

# SALUD Y CLIMA

Alianza Médica contra el Cambio Climático (AMCC)



OMC



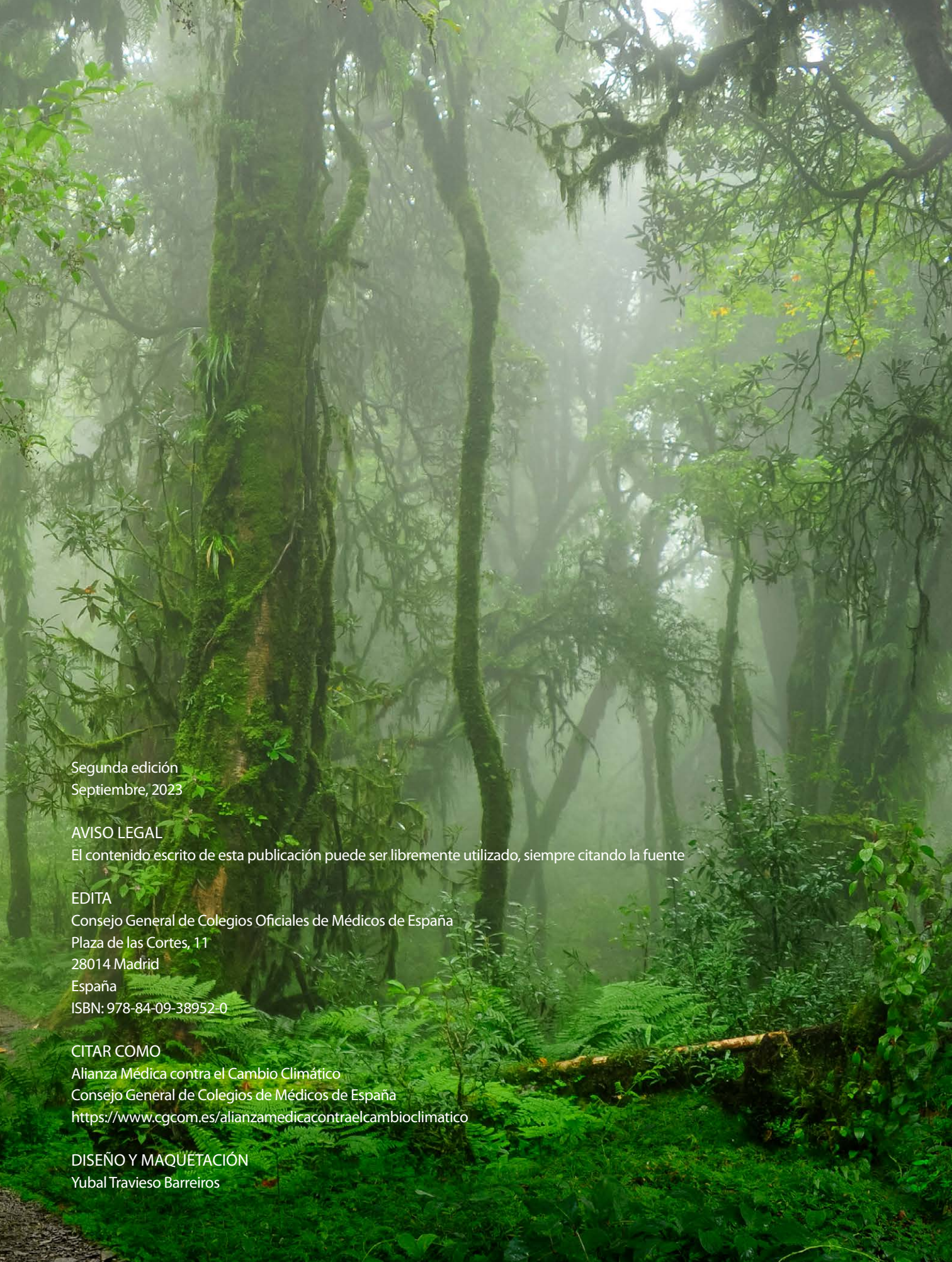
ORGANIZACIÓN  
MÉDICA COLEGIAL  
DE ESPAÑA

CONSEJO GENERAL  
DE COLEGIOS OFICIALES  
DE MÉDICOS



ALIANZA  
MÉDICA

CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO



Segunda edición  
Septiembre, 2023

#### AVISO LEGAL

El contenido escrito de esta publicación puede ser libremente utilizado, siempre citando la fuente

#### EDITA

Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos de España  
Plaza de las Cortes, 11  
28014 Madrid  
España  
ISBN: 978-84-09-38952-0

#### CITAR COMO

Alianza Médica contra el Cambio Climático  
Consejo General de Colegios de Médicos de España  
<https://www.cgcom.es/alianzamedicacontraelcambioclimatico>

#### DISEÑO Y MAQUÉTACIÓN

Yubal Travieso Barreiros

SOCIEDADES CIENTÍFICAS MÉDICAS ADHERIDAS A LA AMCC





## ABREVIATURAS

<b>AMCC</b>	Alianza Médica contra el Cambio Climático	<b>MITERD</b>	Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico
<b>BAI</b>	Breath Actuated Inhalers	<b>NHS</b>	National Health Service
<b>CGCOM</b>	Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos	<b>NICE</b>	National institute for Health and Care Excellence
<b>COM</b>	Colegios Oficiales de Médicos	<b>NIHR</b>	National Institute for Health Research
<b>CS</b>	Centro de Salud	<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>DPI</b>	Dry Powder Inhaler	<b>PGEI</b>	Protocolo de Gases de Efecto Invernadero
<b>ECV</b>	Enfermedad cardiovascular	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Material particulado de diámetro inferior a 2,5 µm
<b>EPOC</b>	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica	<b>PM<sub>10</sub></b>	Material particulado de diámetro inferior a 10 µm
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero	<b>pMDI</b>	Pressure Metered Dose Inhaler
<b>GIRFT</b>	Getting It Right First Time	<b>SCM</b>	Sociedades Científicas Médicas
<b>GWP</b>	Global Warming Potential	<b>SMI</b>	Soft Mist Inhaler
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change	<b>SNS</b>	Sistema Nacional de Salud
<b>ktCO<sub>2</sub>eq</b>	Equivalente a kilo-toneladas de CO <sub>2</sub>		



## INTRODUCCIÓN

La Alianza Médica contra el Cambio Climático (AMCC) se constituye, en diciembre de 2021, como un espacio común de los médicos españoles que aglutina al conjunto de los Colegios Oficiales de Médicos de España representados por su Consejo General (CGCOM) y un amplio grupo de sociedades científicas médicas, con la intención de afrontar la crisis climática y la sostenibilidad del planeta desde una posición común.

La AMCC entiende la lucha contra el cambio climático como una acción de medicina preventiva y, recientemente, la Comisión Central de Ética y Deontología Médica del CGCOM ha establecido como un deber ético de los médicos españoles su implicación en la sostenibilidad del planeta.

El sector sanitario forma una comunidad socialmente creíble e influyente, aunque, con frecuencia, marginada en muchos foros de lucha contra la crisis climática.

La Presidencia de la COP 26 estableció un Programa de Salud que, entre otros asuntos, emplazaba a los países a establecer sus proyectos de desarrollo de resiliencia climática, descarbonización y desarrollo de sistemas sanitarios sostenibles <sup>1</sup>. Así mismo, los gobiernos deben apoyarse en sus profesionales sanitarios y apoyarse en su influencia política, económica y moral para potenciar la relación de clima y salud, solidarizarse

con los más vulnerables y asegurar un futuro saludable para los niños y jóvenes de hoy <sup>2</sup>.

Dentro de esta estrategia, se han establecido cuatro grandes acciones para visibilizar al mundo sanitario como un actor principal en la descarbonización del planeta y en los planes de mitigación y resiliencia del cambio climático.

### **1. Entrenar a los profesionales sanitarios para afrontar el cambio climático.**

Para que los trabajadores del sector salud se capaciten ante los retos del cambio climático necesitan una formación adicional, asignarles recursos, promover la investigación y tener programas de soporte <sup>3</sup>. Comenzando por actualizar la formación de los líderes del proceso. Con todo ello, los profesionales han de ser capaces de anticiparse y tratar las vulnerabilidades secundarias al cambio climático. Además, este entrenamiento ha de ser dirigido a disminuir la huella de carbono del propio sector sanitario haciéndolo más resiliente.

