbran en la ley ya supone de por sí otro inconveniente. A las dos mencionadas anteriormente, se les unen, entre otras: políticas ligadas al dominio público, energía, movilidad sin emisiones y transporte, conexión con la salud pública, política agraria forestal y de energías renovables...¹¹⁸

¹¹⁵ Junta de Andalucía. Pacto de los alcaldes | Conoce el Pacto. Recuperado el 23 de agosto de 2022 https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/clima/actuaciones_cambio_climatico/mitigacion/emisiones_gases_efecto_invernadero/pacto_alcaldes/conoce-el-pacto.html

¹¹⁶ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 25

¹¹⁷ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 39

¹¹⁸ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 48-56

Así, un ordenamiento de competencias tan extenso en el que además no siempre es evidente dónde encaja el enfoque medioambiental puede desembocar en unas medidas de adaptación incompletas y poco eficaces.

Ciertamente, la interacción de la Ley 7/2021 con la normativa de las entidades inferiores no está todo lo pulida que debería, siendo la explicación anterior una clara muestra de su complicada relación. Además, si bien su funcionamiento está planteado en base a la cooperación y compatibilidad con las comunidades autónomas, la norma autonómica tampoco es estrictamente un desarrollo de la estatal ¹¹⁹.

Más concretamente, la ley se limita a señalar las competencias de cada nivel territorial, lo que vincula las normas y planes de los ámbitos afectados. A partir de ahí, la ejecución de los objetivos impuestos termina dependiendo de la regulación sectorial de las administraciones locales: son sus departamentos los que dan cumplimiento a los objetivos. Cada uno se encarga de los que corresponden a sus competencias (infraestructuras, transportes, residuos...) ¹²⁰.

Se trata de un modelo de funcionamiento enrevesado que suscita dudas sobre su efectividad. De hecho, a pesar de la voluntad de evitar que la ley se convierta en un texto programático sin valor coercitivo real ¹²¹, la potestad sancionadora pública se les remite a los sectores de las entidades inferiores (junto al poder de ejecución), lo que despoja a la ley de capacidad de coacción. Aparte de esta incoherencia, ni siquiera está resuelto el esquema de la inacción; o sea, qué pasará si no se cumplen los propósitos vinculantes comunitarios ¹²².

Por otro lado, la ley prescinde de la utilización de los presupuestos de carbono, que sí se usan a escala europea. Su adopción podría haber servido como apoyo al sistema de

¹¹⁹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 38

¹²⁰ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 41

¹²¹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 32

¹²² Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 38

modelos dispares de nuestro ámbito territorial. Su ausencia restringe la acción española a las técnicas de mitigación del PNIEC ¹²³.

Otra cuestión digna de mención son los denominados litigios climáticos. La pasividad normativa ante muchos de los previsible efectos del cambio climático ya está dando lugar a las primeras resoluciones jurídicas contra gobiernos. Por ejemplo, el consentimiento de procedimientos como la modificación irresponsable de cursos de agua o autorizaciones de urbanización en terrenos inundables son situaciones válidas que pueden servir de base para iniciar uno de estos litigios ¹²⁴.

Finalmente se expone el siguiente abanico de recursos nacionales para así terminar de caracterizar la Ley 7/2021:

- Inversión pública ecológica

Debe quedar reflejada en los presupuestos generales del estado. La cantidad de fondos destinados será el porcentaje mínimo acordado en el Marco Financiero Plurianual europeo, y se deberá revisar al alza antes del 2025. Como con muchos otros aspectos de la ley, se desarrollará mediante reglamentos ¹²⁵.

- Contratación pública verde

Se emplean criterios medioambientales para definir las especificaciones técnicas de los contratos y sus criterios de adjudicación. Además, se exige cierto rendimiento energético a los inmuebles arrendados por la administración. Otros requerimientos son el deber de hacer estudios de impacto ambiental o la prohibición de contratar empresas condenadas por delitos contra el medio ambiente ¹²⁶.

- Gobernanza

¹²³ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 85

¹²⁴ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 127

¹²⁵ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 350

¹²⁶ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 356

La ley evoca conceptos como el de gobernanza y participación pública. Contempla la creación de un comité de expertos y una asamblea ciudadana del cambio climático. Se enfoca en la cooperación interadministrativa ¹²⁷.

- Transparencia financiera medioambiental

Es imprescindible tanto para promover el acceso de la ciudadanía a la información como para facilitar la toma de decisiones a los operadores de los mercados ¹²⁸. España tiene la obligación de realizar un informe anual que evalúe el impacto financiero del cambio climático y los riesgos de la transición a una economía sin emisiones. También debe incluir en él medidas para lidiar con ambos retos ¹²⁹.

- Educación

La implicación de los españoles y la integración de la perspectiva climática en el sistema educativo son una prioridad. Se fomenta el uso de campañas de concienciación y sensibilización ¹³⁰.

- Investigación y desarrollo

Se debe incluir el cambio climático, la transición energética y la financiación adecuada en las “Estrategias Españolas de Ciencia y Tecnología y de Innovación y de los Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Investigación”. Se considera además conveniente la creación de paneles de evaluación constituidos por especialistas y se insta a aprovechar las oportunidades que brindará la digitalización de la sociedad ¹³¹.

¹²⁷ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 391

¹²⁸ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 371

¹²⁹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 375

¹³⁰ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 385

¹³¹ Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 388

3.2.4 Autonómico

Con todo, el funcionamiento de la Ley 7/2021 está planteado en base a la cooperación con las comunidades autónomas: la normativa específica que cada una impulse y apruebe debe ser compatible con ella. Este enfoque se reafirma con la confirmación del TC de la necesidad de la presencia estatal en la normación y la insuficiencia de abordar esta cuestión únicamente desde la perspectiva autonómica ¹³².

La labor de las comunidades autónomas en materia climática ya se ha destacado en párrafos anteriores. A pesar de los roces con la ley estatal, su participación es crucial para que la acción climática española sea íntegra.

Tal es el valor de las contribuciones autonómicas que todas las normas vigentes a excepción de la valenciana, recién nacida, preceden a la Ley 7/2021: son las de Cataluña (16/2017), Andalucía (8/2018) y Baleares (10/2019)

3.2.4.1 Cataluña

Sin duda, se trata de la norma del país que más ha acaparado el foco de atención. Es digna de elogio por ser pionera. También por su ambición, aunque nunca pudiera poner en práctica algunas de sus disposiciones iniciales más llamativas debido a la decepcionante impugnación del Tribunal Constitucional (TC) ¹³³.

A pesar de que la ley estatal reconoce la capacidad de las normas autonómicas de establecer objetivos más estrictos que los suyos, la sentencia consideró que la comunidad se había excedido en varios de sus preceptos, invadiendo competencias estatales.

Hubo recortes en cuestiones como la desnuclearización o la territorialización de las cuotas de los presupuestos del carbono, pero el más hiriente fue el que sufrió la hoja de

¹³² Palomar Olmeda et al. Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, p. 40

¹³³ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 189

ruta de reducción de emisiones (planeaba una del 40% para 2030, del 65% en 2040 y del 100% en 2050).

El resultado ha sido una ley mutilada, muy alejada de su planteamiento original. Aun así, prevé medidas como la participación de los entes locales en la planificación de políticas y en los planes de acción sectorial.

3.2.4.2 Baleares

La situación de insularidad de las Baleares ha definido su legislación climática. Su objetivo principal es la consecución de un archipiélago autosuficiente, por lo que se centra en la generación de energía ¹³⁴.

Una de sus medidas más distintivas es la prohibición de la entrada de vehículos diésel tras 2025. En 2035 se vetará la circulación de motocicletas, turismos, furgones y furgonetas que no sean libres de emisiones (salvo excepciones). También establece el Consejo Interdepartamental del cambio climático, el Consejo Balear del Clima y el Instituto Balear de la Energía, entre otros ¹³⁵.

Por último, la norma fija porcentajes mínimos de reducción de emisiones para 2030 (40%) y 2050 (90%) ¹³⁶. Su presencia resulta sumamente llamativa dada la revisión constitucional a que fue sometida la ley catalana por determinar objetivos de la misma índole.

Desde luego, la decisión de suprimir la hoja de ruta catalana por incurrir en una supuesta invasión de competencias estatales debería anular también la balear. Es inevitable pensar que la verdadera razón de este tratamiento injusto responda a un desquite por cuestiones políticas, sobre todo si se tiene en cuenta la tensa relación entre Cataluña y el estado. Ciertamente, la ley balear menciona su sometimiento a la UE y las bases estatales mientras que la ley catalana únicamente se refiere a la Unión Europea ¹³⁷.

¹³⁴ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 201

¹³⁵ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 189

¹³⁶ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 203

¹³⁷ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 186

De cualquiera de las maneras esta inconsistencia es inadmisibles y absurda, especialmente en el contexto de emergencia climática que trasciende cualquier riña política.

3.2.4.3 Andalucía

La ley andaluza implementa una buena cantidad de órganos propios como la Comisión Interdepartamental de Cambio Climático (coordinación y colaboración), la Oficina Andaluza del Clima (asesoramiento y divulgación), la Red de Observatorios de Cambio Climático o el Consejo Andaluz del Clima (conocimiento y formulación de recomendaciones).

Sin embargo, la novedad más destacada es el Plan Andaluz de Acción por el Clima, que configura la senda a seguir en materia climática en la comunidad. Incide en la ordenación del territorio, por lo que aborda la deficiencia señalada en el apartado anterior ¹³⁸.

Se compone de otros tres textos: el Programa de Mitigación de emisiones para la Transición Energética, el Plan de Adaptación y el Programa de Comunicación y Adaptación. También contempla la creación del Sistema Andaluz de Emisiones Registradas y el de Compensación de Emisiones ¹³⁹.

3.2.4.4 Comunidad Valenciana

El 24 de noviembre de 2022 la Comunidad Valenciana aprobó su propia ley de Cambio Climático y Transición Ecológica. Incluye 3 impuestos verdes (que no se aprobarán hasta 2025) y gravará las emisiones de los automóviles, industria y grandes superficies ¹⁴⁰.

¹³⁸ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 174

¹³⁹ Hernández González, Francisco Lorenzo et al. El derecho ante el reto del cambio climático, p. 177, 178

¹⁴⁰ Energías renovables. Les Corts aprueban la ley valenciana de Cambio Climático y Transición Ecológica. 25 de noviembre de 2022 <https://www.energias-renovables.com/panorama/les-corts-aprueba-la-ley-valenciana-de-20221125>

Hasta hace muy poco, el único instrumento relevante del que disponía la Generalitat era la Estrategia Valenciana de Cambio Climático ¹⁴¹.

3.2.4.5 Otras comunidades

Más allá de las leyes autonómicas existentes, se han diseñado instrumentos *soft law* que configuran la acción climática de las regiones que todavía no han aprobado las suyas, como la Hoja de Ruta de Cambio Climático de Navarra, la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030 o la Estrategia Gallega de Cambio Climático y Energía.

3.2.5 Local

Las entidades locales son el modelo más básico que contempla la organización territorial, pero no por ello es su actuación insignificante en materia medioambiental. Terminan de concretar el vasto entramado normativo superior, ajustándolo a las particularidades de cada localidad.

Este apartado se centra en la labor climática del municipio de Alboraya, que sirve de muestra para ilustrar el tipo de políticas que puede adoptar una entidad local. La información recogida en esta sección fue obtenida de primera mano en una entrevista con Sara Cataluña Soler, técnica de medio ambiente del Ayuntamiento.

El municipio está adscrito al Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, por lo que en 2030 planea llegar a una reducción del 40% de emisiones (y a la neutralidad climática en 2050). El Pla d'Acció pel Clima i l'Energia sostenible (PACES) es el programa que seguirá el Ayuntamiento para alcanzar los objetivos del Pacto.

También cuenta con el Plan de Movilidad Urbana sostenible local. Ambas estrategias prevén la contratación de empresas especializadas, que hacen un diagnóstico del municipio (su nivel de consumo eléctrico o gasto de combustibles, por ejemplo) para

¹⁴¹ Generalitat Valenciana. Estrategia Valenciana de cambio climático. Recuperado el 1 de diciembre de 2022 <https://agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico/2020-2030>

sugerir propuestas con las que cumplir las metas de los dos instrumentos. Requieren participación ciudadana.

La localidad busca fomentar los desplazamientos sin emisiones con la implantación de un sistema local de alquiler de bicicletas, Xufabike. También se han instaurado 2 estaciones gratuitas de recarga de coches eléctricos, y se irá sustituyendo la flota de automóviles tanto del Ayuntamiento como de empresas relacionadas por vehículos no contaminantes conforme vayan estropeándose. Existe una bonificación del impuesto de tracción mecánica a quienes adquieran un vehículo eléctrico y de hasta el 50% del IBI a los inmuebles que pongan placas solares

El Ayuntamiento es poseedor de un certificado que acredita que la energía que utiliza y la empleada por el alumbrado municipal son verdes. Cada año inscribe voluntariamente en el ministerio de ecología las emisiones de la localidad.

Hay activo un servicio de recogida de trastos. Por otro lado, los residuos se gestionan en fracciones: envases, cartón, textil, aceites de cocina... En la playa de la Patacona se añade la fracción orgánica. En relación al litoral, se busca controlar la calidad del agua de las acequias que desembocan en el mar y la limpieza de la costa (la concienciación ciudadana en este último respecto es importante). Además, se trata de automatizar la eficiencia del agua en riegos.

El Ayuntamiento colabora con la diputación y una asociación (SEO *Birdlife*). Retiran vegetación invasora de la playa y se planta autótona, lo que ayuda también a anidar al chorlitejo patinegro, un ave en peligro.

Su financiación es a base de subvenciones, y van en curso para los objetivos del 2030.

4 EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DISPUESTAS / FUTURO CLIMÁTICO

El exhaustivo análisis de las causas, características e impactos del cambio climático expuestas y razonadas en los anteriores apartados de este trabajo, muestran que la gravedad de la amenaza que supone es indiscutible.

Sin embargo, otro aspecto igualmente importante del estudio de este fenómeno (si no más) es el pronóstico de su evolución. A fin de cuentas, es un auténtico sinsentido esforzarse por comprender el cambio climático si no es para aplicar el conocimiento que del mismo se tiene en la elaboración de políticas que, además de minimizar el daño que ya es inevitable, prevengan lo peor que nos depara.

Naturalmente, la vasta evidencia científica generada durante décadas de investigación climática hace posible determinar la progresión de este fenómeno.

Con todo, no es nada sencillo identificar con exactitud la tendencia que seguirá el cambio del clima. Curiosamente, esta dificultad no se debe a la inherente incertidumbre asociada a tratar de predecir el curso de una manifestación física tan compleja; tanto los modelos climáticos como la ciencia sobre la que se basan son más que fiables. El factor de más peso resulta ser la imprevisibilidad de la acción humana, que como se ha expuesto, es poco rigurosa y cambiante.

Esta falta de certeza se puede suplir con el diseño de escenarios que presupongan cómo actuará la humanidad en el futuro. El trabajo del IPCC es el más completo que se ha hecho al respecto: prevé 5 hipotéticas trayectorias (*Shared Socioeconomic Pathways, SSP*) que el mundo podría seguir, cada una con diferentes características socioeconómicas y climáticas ¹⁴²:

- SSP1: Desarrollo sostenible

El modelo de consumo mundial contemporáneo se transforma gradualmente en uno que respeta los límites naturales del planeta. El énfasis en el desarrollo económico se reorienta hacia la búsqueda del bienestar, lo que reduce las desigualdades sociales tanto entre los países como dentro de ellos. Hace uso de tecnologías de captura de carbono y alcanza emisiones negativas.