### **2. Actuar en el sector sanitario hacia un sector salud de bajas emisiones, resiliente y sostenible.**

El sector sanitario es uno de los que más empleo genera

con un impacto económico cercano al 10% del PIB. Por tanto, los líderes del mundo sanitario tienen el deber ético de reducir su propia huella de carbono para proteger a la población vulnerable a la que cuida. La propuesta ha de ser alcanzar 2050 libre de emisiones para lo que ya se debe tener una hoja de ruta.

### 3. Abogar por unos profesionales sanitarios sensibilizados en la relación de la salud con el cambio climático.

Los profesionales sanitarios son comunicadores de alta credibilidad ante la población general. Y su capilaridad social los inviste en los transmisores ideales para sensibilizar a la sociedad y promover políticas que afronten la crisis climática. Los gobiernos y las autoridades sanitarias deben dar todo el soporte posible para sensibilizar a sus profesionales sanitarios y colaborar con ellos para afrontar los retos del cambio climático.

### 4. El sector sanitario ha de posicionarse como defensor de las próximas generaciones.

Los niños son población vulnerable frente al cambio cli-

mático. Además, las inequidades sociales se magnifican en la agresión medioambiental al mundo infantil. Cada año, factores medioambientales se cobran la vida de 1,7 millones de niños menores de cinco años. Por todo ello, las autoridades y el mundo sanitario han de esforzarse en la mitigación y resiliencia de futuras generaciones.

Por otra parte, los acuerdos internacionales, como la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) hacen especial referencia al mundo sanitario, priorizándolos en tercer lugar. Por su parte, la UE ha publicado una amplia serie de normativas al respecto.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha generado múltiples documentos sobre el cambio climático como inductor de diferentes enfermedades y riesgos sanitarios. Sin descuidar este efecto, el presente documento también aborda esta relación en sentido inverso, analiza la agresión que el sector de la salud supone para el medio ambiente y su papel en el cambio climático; con especial atención a la producción de gases de efecto invernadero y la generación de residuos. Así mismo, encara las posibilidades del sector de la salud para contribuir a la descarbonización del planeta, potenciando los productos biodegradables, la economía circular y, sobre todo, el com-







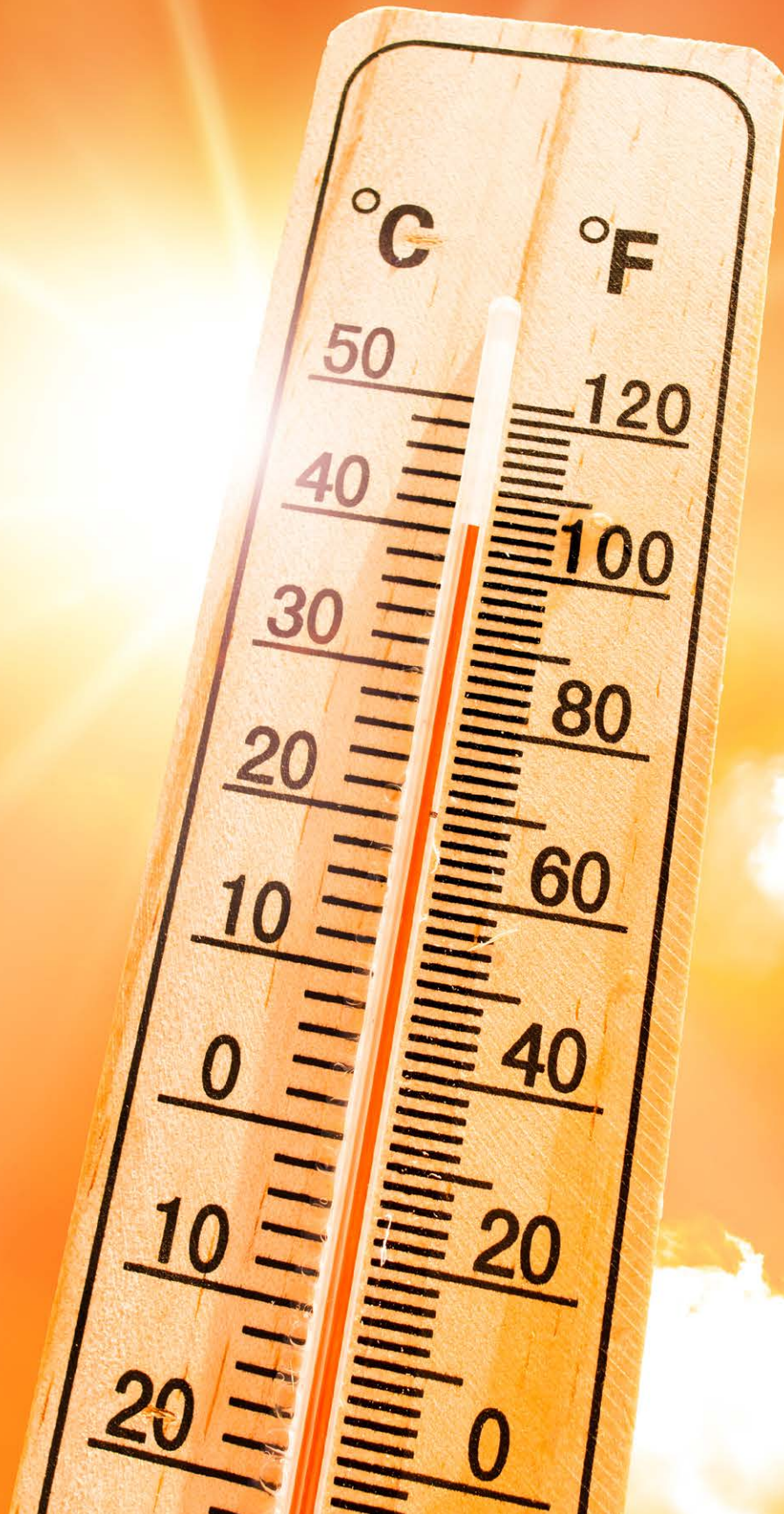
promiso de los médicos para minimizar la agresión climática tanto en su labor cotidiana como en la orientación del consejo médico a la población.

El papel benefactor que la sociedad reconoce al sector sanitario está enmascarando su papel como agresor del medio ambiente. Para hacer una aproximación a esta amenaza bastan dos ejemplos: 1) considerado en su globalidad, el sector sanitario, sería el quinto país con mayor agresión climática y 2) dentro del sector, tan solo la industria farmacéutica vierte al medio ambiente más gases de efecto invernadero (GEI) que la industria de la automoción<sup>4</sup>.

En resumen, ante la crisis climática, los médicos deben ser oídos y empoderados por las autoridades públicas y deben hacer una auto reflexión que, junto con sus pacientes, les convierta en agentes de la sostenibilidad del planeta.

## Referencias

1. COP26 Health Programme. Overview of Initiatives and Commitments on Climate Change and Health. Geneva: World Health Organization; 2021 (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240036727>), accessed 11 July 2023).
2. Maibach E, et al. Health professionals, the Paris agreement, and the fierce urgency of now, *The Journal of Climate Change and Health*. 2021; Volume 1. doi:<https://doi.org/10.1016/j.joclim.2020.100002>.
3. State of the world's nursing 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240003279>), accessed 11 July 2023).
4. L. Belkhir, A. Elmeligi. Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players. *Journal of Cleaner Production* 2019;214:185-194.



# CAPÍTULO I

## REPERCUSIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SALUD HUMANA

### Introducción

La creación antropogénica de gases de efecto invernadero ha llevado a un calentamiento progresivo del planeta, alterando ecosistemas y propiciando récords de calor que se superan cada año <sup>1</sup>. Las consecuencias del calentamiento global son muy variadas, y su forma de afectar a la salud dependerá de la localización geográfica y de la capacidad de adaptación de la población afectada. El impacto del cambio climático está lejos de ser homogéneo, afectando generalmente a las poblaciones más vulnerables, ancianos y niños y, sobre todo, a los países con bajos recursos económicos. Este fenómeno se ha dado a conocer como racismo climático <sup>2</sup>.