¹⁴² Keywan Riahi, Detlef P. van Vuuren Elmar Kriegler Jae Edmonds Brian C.O'Neill Shinichiro Fujimori Nico Bauer Katherine Calvin Rob Dellink Oliver Fricko Wolfgang Lutz Alexander Popp Jesus Crespo Cuaresma Samir KC Marian Leimbach Leiwen Jiang Tom Kram Shilpa Rao Johannes Emmerling Kristie Ebi, MassimoTavoni ... The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. ScienceDirect, vol 42 (2017) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

- SSP2: Mitad del camino

El mundo no cambia notablemente sus tendencias actuales. Los sistemas terrestres continúan degradándose, aunque hay algo de mejoría. El desarrollo económico y social continúa siendo desigual. Las instituciones progresan lentamente en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

- SSP3: Rivalidades regionales

La cooperación entre países se reduce como resultado de la reaparición del nacionalismo y el aumento de las tensiones y conflictos locales, lo que le pasa factura al progreso y bienestar mundiales. Los estados se centran en cuestiones internas y descuidan el cuidado del medio ambiente, deteriorando aún más el planeta.

- SSP4: Desarrollo desigual

Las desigualdades de hoy en día se acrecentan de manera considerable, lo que enriquece más a algunos países y empobrece a otros. Esto reduce la cohesión social e incrementa los enfrentamientos. Las políticas ambientales se benefician del alto grado de desarrollo de los países más ricos, pero quedan relegadas a un segundo plano en los menos adinerados.

- SSP5: Desarrollo fósil

La comunidad internacional aprovecha al máximo el potencial de los combustibles fósiles, que emplea para crear riqueza y mejorar las condiciones de vida por todo el globo. Posteriormente, se centraría en la transición a un modelo sostenible. Se confía en que los problemas que el aprovechamiento desenfrenado de energía contaminante acarree se solventarán gracias a los recursos obtenidos en la primera fase. Incluso se recurriría a la geoingeniería.

No es pretensión del IPCC estimar cuál de todos los escenarios es el más plausible. La utilidad de los SSP simplemente se reduce a establecer una serie de condiciones que

proporcionen una base sobre la que poder diseñar modelos climáticos, los cuales simulan la evolución de procesos físicos, químicos y biológicos de interés.

Ahora bien, dado que el objetivo principal del Acuerdo de París es limitar el calentamiento a 2°C para 2100, no resulta especialmente complicado identificar el escenario que más se ajusta a ese requerimiento: basta con comparar sus modelos de temperatura para ese año.

En concreto, la organización hace uso de los SSP1, SSP2, SSP3 y SSP5 en su informe de evaluación más reciente. Cada uno de ellos lleva asociada una cifra al final que representa el forzamiento radiativo al que sería sometido el sistema climático a finales de siglo: SSP1-1,9 / SSP1-2,6 / SSP2-4,5 / SSP3-7 / SSP5-8,5 (Como se ve, se emplean dos versiones del SSP1, una más sostenible cuyo forzamiento es de 1,9 w/m² y otra ligeramente peor, de 2,6 w/m²).

Como es lógico, es el más respetuoso con el medio ambiente, el SSP1, el que consigue mantenerse por debajo del límite (tanto el SSP1-1,9 como el SSP1-2,6). Todos los demás escenarios lo sobrepasan.

Desgraciadamente, el SSP1 está fuera de nuestro alcance. Han sido muchas las voces de alarma que a lo largo de los años han alertado que las políticas medioambientales adoptadas hasta ahora y el nivel de contundencia de las planeadas para los próximos años son sencillamente insuficientes.

Se necesitaría remodelar urgentemente el contexto político vigente con tal de no exceder los 2°C, pero la falta de voluntad y la autoindulgencia demuestran que las prioridades son otras.

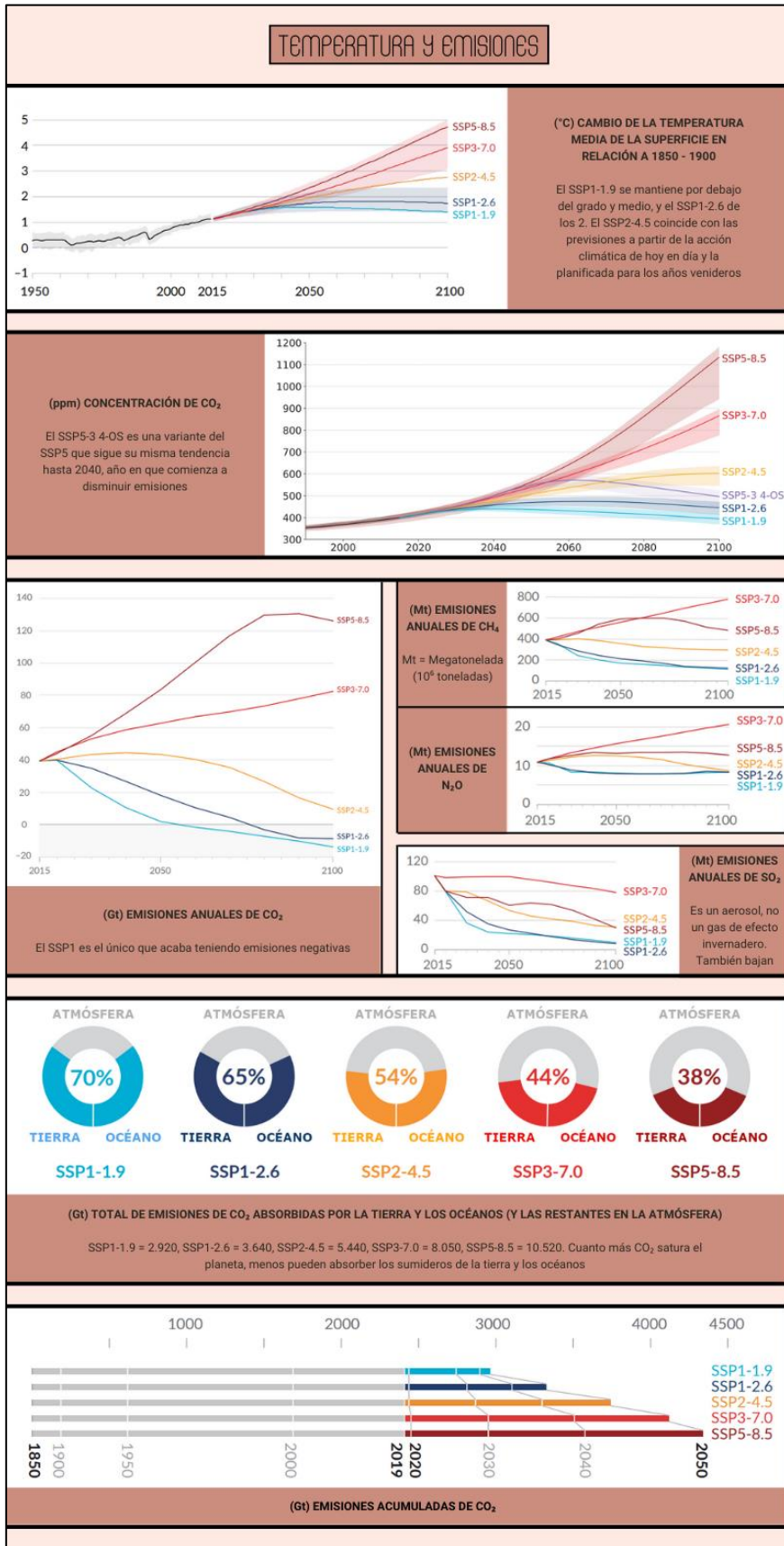
Se han podido vislumbrar retazos de todo este panorama en el diagnóstico anterior de la situación jurídica internacional, pero es en este capítulo donde se confirma lo que ya se venía intuyendo desde entonces: no se cumplirán los objetivos del Acuerdo de París. Al menos, no sin un cambio drástico e inmediato en la manera de actuar de los dirigentes mundiales.

Según el más reciente estudio del estado de la acción climática, aun con la completa ejecución de los compromisos actualmente dispuestos, el calentamiento del planeta sería de entre 2,4 y 2,8 °C, lo que situaría como futuro más probable el representado por el SSP2 ¹⁴³.