A medida que la temperatura aumenta en el planeta, las muertes relacionadas a frío van disminuyendo. No obstante, esta reducción se ve sobrepasada por el aumento de las muertes en relación a los eventos extremos de calor. La Organización Mundial de la Salud estima que se causarán 250.000 muertes adicionales directas debidas al cambio climático a partir de 2030 <sup>3</sup>. No obstante, la mortalidad por causas indirectas es mucho más elevada. La revista médica *The Lancet* ha definido al cambio climático como el mayor reto en salud de todo el siglo XXI <sup>4</sup>.

Las infecciones transmitidas por vectores, los daños ocasionados por la contaminación del agua tras las lluvias extremas,

el aumento de infecciones respiratorias debidas a las variaciones de temperatura, el aumento en la incidencia de enfermedades alérgicas y asmáticas por la polinización, la desestabilización y la mortalidad por los eventos de calor extremo, el daño pulmonar y cardiovascular por la contaminación de las ciudades, los trastornos psiquiátricos y la desnutrición en países con escasos recursos económicos son algunos de los efectos del cambio climático <sup>5</sup>.

### I. Cambio climático y salud

Esta revisión del daño provocado por el calentamiento global a la salud no pretende ser absolutamente minuciosa, sino dar una idea general del impacto del mismo en la salud, de cara a entender el porqué de la necesidad de la descarbonización como medida preventiva para disminuir el número de enfermedades en la población general, así como para no desestabilizar a enfermos respiratorios y cardiovasculares con enfermedades crónicas ya establecidas.

#### I.1 Cambio climático y enfermedades respiratorias

El cambio climático es una amenaza clara para la salud respiratoria, promoviendo la aparición de patologías respiratorias o agravando las ya existentes. Las enfermedades más afectadas



tadas son el asma, la rinosinusitis, la EPOC y las infecciones respiratorias. El impacto del calentamiento global es tal en el aparato respiratorio, que en la actualidad se ha producido una inversión en el patrón estacional de muertes por causa respiratoria, con más decesos en los meses de verano que en los de invierno<sup>6</sup>. Está demostrado que, durante el verano, por cada grado centígrado de aumento por encima de los 29°C la mortalidad y los ingresos por causa respiratoria aumenta un 7% y un 4% respectivamente. Estos datos son de mayor magnitud que los causados por las bajas temperaturas<sup>6</sup>.

La relación entre el cambio climático y la polución ambiental ha sido ampliamente estudiada. El ozono troposférico (O<sub>3</sub>) presenta una tasa de formación dependiente de la temperatura, con lo cual está directamente relacionado con el calentamiento global<sup>7</sup>. El O<sub>3</sub> está asociado a la disminución de la función pulmonar y aumento de la mortalidad (especialmente en niños y ancianos). Además, el O<sub>3</sub> ocasiona exacerbaciones de EPOC y de asma<sup>8,9</sup>.

Otro de los efectos del cambio climático sobre las patologías respiratorias viene dado por las alteraciones en los patrones de polinización. Está demostrado que el cambio climático afecta a la distribución de polen a escala global<sup>10</sup>. Los efectos

en la polinización de una temperatura más cálida junto con unos niveles aumentados de CO<sub>2</sub> provocan un aumento en el crecimiento de las plantas, aumento en la cantidad del polen producido por planta, aumento de las proteínas alergénicas contenidas en el polen y una estación de polinización temprana y de mayor duración<sup>11</sup>. Se ha teorizado que el aumento de las enfermedades alérgicas respiratorias relacionadas al polen puede deberse al efecto del calentamiento global. La asociación entre tormentas y morbilidad asmática está muy demostrada, con una relación clara entre el inicio de la tormenta y el pico en la concentración de polen en el aire<sup>12</sup>. El impacto de la polución (especialmente las partículas diésel) y el polen también ha sido estudiado. Las partículas diésel aumentan la concentración y la actividad biológica de los alérgenos, contribuyendo a desencadenar crisis asmáticas<sup>13</sup>.

## 1.2 Cambio climático y enfermedades cardiovasculares

El cambio climático afecta directamente a las enfermedades cardiovasculares (ECV). Los efectos del calor se ven reflejados en el número de ingresos por ECV. Se ha demostrado que en los días de calor extremo hay un incremento del 7% en el riesgo de padecer un infarto de miocardio<sup>14</sup>. Este riesgo

se mantiene en los días posteriores, aumentando un 4% las crisis hipertensivas o un 6% las arritmias cardíacas. Estudios amplios muestran como, por cada incremento de 1°C de la temperatura, el riesgo de hospitalización por infarto de miocardio aumenta un 1,6%. La relación entre las olas de calor y el infarto es todavía mayor <sup>15, 16</sup>. Esta relación está también presente en los episodios de temperaturas frías extremas y se da con más frecuencia en las personas de mayor edad <sup>17</sup>. A medida que las temperaturas sigan subiendo, se espera un aumento de la mortalidad por ECV que puede alcanzar un 10,2% dependiendo de los diferentes escenarios estudiados <sup>18</sup>.

La polución afecta también a la mortalidad en la ECV. La exposición crónica a PM<sub>2,5</sub> afecta la función vascular, lo que puede provocar infartos de miocardio, hipertensión arterial, accidentes cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca <sup>19</sup>.

### I.3 Infecciones

#### I.3.1 Infecciones respiratorias

La relación entre las infecciones respiratorias y el cambio climático es compleja <sup>20</sup>. El calentamiento global disminuye el número de infecciones en invierno, pero aumenta el recuento total de las infecciones a lo largo del año por la inestabili-

dad en la temperatura. Existen evidencias que reflejan como la temperatura intradiurna, o la variación en la misma en dos días consecutivos, puede provocar aumento en el riesgo relativo para el desarrollo de neumonías en niños y en ancianos. Esta variación de la temperatura puede darse tanto en invierno como en verano y, a mayor variación, mayor es el riesgo relativo para neumonía <sup>21</sup>. Se sabe que el aumento en la diferencia de temperatura intradiurna, o de dos días consecutivos, está directamente ligada al calentamiento global <sup>1</sup>. La incidencia de neumonía también se ve aumentada en relación a las precipitaciones <sup>22</sup>.

Otra de las complejas interacciones que están relacionadas al cambio climático son las de las epidemias anuales de gripe. Existen estudios que demuestran como, tras inviernos más cálidos de lo habitual, las epidemias de influenza A y B aparecen de forma más temprana y con picos de contagios más pronunciados <sup>23</sup>. Esto es debido probablemente por existir un mayor número de sujetos susceptibles tras un invierno previo con alta radiación ultravioleta y pocos contagios.

Los fenómenos naturales extremos, también ligados al cambio climático, tienen a su vez su rol en las infecciones pulmonares. Se ha demostrado que las tormentas son capaces de volatilizar esporas de hongos del suelo y diseminarlos por am-



plios territorios. Se han comunicado brotes amplios de coxielosis tras tormentas y terremotos <sup>24,25</sup>, así como una estacionalidad en los brotes dependiente del clima extremo <sup>26</sup>.

La polución tiene también su impacto en los patrones infecciosos respiratorios. Hay amplia evidencia que relaciona de forma clara la asociación entre altos niveles de PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub> con ingresos hospitalarios por neumonías <sup>27,28</sup>.

### I.3.2 Infecciones por vectores

El cambio climático afecta a la distribución de los vectores de enfermedades infecciosas, principalmente a los mosquitos (dengue, chikunguya, hantavirus, malaria, fiebre del valle del Rift, virus del Nilo occidental o zika) <sup>5</sup>. Desde los años noventa, cinco especies diferentes de mosquitos *Aedes* han sido introducidas en Europa <sup>29</sup>. Se espera que estas especies puedan expandirse por el continente a medida que la temperatura sube por efecto del calentamiento global <sup>30,31</sup>. Ejemplo de ello fueron los brotes de dengue en Francia y Croacia en 2010 <sup>32</sup> o de chikunguya en Francia <sup>33</sup>. Hay estudios que han demostrado la implicación del cambio climático en este fenómeno, observando cómo, a partir de diferentes escenarios meteorológicos, las costas mediterráneas y las del mar adriático son las que presentan mayor probabilidad de brotes de dengue a

raíz del calentamiento global <sup>34</sup>.

El virus del Nilo occidental es otra enfermedad transmitida por vectores cuya expansión es dependiente del calentamiento global <sup>35</sup>. Desde el año 1999, brotes de este virus han producido en Estados Unidos más de 39.000 infecciones en humanos y más de 1.600 muertes <sup>36</sup>. En España, en el verano de 2020, se originó un brote sin precedentes en Sevilla <sup>37</sup>, con al menos 8 muertes.

La malaria es otra patología que ve modificada su epidemiología en el cambiante escenario climático. Las altas temperaturas alcanzadas en verano permiten aumentar las oportunidades de contagio al acortar el desarrollo que precisa el parásito en el interior del mosquito <sup>38</sup>. Por ejemplo, tras un fenómeno muy intenso de El Niño en los años noventa que ocasionó lluvias torrenciales en el cuerno de África, se detectó un aumento de las muertes por malaria en Kenia y Uganda <sup>39,40</sup>. Especial énfasis se pone en el *Plasmodium vivax*, que recientemente ha vuelto a Europa, con transmisión local en Grecia <sup>38</sup>.

Otros vectores a tener en cuenta son las garrapatas, transmisoras de la enfermedad de Lyme. Factores climáticos y del uso de la tierra son responsables de la expansión y de la distribu-





ción geográfica de *I. ricinus* y hay evidencia de su expansión por Escandinavia y en altitudes no habituales <sup>41, 42</sup>. Modelos climáticos en Europa sugieren que la expansión de este vector puede doblarse en un futuro <sup>43</sup>.

### I.3.3 Infecciones digestivas

Las infecciones digestivas están lideradas por las ocasionadas por la familia de los *vibrios*. Es sabido que estas infecciones tienen un marcado carácter estacional, con predominio en los meses más calurosos <sup>44</sup>. De hecho, las infecciones por *vibrios* son las únicas que crecen en incidencia en Estados Unidos <sup>45</sup>. Estas infecciones han producido brotes en lugares previamente libres de enfermedad en el noroeste de Estados Unidos, pero también en el norte y oeste de Europa o en Israel <sup>46-48</sup>. Estos brotes parecen estar ligados de forma íntima al cambio climático <sup>49</sup>. Los cambios en la temperatura superficial del mar son considerados los causantes del mayor impacto en los ecosistemas de las costas a nivel mundial <sup>50</sup>. Se ha demostrado que el calentamiento de la superficie del mar se acompaña a su vez de un aumento en la concentración de *vibrios* <sup>51</sup>. Este calentamiento es el causante de los brotes de *V. parahaemolyticus* en Alaska <sup>52</sup>, pero también en el norte de España <sup>53</sup>. Las olas de calor también se relacionan claramente

con el aumento de infecciones por esta familia de microorganismos <sup>47</sup>.

### I.4 Cambio climático y enfermedad psiquiátrica

La amenaza del cambio climático es un estresor emocional y psicológico. Tanto los individuos como las comunidades se ven afectado por el mismo, ya sea de forma directa por la experiencia de fenómenos locales como por la exposición a la información sobre el calentamiento global y sus efectos <sup>54</sup>. La Sociedad Americana de Psiquiatría publicó en 2017 un posicionamiento donde expone claramente la amenaza que es el cambio climático para la salud mental. Los sujetos con enfermedades psiquiátricas son susceptibles de ser afectados de forma desproporcionada por las consecuencias del cambio climático <sup>55</sup>.

Los síntomas más frecuentes van desde mínimo estrés hasta trastornos depresivos, trastornos ansiosos, estrés postraumático y pensamientos suicidas <sup>56-58</sup>. Como sucede habitualmente con las consecuencias del cambio climático, las poblaciones más vulnerables (niños, ancianos enfermos crónicos o personas de nivel socioeconómico bajo, inmigrantes, etcétera) son las más desfavorecidas y presentan un mayor riesgo para el

desarrollo de síntomas psiquiátricos y psicológicos <sup>59-63</sup>.

Es de señalar también que los eventos de calor extremo son especialmente relevantes en los pacientes a los que se administran drogas antipsicóticas. Estos fármacos disminuyen la capacidad de regulación del calor de forma fisiológica, así como la homeostásis de líquidos, siendo un factor de riesgo establecido para la admisión en urgencias hospitalarias por patologías relacionadas a los días de calor extremo <sup>64</sup>.

### I.5 Miscelánea

El cambio climático provoca efectos indirectos en la salud que son difíciles de cuantificar. Por ejemplo, se ha demostrado que los incendios provocados por el calentamiento global, como los ocasionados en el noroeste de Estados Unidos en 2016 <sup>65</sup>, pueden aumentar hasta diez veces los niveles de polución, con los efectos deletéreos a nivel respiratorio que eso conlleva <sup>66</sup>.

Un efecto muy importante del cambio climático se observa en la calidad nutricional de los cultivos de cereales, como los de arroz o de avena. Se ha objetivado una disminución en los niveles de proteínas, así como en el rango de micronutrientes y de vitaminas <sup>67-69</sup>. De hecho, se estima que, en 2050 y debido

al calentamiento global, existirá un incremento neto mundial de 529.000 muertes en adultos como resultado en la reducción del acceso a la comida (principalmente a la fruta y a la verdura) <sup>70</sup>. En este sentido, el banco mundial estima que, sin un desarrollo sostenible, el cambio climático podría exponer a 100 millones de personas a la extrema pobreza para 2030 <sup>71</sup>.

El cambio climático afecta también a los movimientos migratorios. Por ejemplo, las peticiones de asilo a la Unión Europea desde más de 100 países se incrementaron de una forma no lineal cuando, en la temporada de crecimiento de maíz, las temperaturas se desviaron de la media óptima (aproximadamente 20 grados), sobre todo cuando la temperatura era más alta. Se estima que con las proyecciones actuales de aumento de temperatura, las peticiones de asilo se incrementen un 175% al final de este siglo <sup>72</sup>. Hay que tener en cuenta también las migraciones que acompañan a las sequías. Estas migraciones conducen a violencia, desnutrición y la propagación de algunas enfermedades infecciosas (respiratorias y digestivas).

## II. Polución medioambiental y salud

La contaminación, especialmente la contaminación del aire, está asociada con una alta tasa de mortalidad. En 2019, la con-





taminación fue responsable de aproximadamente 9 millones de muertes prematuras, siendo la contaminación del aire la causa de más de 6 millones <sup>73</sup>. Como suele ocurrir en la salud planetaria, la mayoría de las muertes atribuidas a la contaminación se producen en la población vulnerable de los países en desarrollo <sup>19,74</sup>. Como comparación, la importancia de la contaminación es similar a la pandemia del tabaco <sup>75</sup>. Los orígenes de la contaminación del aire son en parte los mismos que causan el calentamiento global (la quema de combustibles produce partículas finas y ultrafinas, pero también gases de efecto invernadero de larga duración y contaminantes climáticos de vida corta, como metano o hidrofluorocarbonos) <sup>1</sup>, aunque la acción de la contaminación es principalmente localizada en lugar de global. Los gases más comunes son CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> (todos ellos provenientes de la combustión y las emisiones diésel) y O<sub>3</sub> (ozono troposférico). Estos contaminantes se clasifican por tamaño en PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (partículas finas cuyos diámetros son inferiores a 10 y 2,5 micrones, respectivamente). Mientras que el PM<sub>10</sub> afecta principalmente las vías respiratorias, el PM<sub>2,5</sub> penetra más profundamente e incluso puede ingresar al sistema circulatorio, lo que provoca estrés oxidativo e inflamación sistémica <sup>76</sup>.

La contaminación tiene varios efectos sobre la salud. En lo que respecta al sistema cardiovascular, varios estudios han demostrado el mayor riesgo de eventos cardiovasculares con la exposición a largo plazo y a corto plazo <sup>77,78</sup>. De hecho, la mortalidad es mayor en las personas expuestas a largo plazo al PM<sub>2,5</sub> por enfermedad cardíaca isquémica, arritmias e insuficiencia cardíaca <sup>79</sup>. Además, la exposición a corto plazo a contaminantes como SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se ha relacionado con un aumento en las tasas de mortalidad, siendo el riesgo mayor a medida que aumentan los niveles de contaminación <sup>80,81</sup>. En estudios recientes se ha demostrado que el exceso de mortalidad por la polución del aire en Europa se sitúa alrededor de 790.000, de las cuales, entre el 40 y el 80% son por causa cardiovascular, disminuyendo la expectativa de vida en Europa alrededor de 2,2 años <sup>82</sup>. El óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), compuesto químico habitual en la polución urbana afecta, de forma independiente del PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>, al exceso de mortalidad por ECV (1,23% del exceso de muertes cardiovasculares) <sup>83</sup>.