Los modelos de las Ilustraciones 5, 6, 7 y 8 muestran los diferentes efectos que tiene cada escenario en los procesos más significativos para el equilibrio del planeta (comentados en el segundo apartado). Naturalmente, el contraste entre los SSP1 y SSP2 es el que más atención merece, pues ilustra la verdadera distancia que existe entre el desempeño actual y lo que en realidad se debería estar haciendo.

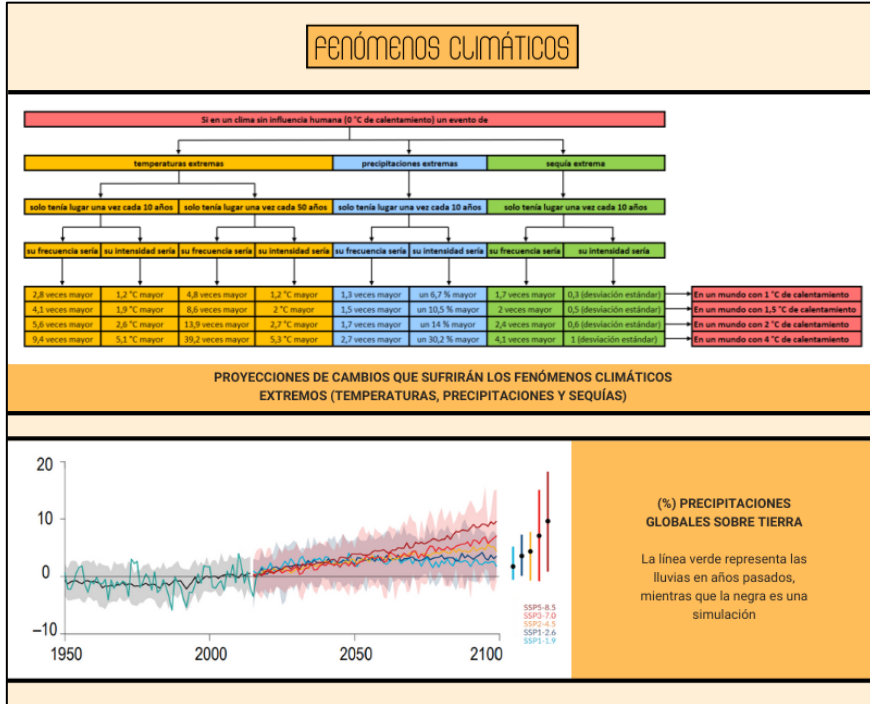
¹⁴³ New climate Institute State of Climate Action, 26 de octubre de 2022
<https://newclimate.org/resources/publications/state-of-climate-action-2022>

Ilustración 5: Infografía de escenarios relacionados con la temperatura y las emisiones



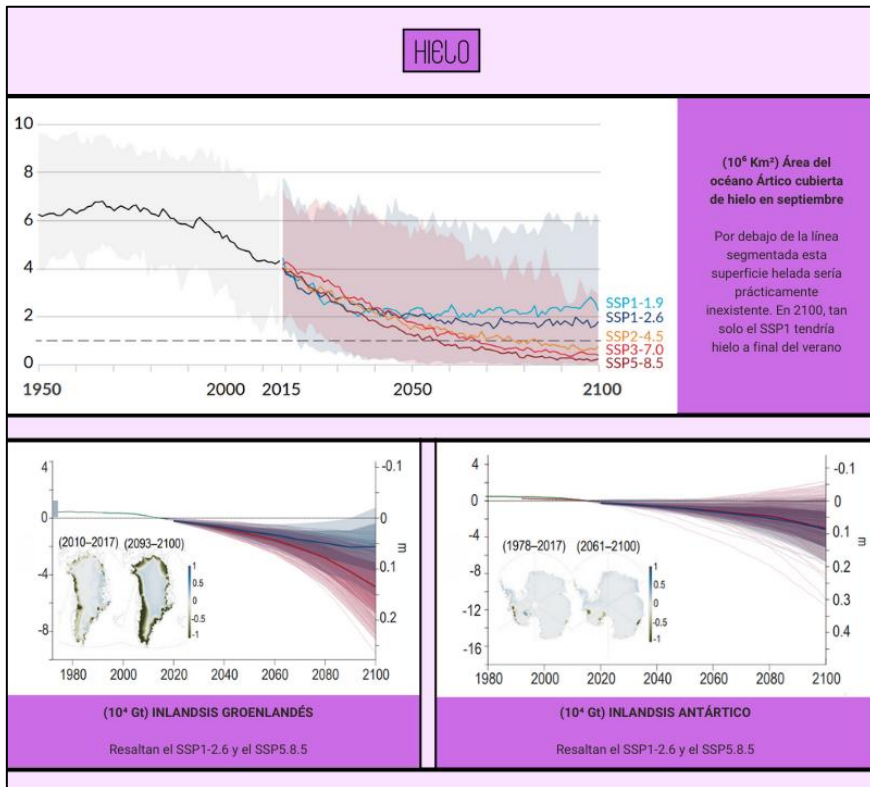
Elaboración propia. Fuentes: Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers / Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary

Ilustración 6: Infografía de escenarios relacionados con fenómenos climáticos



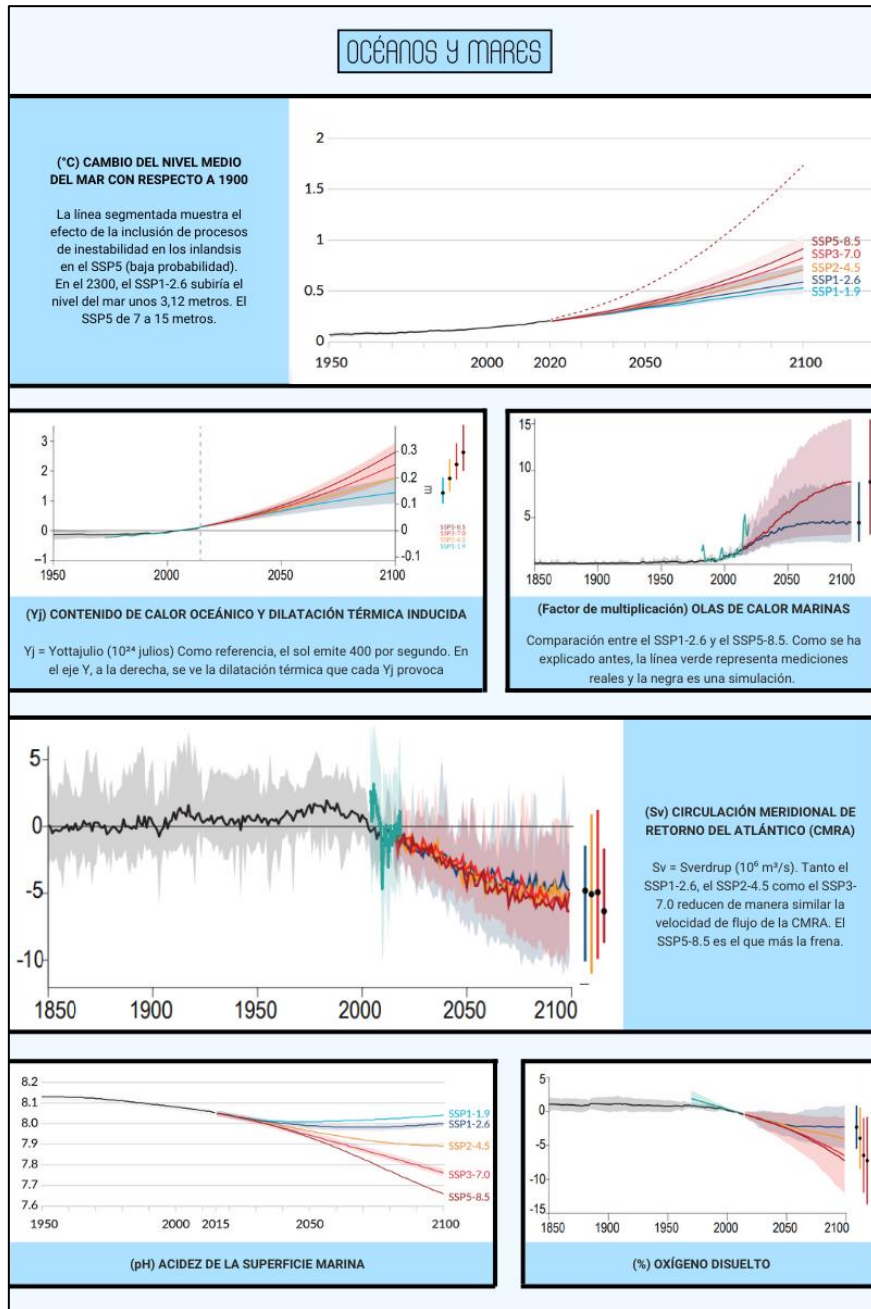
Elaboración propia. Fuentes: Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers / Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary

Ilustración 7: Infografía de escenarios relacionados con el hielo



Elaboración propia. Fuentes: Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers / Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary

Ilustración 8: Infografía de escenarios relacionados con los océanos y mares



Elaboración propia. Fuentes: Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers / Working Group I. Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, el cambio climático es una amenaza existencial que requiere de la acción coordinada de todos los países del mundo para hacerle frente.

Sin embargo, también ha quedado constatada la clara indiferencia de los dirigentes mundiales. Aun siendo plenamente conscientes desde hace décadas de las catastróficas consecuencias de no actuar con celeridad y firmeza, su máxima aportación a la causa son políticas deficientes que descuidan la protección del planeta. En este apartado se exploran los motivos de tal comportamiento y se condensan las críticas hacia la gestión de la crisis climática.

No hay donde mejor se aprecie esta actitud de dejadez que en el Acuerdo de París; pacto que materializa los mayores esfuerzos de la comunidad internacional por idear un sistema que configure la actuación mundial ante el cambio climático.

Por una parte, su modelo de funcionamiento basado en aportaciones voluntarias es un enfoque que no se adecua a las exigencias de la realidad climática. Un planteamiento que le confía a los integrantes del pacto la responsabilidad de decidir tanto las concesiones que están dispuestos a hacer como el grado de ambición de las mismas es excesivamente permisivo, especialmente teniendo en cuenta el historial de las Partes, que refleja desde hace mucho tiempo una clara reticencia a adoptar medidas verdaderamente efectivas.

La razón de su comportamiento es evidente: aplicar este tipo de políticas supone una grandísima inversión, y al no existir ningún incentivo para ello, los países se contentan con medidas de escaso alcance. Desde luego, una asignación de recursos tan monumental bien podría ser destinada a otros sectores de la economía si no se renunciara a la infraestructura fósil sobre la que ya descansa la sociedad moderna (y que aún podría seguir siendo aprovechada durante décadas).

Es importante tener presente que el Acuerdo de París está diseñado de manera que no se penaliza este tipo de conducta. De hecho, si las negociaciones que lo moldearon y la

posterior ratificación de los países firmantes se sucedieron con fluidez no fue solo debido a que era necesario revivir cuanto antes la gobernanza climática tras la muerte del Protocolo de Kioto, sino porque también el nuevo sistema que se proponía les resultaba mucho más atractivo que el anterior, al no castigar a las Partes en caso de contribuir poco o no cumplir sus objetivos climáticos.

Así, el Acuerdo de París configura una dinámica que le consiente a sus miembros decantarse por medidas laxas y comenzar a preparar el entramado renovable que inevitablemente sustituirá al fósil a su ritmo, una vez no valga la pena seguir manteniéndolo (debe recordarse además que los combustibles fósiles son recursos finitos y finalmente la humanidad acabará abandonándolos como fuente energética).

Por otro lado, la ausencia de una hoja de ruta que concrete la actuación climática más allá del vago límite de 2°C de calentamiento es una falta inadmisibles que limita más si cabe la efectividad del tratado. Esencialmente, la estrategia con la que el Acuerdo planea combatir el cambio climático es improvisar sobre la marcha, un enfoque muy alejado de la profesionalidad que se espera de los gobernantes del mundo.

La elaboración del Acuerdo de París era una oportunidad ideal para solucionar todos los errores que sentenciaron al Protocolo de Kioto. Aunque es cierto que se subsanó su cuestionable postura de excluir a los países menos desarrollados de la acción climática, otros aspectos no vieron avances similares. Como se ha señalado en el párrafo anterior, la flagrante omisión de una hoja de ruta todavía se mantiene. Sin embargo, si esta brillaba por su ausencia en el Protocolo de Kioto es porque al menos se habían dispuesto algunas obligaciones (en forma de porcentajes máximos de emisiones) que orientaban mínimamente la actuación climática. El sistema del Acuerdo de París, al estar basado en contribuciones voluntarias, prescinde de ellas en una regresión que resulta indignante.

En general, la aprobación del pacto deja un mal sabor de boca, ya que el modelo actual ha terminado siendo igual de incapaz de responder a las necesidades climáticas que su predecesor. Desde luego, dice mucho del estado de la gestión climática mundial que no se vaya a cumplir el objetivo autoimpuesto de no sobrepasar los 2°C de calentamiento, que supuestamente representan el riesgo máximo asumible.

En cuanto a los niveles organizativos inferiores, no resulta sorprendente comprobar que han heredado parte del descuidado enfoque del modelo operativo superior. En concreto, esta influencia se detecta en su manera de legislar sobre la crisis climática. El régimen establecido se centra en la creación de normas estructurales que necesitan ser desarrolladas por otros elementos como más leyes o reglamentos, generando una espiral burocrática donde la pelota de la acción climática se va pasando cada vez más abajo.

Esta sucesión de trámites, además de demorar cualquier tipo de acción climática significativa, también ha hecho que proliferen tantas normas que resulta difícil seguirle el paso al derecho vigente, formándose una maraña normativa inescrutable para la ciudadanía.

Lo mismo ocurre con la Ley española 7/2021. A pesar de que se intenta evitar que se convierta en un texto programático y sin valor coercitivo real, realmente actúa como un esqueleto que depende de complementos como reglamentos o normativa autonómica para que la acción climática de nuestro país sea completa.

Este problema se acentúa si se tiene en cuenta lo enrevesada y poco clara que es la relación de la ley estatal con las de las CCAA. Ni que decir tiene lo absurdo que resulta interferir en el procedimiento legislativo autonómico por disputas políticas.

A lo largo de este apartado, se ha criticado la gestión de la crisis climática por parte de los poderes públicos. Ahora bien, un examen del estado de la acción climática quedaría incompleto si únicamente se centrara en este aspecto.

La lucha contra el cambio climático, por insatisfactoria que resulte, al menos lo reconoce como una amenaza a la que se debe hacer frente. Conforme han ido pasando los años, las voces que reclaman un compromiso mayor lo han hecho cada vez con más insistencia. Sin embargo, al mismo tiempo que estas iban creciendo, otra corriente completamente opuesta también ha ido tomando fuerza, la cual no solo ignora el consenso científico sobre este fenómeno, sino que conspira activamente contra la labor climática.

El negacionismo del cambio climático se manifiesta de muchas maneras, ya sea restándole importancia a su gravedad, poniendo en duda que su causa sea la actividad

humana o, como su nombre sugiere, negando su existencia por completo. Sea cual sea la apariencia que adopte, su impacto en la acción climática es indiscutible.

Un claro ejemplo de su influencia fue la retirada de EE. UU. del Acuerdo de París bajo el gobierno de Donald Trump, cuyo desdén por la causa climática siempre ha sido notorio¹⁴⁴. El polémico expresidente justificó el abandono recurriendo a comentarios populistas, asegurando velar por los intereses económicos de su país.