El sistema respiratorio es particularmente susceptible a los efectos perjudiciales de la contaminación debido a su exposición directa al medio ambiente. El desarrollo pulmonar puede verse afectado debido a la contaminación, y la prevalencia del asma aumenta a medida que los niveles de PM son más altos <sup>84,85</sup>. Existe evidencia sustancial que demuestra una relación entre la contaminación relacionada con el tráfico y el desarrollo de asma y rinitis de manera directamente proporcional a la exposición <sup>86,87</sup>. Los pacientes asmáticos expuestos a la contaminación también pueden experimentar una

obstrucción crónica no reversible con una disminución más pronunciada en la función pulmonar y un mayor riesgo de visitas a urgencias por exacerbaciones <sup>88-90</sup>. Además, el PM<sub>2,5</sub> y el NO<sub>2</sub> se han asociado con un aumento en la sensibilización a los alérgenos, actuando como adyuvantes que potencian la respuesta alérgica, especialmente al polen de abedul y hierba <sup>91,92</sup>.

Los pacientes con EPOC también se ven profundamente afectados por la contaminación. Si bien las pruebas que respaldan la contaminación del aire como la causa de la EPOC son inconcluyentes, numerosos estudios han establecido una conexión entre la contaminación del aire y el empeoramiento de los síntomas de la EPOC, las exacerbaciones, las hospitalizaciones e incluso la mortalidad <sup>93,94</sup>. Además, la contaminación también se ha relacionado con un mayor incidencia y muerte por cáncer de pulmón <sup>95,96</sup>. También se ha demostrado la existencia de una asociación directa entre la contaminación del aire y las infecciones pulmonares <sup>97-99</sup>.

Además de la salud cardiovascular y respiratoria, la contaminación tiene ramificaciones en varios otros órganos y sistemas, incluida su asociación con un aumento de la mortalidad por cáncer en general, enfermedades autoinmunes, accidentes cerebrovasculares, demencia e incluso suicidio <sup>100-103</sup>.

## Referencias

1. IPCC CCI, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
2. Salas RN. Environmental Racism and Climate Change - Missed Diagnoses. *N Engl J Med*. 2021.
3. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s, World Health Organization, Geneva. 2014.
4. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Belesova K, Boykoff M, et al. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet*. 2019;394(10211):1836-78.

5. Haines A, Ebi K. The Imperative for Climate Action to Protect Health. *N Engl J Med*. 2019;380(3):263-73.
6. Achebak H, Devolder D, Ingole V, Ballester J. Reversal of the seasonality of temperature-attributable mortality from respiratory diseases in Spain. *Nat Commun*. 2020;11(1):2457.
7. US EPA – USEP Agency. Assessment of the impacts of global change on regional US air quality: a synthesis of climate change impacts on ground-level ozone. Washington D.
8. Schraufnagel DE, Balmes JR, Cowl CT, De Matteis S, Jung SH, Mortimer K, et al. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution. *Chest*. 2019;155(2):409-16.
9. Schraufnagel DE, Balmes JR, Cowl CT, De Matteis S, Jung SH, Mortimer K, et al. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. *Chest*. 2019;155(2):417-26.
10. Ziska LH, Beggs PJ. Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology. *J Allergy Clin Immunol*. 2012;129(1):27-32.
11. D'Amato G, Cecchi L, D'Amato M, Liccardi G. Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2010;20(2):95-102; quiz following.
12. D'Amato G, Cecchi L, Annesi-Maesano I. A trans-disciplinary overview of case reports of thunderstorm-related asthma outbreaks and relapse. *Eur Respir Rev*. 2012;21(124):82-7.
13. D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M, Cazzola M. Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma. *Eur Respir J*. 2002;20(3):763-76.
14. Li M, Shaw BA, Zhang W, Vasquez E, Lin S. Impact of Extremely Hot Days on Emergency Department Visits for Cardiovascular Disease among Older Adults in New York State. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(12).
15. Sun Z, Chen C, Xu D, Li T. Effects of ambient temperature on myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut*. 2018;241:1106-14.
16. Yin P, Chen R, Wang L, Liu C, Niu Y, Wang W, et al. The added effects of heatwaves on cause-specific mortality: A nationwide analysis in 272 Chinese cities. *Environ Int*. 2018;121(Pt 1):898-905.
17. Zhai L, Ma X, Wang J, Luan G, Zhang H. Effects of ambient temperature on cardiovascular disease: a time-series analysis of 229288 deaths during 2009-2017 in Qingdao, China. *Int J Environ Health Res*. 2020:1-10.
18. Zhang B, Li G, Ma Y, Pan X. Projection of temperature-related mortality due to cardiovascular disease in Beijing under different climate change, population, and adaptation scenarios. *Environ Res*. 2018;162:152-9.
19. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu NN, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*. 2018;391(10119):462-512.
20. Mirsaeidi M, Motahari H, Taghizadeh Khamesi M, Sharifi A, Campos M, Schraufnagel DE. Climate Change and Respiratory Infections. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(8):1223-30.
21. Xu Z, Hu W, Tong S. Temperature variability and childhood pneumonia: an ecological study. *Environ Health*. 2014;13(1):51.
22. Paynter S, Ware RS, Weinstein P, Williams G, Sly PD. Childhood pneumonia: a neglected, climate-sensitive disease? *Lancet*. 2010;376(9755):1804-5.
23. Towers S, Chowell G, Hameed R, Jastrebski M, Khan M, Meeks J, et al. Climate change and influenza: the likelihood of early and severe influenza seasons following warmer than average winters. *PLoS Curr*. 2013;5.
24. Schneider E, Hajjeh RA, Spiegel RA, Jibson RW, Harp EL, Marshall GA, et al. A coccidioidomycosis outbreak following the Northridge, Calif, earthquake. *JAMA*. 1997;277(11):904-8.
25. Williams PL, Sable DL, Mendez P, Smyth LT. Symptomatic coccidioidomycosis following a severe natural dust storm. An outbreak at the Naval Air Station, Lemoore, Calif. *Chest*. 1979;76(5):566-70.
26. Comrie AC. Climate factors influencing coccidioido-

- mycosis seasonality and outbreaks. *Environ Health Perspect.* 2005;113(6):688-92.
27. Bentayeb M, Simoni M, Baiz N, Norback D, Baldacci S, Maio S, et al. Adverse respiratory effects of outdoor air pollution in the elderly. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2012;16(9):1149-61.
  28. Simoni M, Baldacci S, Maio S, Cerrai S, Sarno G, Viegi G. Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. *J Thorac Dis.* 2015;7(1):34-45.
  29. Medlock JM, Leach SA. Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *Lancet Infect Dis.* 2015;15(6):721-30.
  30. Caminade C, Medlock JM, Ducheyne E, McIntyre KM, Leach S, Baylis M, et al. Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. *J R Soc Interface.* 2012;9(75):2708-17.
  31. Fischer D, Thomas SM, Niemitz F, Reineking B, Beierkuhnlein C. Projection of climatic suitability for *Aedes albopictus* Skuse (Culicidae) in Europe under climate change conditions. *Global and Planetary Change.* 2011;78(1):54-64.
  32. Schaffner F, Fontenille D, Mathis A. Autochthonous dengue emphasises the threat of arbovirolosis in Europe. *Lancet Infect Dis.* 2014;14(11):1044.
  33. ECDC. Epidemiological update: autochthonous cases of chikungunya fever in France. Oct 24 hweeeepnlfND, asp?List=8db7286c-fe2d-476c-9133-18ff4cb-1b568&ID=1096 (accessed Feb 20).
  34. Bouzid M, Colon-Gonzalez FJ, Lung T, Lake IR, Hunter PR. Climate change and the emergence of vector-borne diseases in Europe: case study of dengue fever. *BMC Public Health.* 2014;14:781.
  35. Pradier S, Lecollinet S, Leblond A. West Nile virus epidemiology and factors triggering change in its distribution in Europe. *Rev Sci Tech.* 2012;31(3):829-44.
  36. CDC. West Nile virus. 2014. [www.cdc.gov/westnile/statsMaps](http://www.cdc.gov/westnile/statsMaps) (accessed Feb 25).
  37. Garcia San Miguel Rodriguez-Alarcon L, Fernandez-Martinez B, Sierra Moros MJ, Vazquez A, Julian Paches P, Garcia Villaceros E, et al. Unprecedented increase of West Nile virus neuroinvasive disease, Spain, summer 2020. *Euro Surveill.* 2021;26(19).
  38. Lindsay SW, Hole DG, Hutchinson RA, Richards SA, Willis SG. Assessing the future threat from vivax malaria in the United Kingdom using two markedly different modelling approaches. *Malar J.* 2010;9:70.
  39. Brown V, Abdir Issak M, Rossi M, Barboza P, Paugam A. Epidemic of malaria in north-eastern Kenya. *Lancet.* 1998;352(9137):1356-7.
  40. Kilian AH, Langi P, Talisuna A, Kabagambe G. Rainfall pattern, El Nino and malaria in Uganda. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1999;93(1):22-3.
  41. Jore S, Vanwambeke SO, Viljugrein H, Isaksen K, Kristoffersen AB, Woldehiwet Z, et al. Climate and environmental change drives *Ixodes ricinus* geographical expansion at the northern range margin. *Parasit Vectors.* 2014;7:11.
  42. Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, Derdakova M, Estrada-Pena A, George JC, et al. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasit Vectors.* 2013;6:1.
  43. Porretta D, Mastrantonio V, Amendolia S, Gaiarsa S, Epis S, Genchi C, et al. Effects of global changes on the climatic niche of the tick *Ixodes ricinus* inferred by species distribution modelling. *Parasit Vectors.* 2013;6:271.
  44. Iwamoto M, Ayers T, Mahon BE, Swerdlow DL. Epidemiology of seafood-associated infections in the United States. *Clin Microbiol Rev.* 2010;23(2):399-411.
  45. Crim S. MealatoiwptctfFDASN, 10 U.S. sites, 2006-2013. *MMWR Morb. Mortal. Wkly Rep.* 63, 328-332.
  46. Paz S, Bisharat N, Paz E, Kidar O, Cohen D. Climate change and the emergence of *Vibrio vulnificus* disease in Israel. *Environ Res.* 2007;103(3):390-6.
  47. Baker-Austin C, Trinanets JA, Salmenlinna S, Löfdahl M, Siitonen A, Taylor NG, et al. Heat Wave-Associated Vibriosis, Sweden and Finland, 2014. *Emerg Infect Dis.* 2016;22(7):1216-20.
  48. Martinez-Urtaza J, Lozano-Leon A, Varela-Pet J, Trinanets J, Pazos Y, Garcia-Martin O. Environmental determinants of the occurrence and distribution of *Vibrio*

- parahaemolyticus in the rias of Galicia, Spain. *Appl Environ Microbiol.* 2008;74(1):265-74.
49. Baker-Austin C, Trinanés JA, Taylor NGH, Hartnell R, Siitonen A, Martínez-Urtaza J. Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change.* 2013;3(1):73-7.
  50. Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, Kappel CV, Micheli F, D'Agrosa C, et al. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science.* 2008;319(5865):948-52.
  51. Vezzulli L, Brettar I, Pezzati E, Reid PC, Colwell RR, Höfle MG, et al. Long-term effects of ocean warming on the prokaryotic community: evidence from the vibrios. *The ISME Journal.* 2012;6(1):21-30.
  52. McLaughlin JB, DePaola A, Bopp CA, Martinek KA, Napolilli NP, Allison CG, et al. Outbreak of *Vibrio* parahaemolyticus gastroenteritis associated with Alaskan oysters. *N Engl J Med.* 2005;353(14):1463-70.
  53. Martínez-Urtaza J, Baker-Austin C, Jones JL, Newton AE, González-Aviles GD, DePaola A. Spread of Pacific Northwest *Vibrio* parahaemolyticus strain. *N Engl J Med.* 2013;369(16):1573-4.
  54. Coverdale J, Balon R, Beresin EV, Brenner AM, Guerrero APS, Louie AK, et al. Climate Change: A Call to Action for the Psychiatric Profession. *Acad Psychiatry.* 2018;42(3):317-23.
  55. 09/09/2021. APAPSoCCwpoA.
  56. Fullerton CS, McKibben JB, Reissman DB, Scharf T, Kowalski-Trakofler KM, Shultz JM, et al. Posttraumatic stress disorder, depression, and alcohol and tobacco use in public health workers after the 2004 Florida hurricanes. *Disaster Med Public Health Prep.* 2013;7(1):89-95.
  57. North CS, Kawasaki A, Spitznagel EL, Hong BA. The course of PTSD, major depression, substance abuse, and somatization after a natural disaster. *J Nerv Ment Dis.* 2004;192(12):823-9.
  58. Arnberg FK, Bergh Johannesson K, Michel PO. Prevalence and duration of PTSD in survivors 6 years after a natural disaster. *J Anxiety Disord.* 2013;27(3):347-52.
  59. Rhodes J, Chan C, Paxson C, Rouse CE, Waters M, Fustell E. The impact of hurricane Katrina on the mental and physical health of low-income parents in New Orleans. *Am J Orthopsychiatry.* 2010;80(2):237-47.
  60. Ramin B, Svoboda T. Health of the homeless and climate change. *J Urban Health.* 2009;86(4):654-64.
  61. Bei B, Bryant C, Gilson KM, Koh J, Gibson P, Komiti A, et al. A prospective study of the impact of floods on the mental and physical health of older adults. *Aging Ment Health.* 2013;17(8):992-1002.
  62. La Greca A, Silverman WK, Vernberg EM, Prinstein MJ. Symptoms of posttraumatic stress in children after Hurricane Andrew: a prospective study. *J Consult Clin Psychol.* 1996;64(4):712-23.
  63. Xiong X, Harville EW, Mattison DR, Elkind-Hirsch K, Pridjian G, Buekens P. Hurricane Katrina experience and the risk of post-traumatic stress disorder and depression among pregnant women. *Am J Disaster Med.* 2010;5(3):181-7.
  64. Martin-Latry K, Goumy MP, Latry P, Gabinski C, Begaud B, Faure I, et al. Psychotropic drugs use and risk of heat-related hospitalisation. *Eur Psychiatry.* 2007;22(6):335-8.
  65. Tett S FA, Rogers M, et al. Anthropogenic in fire risk in Western North America and Australia during 2015/2016. In: Herring SC, Christidis N, Hoell A, Kossin JP, Schreck CJ III, Stott PA. Explaining extreme events of 2016 from a climate perspective. *Bull Am Meteorol Soc* 2018; 99: Suppl: S60-S64.
  66. Liu JC, Mickley LJ, Sulprizio MP, Dominici F, Yue X, Ebisu K, et al. Particulate Air Pollution from Wildfires in the Western US under Climate Change. *Clim Change.* 2016;138(3):655-66.
  67. Zhu C, Kobayashi K, Loladze I, Zhu J, Jiang Q, Xu X, et al. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels this century will alter the protein, micronutrients, and vitamin content of rice grains with potential health consequences for the poorest rice-dependent countries. *Sci Adv.* 2018;4(5):eaq1012.
  68. Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey AD, Bloom AJ, et al. Increasing CO<sub>2</sub> threatens human nutrition. *Nature.* 2014;510(7503):139-42.
  69. Loladze I. Hidden shift of the ionome of plants exposed to elevated CO<sub>2</sub> depletes minerals at the base of

- human nutrition. *Elife*. 2014;3:e02245.
70. Springmann M, Mason-D'Croz D, Robinson S, Garnett T, Godfray HC, Gollin D, et al. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *Lancet*. 2016;387(10031):1937-46.
  71. Hallegatte S BM, Bonzanigo L, et al. Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty. Washington, DC: World Bank, 2015.
  72. Missirian A, Schlenker W. Asylum applications respond to temperature fluctuations. *Science*. 2017;358(6370):1610-4.
  73. Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, Bathan G, Bose-O'Reilly S, Brauer M, et al. Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health*. 2022;6(6):e535-e47.
  74. Perera F, Nadeau K. Climate Change, Fossil-Fuel Pollution, and Children's Health. *N Engl J Med*. 2022;386(24):2303-14.
  75. Institute for Health Metrics and Evaluation. 2019 Global Burden of Disease results tool. 2020. <http://ghdx.healthdata.org/gbdresults> tool (accessed April 19).
  76. Kelly FJ, Fussell JC. Air pollution and airway disease. *Clin Exp Allergy*. 2011;41(8):1059-71.
  77. Wang M, Sampson PD, Sheppard LE, Stein JH, Vedal S, Kaufman JD. Long-Term Exposure to Ambient Ozone and Progression of Subclinical Arterial Disease: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis and Air Pollution. *Environ Health Perspect*. 2019;127(5):57001.
  78. Kaufman JD, Adar SD, Barr RG, Budoff M, Burke GL, Curl CL, et al. Association between air pollution and coronary artery calcification within six metropolitan areas in the USA (the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis and Air Pollution): a longitudinal cohort study. *Lancet*. 2016;388(10045):696-704.
  79. Pope CA, 3rd, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*. 2004;109(1):71-7.
  80. Mustafic H, Jabre P, Caussin C, Murad MH, Escolano S, Tafflet M, et al. Main air pollutants and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2012;307(7):713-21.
  81. Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, et al. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2013;382(9897):1039-48.
  82. Lelieveld J, Klingmuller K, Pozzer A, Poschl U, Fnais M, Daiber A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur Heart J*. 2019;40(20):1590-6.
  83. Meng X, Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Milojevic A, et al. Short term associations of ambient nitrogen dioxide with daily total, cardiovascular, and respiratory mortality: multilocation analysis in 398 cities. *BMJ*. 2021;372:n534.
  84. Bowatte G, Erbas B, Lodge CJ, Knibbs LD, Gurrin LC, Marks GB, et al. Traffic-related air pollution exposure over a 5-year period is associated with increased risk of asthma and poor lung function in middle age. *Eur Respir J*. 2017;50(4).
  85. Gehring U, Wijga AH, Koppelman GH, Vonk JM, Smit HA, Brunekreef B. Air pollution and the development of asthma from birth until young adulthood. *Eur Respir J*. 2020;56(1).
  86. Jung DY, Leem JH, Kim HC, Kim JH, Hwang SS, Lee JY, et al. Effect of Traffic-Related Air Pollution on Allergic Disease: Results of the Children's Health and Environmental Research. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2015;7(4):359-66.
  87. Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow I, Koletzko S, Kramer U, et al. Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;177(12):1331-7.
  88. Burbank AJ, Peden DB. Assessing the impact of air pollution on childhood asthma morbidity: how, when, and what to do. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2018;18(2):124-31.
  89. Lee SW, Yon DK, James CC, Lee S, Koh HY, Sheen YH, et al. Short-term effects of multiple outdoor environmental factors on risk of asthma exacerbations: Age-stratified

- tified time-series analysis. *J Allergy Clin Immunol.* 2019;144(6):1542-50 e1.
90. To T, Zhu J, Larsen K, Simatovic J, Feldman L, Ryckman K, et al. Progression from Asthma to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Is Air Pollution a Risk Factor? *Am J Respir Crit Care Med.* 2016;194(4):429-38.
  91. Melen E, Standl M, Gehring U, Altug H, Anto JM, Berdel D, et al. Air pollution and IgE sensitization in 4 European birth cohorts-the MeDALL project. *J Allergy Clin Immunol.* 2021;147(2):713-22.
  92. Anderegg WRL, Abatzoglou JT, Anderegg LDL, Bielory L, Kinney PL, Ziska L. Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2021;118(7).
  93. DeVries R, Kriebel D, Sama S. Outdoor Air Pollution and COPD-Related Emergency Department Visits, Hospital Admissions, and Mortality: A Meta-Analysis. *COPD.* 2017;14(1):113-21.
  94. Zhu RX, Nie XH, Chen YH, Chen J, Wu SW, Zhao LH. Relationship Between Particulate Matter (PM(2.5)) and Hospitalizations and Mortality of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: A Meta-Analysis. *Am J Med Sci.* 2020;359(6):354-64.
  95. Turner MC, Krewski D, Pope CA, 3rd, Chen Y, Gapstur SM, Thun MJ. Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;184(12):1374-81.
  96. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol.* 2013;14(9):813-22.
  97. Kirwa K, Eckert CM, Vedal S, Hajat A, Kaufman JD. Ambient air pollution and risk of respiratory infection among adults: evidence from the multiethnic study of atherosclerosis (MESA). *BMJ Open Respir Res.* 2021;8(1).
  98. Pirozzi CS, Jones BE, VanDerslice JA, Zhang Y, Paine R, 3rd, Dean NC. Short-Term Air Pollution and Incident Pneumonia. A Case-Crossover Study. *Ann Am Thorac Soc.* 2018;15(4):449-59.
  99. Darrow LA, Klein M, Flanders WD, Mulholland JA, Tolbert PE, Strickland MJ. Air pollution and acute respiratory infections among children 0-4 years of age: an 18-year time-series study. *Am J Epidemiol.* 2014;180(10):968-77.
  100. Wong CM, Tsang H, Lai HK, Thomas GN, Lam KB, Chan KP, et al. Cancer Mortality Risks from Long-term Exposure to Ambient Fine Particle. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2016;25(5):839-45.
  101. Mehta M, Chen LC, Gordon T, Rom W, Tang MS. Particulate matter inhibits DNA repair and enhances mutagenesis. *Mutat Res.* 2008;657(2):116-21.
  102. Fu P, Guo X, Cheung FMH, Yung KKL. The association between PM(2.5) exposure and neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ.* 2019;655:1240-8.
  103. Braithwaite I, Zhang S, Kirkbride JB, Osborn DPJ, Hayes JF. Air Pollution (Particulate Matter) Exposure and Associations with Depression, Anxiety, Bipolar, Psychosis and Suicide Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect.* 2019;127(12):126002.







## CAPÍTULO II

# REPERCUSIONES DE LA ACTIVIDAD SANITARIA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El papel benefactor que la sociedad, y el propio Sistema Nacional de Salud (SNS), reconoce al mundo sanitario ha oscurecido su papel como agresor del medio ambiente. Pocos centros sanitarios se han preocupado por determinar su huella de carbono, valorar sus emisiones, o cuantificar la calidad y cantidad de sus residuos.

### II.1 Determinación de la huella de carbono del SNS

Se recomienda que las direcciones de ingeniería de cada centro sanitario, dentro de sus planes de gestión, determinen la huella de carbono de la institución siguiendo una serie de pasos: análisis del punto de partida, contribución de cada fuente de emisiones, plazos temporales para disminuir emisiones y financiación.

Es más, deberían de hacer un cronograma con fecha límite para alcanzar la tasa de emisiones cero en los escenarios más relevantes. Todo ello, con el convencimiento de que reducir emisiones cuesta dinero y su financiación debe asegurarse.

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (PGEI)<sup>1</sup> aborda la estandarización de sus medidas para la mejor comparación entre diferentes instituciones y en aras a la transparencia internacional.

Acorde con su procedencia, el PGEI clasifica las emisiones de cualquier institución, en tres grandes alcances:

- **Alcance 1:** emisiones de fuentes propias y bajo control directo de la institución.
- **Alcance 2:** emisiones derivadas del consumo de energía contratada a terceros, con especial atención al consumo eléctrico.
- **Alcance 3:** emisiones derivadas del conjunto de actividades externas en el transporte de mercancías o servicios.

Aunque las emisiones derivadas de otras empresas o usuarios, ajenos a la institución, pero relacionados con su actividad, no se contabilizan en el ámbito 3 del PGEI conviene sumarlas al mismo o contabilizarlas de manera independiente.

Dentro de este último grupo, hay que incluir la parte proporcional que corresponde a la institución sobre las emisiones generadas en la fabricación de equipamientos y fármacos a los que en los concursos públicos conviene exigirles una certificación de su impacto medio ambiental y dar un coeficiente de bonificación relacionado al mismo.