Ciertamente, cabría cuestionarse de dónde proviene el movimiento negacionista. Dado que la evidencia científica califica inequívocamente al cambio climático de amenaza existencial y define como única solución descarbonizar la economía mundial, lo más lógico es concluir que los promotores del negacionismo se benefician de retrasar esta transición.

En efecto, la descarbonización afecta directamente a la mayor fuente de ingresos (la explotación de combustibles fósiles) de las que resultan ser las empresas más ricas y poderosas del mundo: las energéticas. En 2019, antes de la pandemia, ocupaban 7 puestos en el ránking de las 10 corporaciones con más ganancias del planeta¹⁴⁵.

Así, estas compañías utilizan parte de sus descomunales ganancias en financiar *think tanks* y personalidades influyentes que propaguen desinformación, pagar a *lobbys* que defiendan sus intereses o sobornar políticos, en un intento de socavar los esfuerzos medioambientales y mantener al mundo dependiente de sus combustibles contaminantes lo máximo posible.

Desde luego, este no es un fenómeno aislado. Otras industrias como la azucarera, tabacalera y ganadera también han recurrido a los engaños, las medias verdades y demás tácticas ilícitas para defender sus ingresos a sabiendas de que sus actividades tienen efectos nocivos en la sociedad.

La hiperfijación en los beneficios económicos que ha fomentado el sistema capitalista ha creado corporaciones sin conciencia social, desdeñosas de todo aquello que pueda afectar mínimamente a sus ganancias.

¹⁴⁴ Javier Flores. Trump vuelve a negar el cambio climático. Y los científicos le responden. National Geographic, 22 de noviembre de 2018

¹⁴⁵ Fortune 500. The top 10. 2019 <https://fortune.com/global500/2019/>

Sin ir más lejos, en plena crisis energética muchas compañías distribuidoras de nuestro país (que están viendo beneficios récord) están siendo investigadas por obstaculizar el acceso de la ciudadanía a tarifas del mercado regulado, mucho más asequibles que las del mercado libre. Por ejemplo, Iberdrola ocultó deliberadamente su comercializadora Curenergía para que no apareciera en los resultados de búsqueda de los navegadores web ¹⁴⁶.

Aun así, muchas empresas afirman estar sensibilizadas con las cuestiones sociales. En el caso de la corriente ecologista, el *greenwashing* es la manera en que estas blanquean su imagen pública; aparentando ser más verdes de lo que en realidad son.

Por supuesto, las compañías a las que más les interesa publicitarse como respetuosas con el medio ambiente son las involucradas en la producción, transporte y distribución de energía. De nuevo, un ejemplo cercano es el de Red Eléctrica, el operador del sistema eléctrico de alta tensión español: en su página web se presenta como una empresa partidaria de la sostenibilidad y consciente de los riesgos del cambio climático.

Sin embargo, cuando se apeló a este supuesto compromiso a través del formulario de su página web para solicitar datos de interés que habrían sido de utilidad en este TFG, no hubo respuesta por parte de Red Eléctrica. O bien el canal de consultas estadísticas que ofrecen no está operativo (lo que desatiende el derecho de acceso a información al que ellos mismos hacen alusión en su web) o directamente ignoraron la petición.

Precisamente el conjunto de datos solicitado era relativo a la indisponibilidad de su red eólica (la más importante de todas sus instalaciones renovables). Esta información no está presente en su página web a pesar de que sí se puede encontrar la del equipo térmico.

Cabe destacar que el texto fue enviado 3 veces seguidas por precaución. A continuación se muestra una copia exacta del mismo:

¹⁴⁶ Del Castillo, Carlos. Iberdrola programó la web de su tarifa regulada del gas para que fuera imposible encontrarla en Google. ElDiario.es, 2 de noviembre de 2022
https://www.eldiario.es/tecnologia/iberdrola-programo-web-tarifa-regulada-gas-fuera-imposible-encontrarla-google_1_9674476.html

“Buenas tardes, soy David Plá Ayora, alumno de 4º curso del Grado de Gestión y Administración Pública en la UPV.

Estoy trabajando en un TFG acerca del cambio climático y los esfuerzos que se están haciendo para paliar sus efectos. Os mando este correo electrónico para pedir información sobre vuestras instalaciones de generación de energía eólica.

En concreto, me interesaría que me proporcionaseis datos con respecto a su índice de indisponibilidad: permanente, prevista, no prevista, sus horas de funcionamiento, razón de desconexión... tanto en un horizonte temporal mensual como anual.

He buscado por vuestra página web y no he encontrado esta información, a pesar de que ya ofrecéis archivos Excel similares a lo que busco como el de “Indisponibilidad del equipo térmico”

(<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/series-estadisticas-nacionales>).

Os pido por favor unos datos de carácter público, gratuito y de gran interés, apelando a vuestro compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

Muchas gracias.”

6 PROPUESTAS DE MEJORA

Ha quedado claro que la gestión del cambio climático dista mucho de ser ideal. Esta sección se valdrá de las críticas planteadas en el punto anterior para formular soluciones que aborden los fallos de la gestión climática mundial.

En primer lugar, es absolutamente necesario un rediseño del actual sistema de acción ante el cambio climático. El modelo de aportaciones voluntarias ha demostrado ser insuficiente, por lo que se propone la aproximación opuesta: la instauración de un

sistema basado en obligaciones, impuestas y supervisadas por un organismo o institución con capacidad coercitiva.

Esta reforma deberá ir acompañada de la inclusión de una hoja de ruta sensata y razonable, que sirva como guía para esta nueva entidad y que planee las contribuciones de cada país, adaptadas a sus diferentes niveles de desarrollo económico.

Por otro lado, es indispensable una reorganización normativa a todos los niveles que desenmarañe la configuración jurídica vigente y la transforme en una más racional, eficiente y sin inconsistencias. Esto agilizaría la legislación climática, además de hacerla más accesible para todas las personas.

Se deben también incrementar los esfuerzos educativos para concienciar aún más al conjunto de la sociedad sobre la crisis climática (además, una población formada es menos sensible a la desinformación). Con todo, es también responsabilidad de la ciudadanía hacer oír su voz de manera insistente, ya sea mediante manifestaciones, protestas o huelgas, con tal de presionar a los gobiernos y que actúen firmemente ante la crisis.

Esta mayor sensibilización general, por su parte, facilitará un muy necesario cambio cultural que replantee los aspectos más problemáticos de nuestro modo de vida actual. Idealmente, en el futuro, el consumo de carne sería mucho menor, la red de transporte público relegaría al privado a un segundo plano (incluidos los automóviles eléctricos, de hidrógeno u otras fuentes de energía) y las ciudades priorizarían a los transeúntes y ciclistas, entre muchos otros cambios.

A su vez, este nuevo modelo de sociedad promoverá empresas con conciencia social climática (no exclusivamente centradas en los beneficios puramente económicos) lo que ayudará a acabar con la corriente egoísta y cortoplacista que hoy día está hipotecando el futuro de las generaciones actuales y venideras.

Sin embargo, tal transformación cultural sería inútil sin el rediseño del sistema económico contemporáneo: su fijación en el crecimiento constante es inviable en un planeta finito. Es por ello que deberían considerarse opciones como adoptar una economía circular e incluso el decrecimiento. Por descontado, sea cual sea el sistema escogido, los combustibles fósiles no tienen cabida en él.

Por último, y como proposición más técnica, es imprescindible el desarrollo de tecnologías de captura de carbono hasta alcanzar un nivel en el que sus efectos sean apreciables. Plantar (y mantener) árboles es también una buena forma de retirar este elemento de la atmósfera.

7 CONCLUSIONES

Se puede afirmar con toda certeza que el cambio climático será el factor más influyente en el porvenir de la humanidad. Sus efectos, directos e indirectos, condicionarán negativamente el bienestar de nuestra especie durante siglos.

En última instancia las políticas públicas son la única herramienta capaz de abordar eficazmente esta amenaza, conque es de vital importancia disponer cuanto antes de un entramado jurídico capaz de garantizar la seguridad de las personas e infraestructuras.