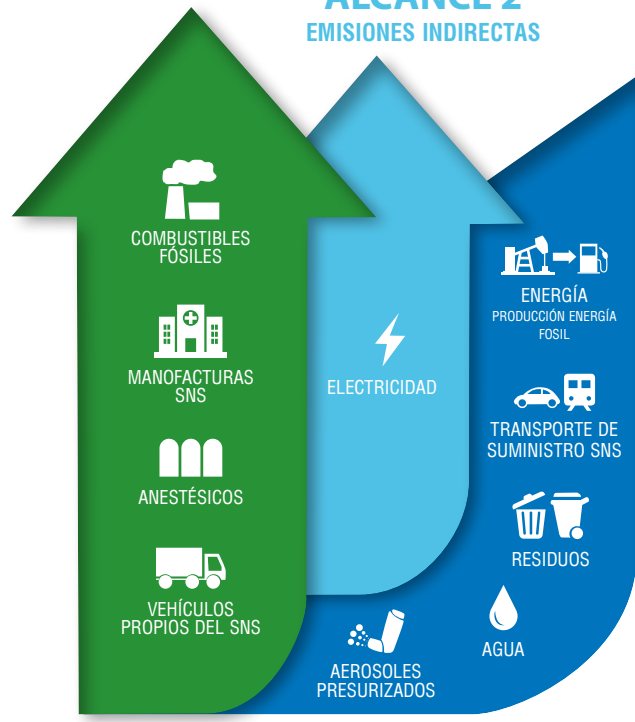


**ALCANCE 1**  
EMISIONES INDIRECTAS

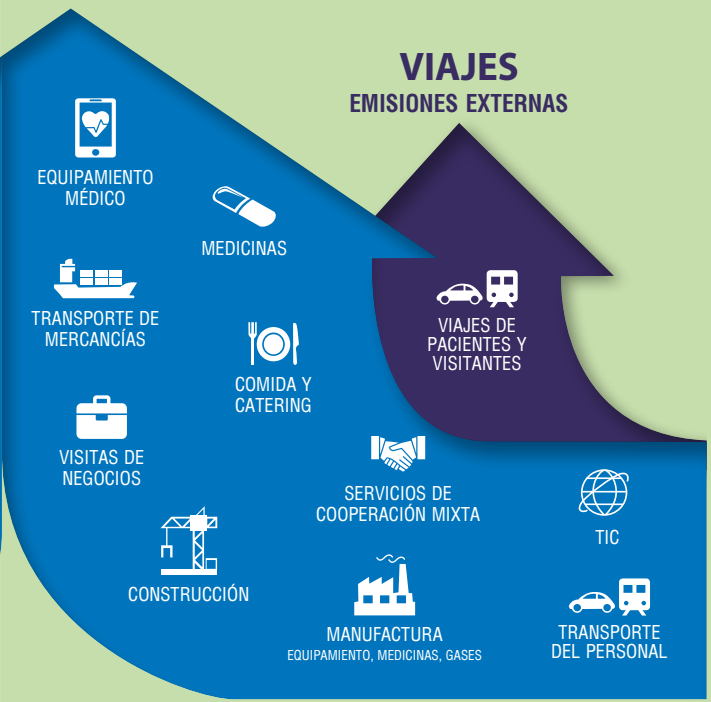
**ALCANCE 2**  
EMISIONES INDIRECTAS

**ALCANCE 3**  
EMISIONES INDIRECTAS

**VIAJES**  
EMISIONES EXTERNAS



**HUELLA DE CARBONO DEL SNS**



**HUELLA DE CARBONO AÑADIDA AL SNS**

Figura traducida y adaptada de Delivering a 'Net Zero' National Health Service. (<https://www.england.nhs.uk/greenernhs/wp-content/uploads/sites/51/2020/10/delivering-a-net-zero-national-health-service.pdf>)

## II.2 La ruta para descarbonizar el SNS

Las acciones en este sentido han de cumplir unos criterios que permitan un compromiso de emisiones cero en una fecha determinada, el *National Health Service* (NHS) del Reino Unido se ha impuesto el año 2040. Para ello se recomienda hacer una planificación de reducciones periódicas, quinquenales, y bajo las premisas del Acuerdo de París para el Cambio Climático<sup>2</sup>. La Convención Marco de la ONU sobre Cambio Climático aconseja el itinerario conocido como *Race to Zero*: reducir 50% las emisiones en 2030 y alcanzar cero emisiones en 2050, respecto a los niveles de 2010.

Los objetivos programados han de ser: urgentes, ambiciosos, posibles, ajustados a las innovaciones y a las directrices gubernamentales.

### II.2.1 La reducción de emisiones de ámbito hospitalario

Los hospitales de nueva construcción han de contar con un proyecto que les permita alcanzar emisiones cero en el plazo que se haya previsto. En el mismo, se ha de prever su capacidad de adaptación a las nuevas tecnologías que se encuentren en desarrollo y tengan futura viabilidad.

Pero, a día de hoy, el mayor esfuerzo se ha de realizar en la reducción de emisiones de los actuales hospitales. La disminución de la huella de carbono de la institución ha de ser contemplada dentro de los planes de gestión de cada institución con acciones concretas, financiadas y a desarrollar en plazos determinados. Se aconseja la creación, o asignación de funciones, a algún órgano técnico para planificar una estrategia común de política hospitalaria en asuntos de eficiencia energética, tales como:

- Iluminación LED 100%.
- Eficiencia en aire acondicionado y climatización.
- Obras de reposición con materiales con eficiencia energética.
- Ventilación.
- Política de centralización de frigoríficos y congeladores.
- Agua caliente.
- Uso de inteligencia artificial para control y monitorización energética.
- Utilización de espacios libres (patios, azoteas...) para la



instalación de fuentes de energías renovables.

- Contrato con distribuidoras eléctricas de 100% de energía renovable.

Estas acciones deben implementarse en un plazo corto de tiempo, no más de tres años, en un número corto de hospitales, antes de hacerlas más extensivas.

### II.2.2 La reducción de emisiones en el ámbito de la Atención Primaria

Los nuevos Centros de Salud (CS) han de proyectarse con la meta de emisiones cero a la mayor brevedad posible y ajustándose a las necesidades requeridas para nuevas tecnologías de futuro actualmente en desarrollo.

El mayor reto está en acondicionar la actual red nacional de CS para mejorar su aislamiento energético, su iluminación y su climatización. Aparte de estas obras de carácter estructural, la instalación de paneles fotovoltaicos y bombas de aerotermia suponen una importante reducción en la emisión de GEI.



Un grupo de CSs deberían constituirse cuanto antes como experiencia piloto y monitorizar la evolución de su huella de carbono.

Por otra parte, desde ya, cada CS debería monitorizar su huella de carbono y su evolución anual.

### II.2.3 Movilidad y transportes

Se ha considerado que hasta el 14% de las emisiones del mundo sanitario proceden de los medios de transporte<sup>3</sup>. Para ello, se recomiendan una serie de acciones que implican:

- Los medios de transporte, propios o concertados, del SNS deberán ser 100% eléctricos en un plazo no superior a 10 años comprometiéndose a una implantación gradual dentro de un cronograma.
- Asignar alta valoración en concursos públicos a cualquier empresa concertada que utilice vehículos con emisiones ultra bajas.
- Promover puntos de recarga eléctrica de vehículos en los recintos sanitarios.

- Reducir los viajes innecesarios de pacientes y proveedores, potenciando la actividad *on line*.
- Incentivar entre los empleados la movilidad no contaminante.
- Declarar, en lo posible, los recintos sanitarios como espacios de emisiones cero en movilidad, impidiendo el paso a vehículos de altas emisiones.
- Facilitar el acceso a los centros sanitarios por transporte público o por medios saludables como carril y aparcamiento de bicis o vías peatonales.

Para promover estas acciones se debe exigir un plan de movilidad dentro de los planes de desarrollo estratégico y de gestión convenida.

### II.2.4 Cadena de suministros

El SNS ha de ser consciente del poder que tiene para modular la huella de carbono de sus proveedores, influenciando a través de sus concursos públicos la innovación de los proveedores y la adquisición de productos con menor huella de car-

bono en su producción, transporte y generación de residuos. Esta política implica exigir a los proveedores:

- Certificación transparente de su programa de reducción de huella de carbono.
- Reducción de