Así, este trabajo pretende ser un pequeño aporte al esfuerzo de divulgación y concienciación pública necesaria para instar a los gobiernos a actuar con esmero. A lo largo de su realización se ha procurado ilustrar la imagen más fidedigna posible de todos los aspectos que lo componen, lo que además ha servido como proceso de aprendizaje personal muy bienvenido.

Sin duda, ya hay precedentes exitosos en el ámbito de la protección ambiental. El Protocolo de Montreal es todo un ejemplo a seguir, y representa un triunfo absoluto del multilateralismo. Sin embargo, tal y como se ha demostrado durante la redacción, resolver la crisis climática es infinitamente más complicado, y en comparación, hace que los esfuerzos por cerrar el agujero de la capa de ozono parezcan insignificantes.

Desgraciadamente, el panorama que este análisis ha dibujado es mucho más pesimista de lo que hubiera esperado a priori. Probablemente la negligente respuesta de la comunidad internacional ante el cambio climático sea recordada como el mayor fracaso político de la historia. Solo queda esperar que la cada vez más estrecha ventana de acción sea aprovechada lo máximo posible, aunque, en vista de la situación, tal vez sea un pensamiento demasiado ingenuo.

8 BIBLIOGRAFÍA

A. Anderson, Craig, Kathryn B. Anderson, Nancy Dorr, Kristina M. DeNeve, Mindy Flanagan. *Temperature and aggression*. ScienceDirect, vol 32 (2000) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065260100800040#:~:text=The%20heat%20effect%20refers%20to,and%20increase%20aggression%20and%20violence.>

AdaptNSW. *The global climate system*. New South Wales Government. Recuperado el 17 de febrero de 2022 <https://www.climatechange.environment.nsw.gov.au/global-climate-system#:~:text=The%20global%20climate%20system%20is,such%20as%20greenhouse%20gas%20emissions.>

AECLIM, AEC. *Vocabulario climático para comunicadores y divulgación general*. Recuperado el 12 de febrero de 2022. http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/vocabulario_climatico_AEC_ACOMET.pdf

AGAGE. *AGAGE Data & Figures*. Recuperado el 7 de marzo de 2022 <https://agage.mit.edu/data/agage-data>

Agencia Europea de Medio Ambiente. *Contaminación Atmosférica*, 23 de noviembre de 2020 <https://www.eea.europa.eu/es/themes/air/intro>

Arora, V. K., Joe R. Melton. *Reduction in global area burned and wildfire emissions since 1930s enhances carbon uptake by land*. Nature Communications 9 (2018) <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03838-0>

Berwyn, Bob. *Is Climate Change Fueling Tornadoes?* Inside Climate News, 30 de mayo de 2019 <https://insideclimatenews.org/news/30052019/tornado-climate-change-connection-science-research-data/>

Biografías y vidas. Svante August Arrhenius. Recuperado el 13 de abril de 2022 <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/arrhenius.htm>

Borràs Pentinat, Susana, Paola Villacencio Calzadilla. *El Acuerdo de París sobre el cambio climático: ¿un acuerdo histórico o una oportunidad perdida? Análisis jurídico y perspectivas futuras*. 1ª ed. Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2018

Borràs, Carla. *¿Cuánto tiempo permanecen los gases de efecto invernadero en la atmósfera?* Ecología verde, 12 de abril de 2018
<https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tiempo-permanecen-los-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atmosfera-166.html>

Bralower, T., David Bice. *Ancient Climate Events: Paleocene Eocene Thermal Maximum*. Earth in the future, recuperado el 14 de marzo de 2022 <https://www.education.psu.edu/earth103/node/639>

Burke, Marshall. *Global non-linear effect of temperature on economic production*. Nature, vol 527 (2015)
<https://www.nature.com/articles/nature15725#:~:text=We%20show%20that%20over all%20economic,declining%20strongly%20at%20higher%20temperatures.>

Comisión Oceanográfica Intergubernamental. *Integrated ocean carbon research: a summary of ocean carbon research, and vision of coordinated ocean carbon research and observations for the next decade*. UNESCO (2021)
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376708>

Danfoss. *Eliminación gradual de los refrigerantes HCFC y CFC*. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 <https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/hcfc-and-cfc-phase-out/>

Del Castillo, Carlos. *Iberdrola programó la web de su tarifa regulada del gas para que fuera imposible encontrarla en Google*. ElDiario.es, 2 de noviembre de 2022
https://www.eldiario.es/tecnologia/iberdrola-programo-web-tarifa-regulada-gas-fuera-imposible-encontrarla-google_1_9674476.html

Díaz, Ángel. Charles David Keeling, descubridor del cambio climático. El Mundo. 27 de junio de 2005
<https://www.elmundo.es/elmundo/2005/06/24/obituarios/1119620674.html>

Educaplus.org. *Composición de la atmósfera*. Recuperado el 5 de marzo de 2022
https://www.educaplus.org/climatic/01_atm_compo.html

Energías renovables. *Les Corts aprueban la ley valenciana de Cambio Climático y Transición Ecológica*. 25 de noviembre de 2022 <https://www.energias-renovables.com/panorama/les-corts-aprueba-la-ley-valenciana-de-20221125>

EPA. *Climate Change Indicators: Antarctic Sea Ice*, julio de 2022 <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-antarctic-sea-ice>

EPA. *Climate Change Indicators: Arctic Sea Ice*, julio de 2022 <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-arctic-sea-ice>

EPA. *Climate Change Indicators: Ice Sheets*, abril de 2022 <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-ice-sheets>

EPA. *Ground-level Ozone Basics*. Recuperado el 3 de marzo de 2022 <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>

EPA. *Overview of Greenhouse Gases*. Recuperado el 3 de marzo de 2022 [https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20\(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.](https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#:~:text=Global%20Warming%20Potential%20(100%2Dyear,gas%20emissions%20from%20human%20activities.)

España. *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2021-8447#:~:text=Con%20objeto%20de%20garantizar%20la,el%2010%20%25%20de%20la%20red.>

Falkowski, P., R. J. Scholes, E. Boyle, J. Canadell, D. Canfield, J. Elser, N. Gruber, K. Hibbard, P. Högberg, S. Linder, F. T. Mackenzie, B. Moore III, T. Pedersen, Y. Rosenthal, S. Seitzinger, V. Smetacek, y W. Steffen. *The Global Carbon Cycle: A test of Our Knowledge of Earth as a System*. *Science*, vol 290 (2000) <https://www.science.org/doi/10.1126/science.290.5490.291>

Falkowski, Paul. *Ocean science: The power of plankton*. *Nature*, vol 483 (2012) <https://www.nature.com/articles/483S17a>

Flores, Javier. *Encuentran restos de plástico en el punto más profundo del océano*. *National Geographic*, 6 de julio de 2022

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/encuentran-restos-plastico-punto-mas-profundo-oceano_14257

Flores, Javier. *Trump vuelve a negar el cambio climático. Y los científicos le responden*. National Geographic, 22 de noviembre de 2018

Fortune 500. *The top 10*. 2019 <https://fortune.com/global500/2019/>

Generalitat Valenciana. *Estrategia Valenciana de cambio climático*. Recuperado el 1 de diciembre de 2022 <https://agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico/2020-2030>

Giles Carnero, Rosa. *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones*. 1ª ed. Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2021

Global Forest Watch. *Global annual tree cover loss from fires*. Recuperado el 2 de abril de 2022 <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/global/?category=fires&lang=en>

Globalfactor. *Nuestros océanos se quedan sin oxígeno*, 28 de septiembre de 2022 <https://www.globalfactor.com/nuestros-oceanos-se-quedan-sin-oxigeno/>

Gómez Piñeiro, Francisco Javier. *Acciones y programas comunitarios en materia de medio ambiente*. Lurralde. Recuperado el 2 de agosto de 2022 <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur12/12gomez/12gomez.htm>

Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre y V. Zunz. *Introduction to climate dynamics and climate modelling*. Université Catholique de Louvain, 2008 – 2010 http://www.climate.be/textbook/chapter2_node3.xml

Hernández González, Francisco Lorenzo, Daniel del Castillo Mora, Pedro Javier Dorta Antequera, José María Fernández-Palacios Martínez, Abel López Díez, Javier Moreno García, Blanca Soro Mateo, Aitana de la Varga Pastor. *El derecho ante el reto del cambio climático*. 1ª ed. Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2020

Horowitz W., Larry. *Past, present, and future concentrations of tropospheric ozone and aerosols: Methodology, ozone evaluation, and sensitivity to aerosol wet removal*. Journal

of Geophysical Research: Atmospheres, vol 111 (2006)
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005JD006937>

IPCC. *Carbon Dioxide (CO₂) – IPCC*. Recuperado 6 de marzo de 2022
<https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/016.htm>

Jackson, Peter. De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático. ONU. Recuperado el 5 de mayo de 2022 <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico#:~:text=En%201949%2C%20la%20Conferencia%20Cient%3%ADfica,y%20agotamiento%20de%20dichos%20recursos>.

Junta de Andalucía. *Pacto de los alcaldes | Conoce el Pacto*. Recuperado el 23 de agosto de 2022
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/clima/actuaciones_cambio_climatico/mitigacion/emisiones_gases_efecto_invernadero/pacto_alcaldes/conoce-el-pacto.html

Katz, Cheryl. *¿Por qué se debilita una corriente oceánica fundamental para la meteorología global?* National Geographic, 4 de diciembre de 2019
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/12/por-que-se-debilita-corriente-oceanica-fundamental-para-meteorologia-global>

Leslie, H.A., Martin J.M. van Velzen Sicco H. Brandsma A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, Marja H. Lamoree. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. ScienceDirect, vol 163 (2022)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022001258>

Lind, Dara. *The “500-year” flood, explained: why Houston was so underprepared for Hurricane Harvey*. Vox, 28 de Agosto de 2017 <https://www.vox.com/science-and-health/2017/8/28/16211392/100-500-year-flood-meaning>

Lindsey, R., Luann Dahlman. *Climate Change: Global Temperature*. Climate.gov, 28 de junio de 2022 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>

Lindsey, R., Michon Scott. *What’s the hottest Earth’s ever been?* Climate.gov, 18 de junio de 2020 <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/whats-hottest-earths-ever-been>

Lindsey, Rebecca. *Climate Change: Mountain glaciers*. Climate.gov, 14 de febrero de 2020 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-mountain-glaciers>

Lindsey, Rebecca. *Understanding the Arctic polar vortex*. Climate.gov, 5 de marzo de 2021 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/understanding-arctic-polar-vortex>

Llorca, Álvaro. *¿Hay más crímenes en verano?* El País, 16 de agosto de 2018 https://verne.elpais.com/verne/2018/07/04/articulo/1530700213_138148.html

Lluís Ferrer, Joan. *¿Cuáles han sido las grandes cumbres ambientales del planeta?* Verde y azul, 1 de noviembre de 2021. <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/cuales-han-sido-las-grandes-cumbres-ambientales-del-planeta.html>

MACAN. *Effects of Acidification on Marine Phytoplankton*. Recuperado el 5 de mayo de 2022 <https://midacan.org/marine-phytoplankton>

McGrath, Matt. *Climate change: Arctic warming linked to colder winters*. BBC, 2 de septiembre de 2021 <https://www.bbc.com/news/science-environment-58425526>

McKie, Robin. *Earth has lost 28 trillion tonnes of ice in less than 30 years*. The Guardian, 23 de Agosto de 2020 <https://www.theguardian.com/environment/2020/aug/23/earth-lost-28-trillion-tonnes-ice-30-years-global-warming>

Naciones Unidas. *Conferencias | Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Recuperado el 12 de enero de 2022. <https://www.un.org/es/conferences/environment>

NASA Ozone Watch. *Ozone facts*. NASA. Recuperado el 7 de marzo de 2022 <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/SH.html>

NASA. *Earth's Energy Budget Poster*. Recuperado el 14 de febrero de 2022 <https://science.nasa.gov/earths-energy-budget-poster>

National Geographic. *¿Cuáles son la causas de la contaminación marina?*, 20 de junio de 2016. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-marina>

National Geographic. *Los océanos capturan más CO2 del que se pensaba*, 25 de septiembre de 2020 https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/océanos-capturan-mas-co2-que-se-pensaba_15920

New climate Institute *State of Climate Action*, 26 de octubre de 2022 <https://newclimate.org/resources/publications/state-of-climate-action-2022>

NOAA Global Monitoring Laboratory. *The NOAA annual greenhouse gas index (AGGI)*. NOAA, primavera de 2022 <https://gml.noaa.gov/aggi/aggi.html>

Organización Mundial de la Salud. *Contaminación atmosférica*. Recuperado el 4 de abril de 2022 https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

Palomar Olmeda, Alberto, Ramón Terol Gómez, José Miguel Beltrán Castellanos, Sofía Cabedo Uso, Gil Manuel Perea Crespillo, Paula Pérez Zapico, Juan Rosa Moreno. *Comentarios a la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. 1ª ed. Navarra: Thomson Reuters, Aranzadi, 2021

Planelles, Manuel. *La cumbre del clima empieza con una advertencia: los efectos negativos del calentamiento se intensifican*. El país, 6 de noviembre de 2022. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-11-06/la-cumbre-del-clima-arranca-con-una-advertencia-los-efectos-negativos-del-calentamiento-se-intensifican.html>

PMEL. *What is Ocean Acidification?* NOAA. Recuperado el 15 de abril de 2022 <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/What+is+Ocean+Acidification%3F>

Riahi K., Detlef P. van Vuuren Elmar Kriegler Jae Edmonds Brian C.O'Neill Shinichiro Fujimori Nico Bauer Katherine Calvin Rob Dellink Oliver Fricko Wolfgang Lutz Alexander Popp Jesus Crespo Cuaresma Samir KC Marian Leimbach Leiwen Jiang Tom Kram Shilpa Rao Johannes Emmerling Kristie Ebi, Massimo Tavoni ... *The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview*. ScienceDirect, vol 42 (2017) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

Ritchie, H., Max Roser. *Land Use*. Our World in Data, septiembre de 2019
<https://ourworldindata.org/land-use>

Ritchie, Hannah, Max Roser. *Atmospheric concentrations*. Our world in data, 2020.
<https://ourworldindata.org/atmospheric-concentrations>

Rodríguez, Héctor. *El verdadero pulmón del planeta está en los océanos*. National Geographic, 3 de julio de 2022
https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/verdadero-pulmon-planeta-esta-oceanos_14776

Secretaría de estado de medio ambiente. *Nota informativa sobre el Avance de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, junio de 2021 https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/avance-gei-2021_tcm30-457778.pdf

Smink, Veronica. *Qué es el permafrost y por qué podría representar una de las amenazas más grandes para nuestra atmósfera*. BBC, 5 de noviembre de 2021
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-59058465>

Universidad de las Palmas de Gran Canaria. *Movimientos de las aguas oceánicas*. Recuperado el 20 de abril de 2022
https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/16/16268/BloqueF_IOF_0304_pd.pdf

UPAEP. *Principales reuniones internacionales del medio ambiente*. Desarrollo sustentable en la construcción.
<https://sites.google.com/site/dessuscon1/home/principales-reuniones-internacionales-del-medio-ambiente>

Virtual chembook. *Greenhouse gasses Absorb Infrared Radiation*. Elmhurst College. Recuperado <http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/globalwarmA5.html>

Wallace-Wells, David. *El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento* 1ª ed. Debate, 2019

Wikipedia. *Ground level ozone*. Recuperado el 6 de marzo de 2022
https://en.wikipedia.org/wiki/Ground-level_ozone

Working Group I. *Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Technical Summary*. IPCC, 2021
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf

Working Group I. *Sixth Assessment report. The physical Science Basis: Summary for Policymakers*. IPCC, 2021
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

Working Group II. *Sixth Assessment report. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Technical Summary*. IPCC, 2022
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf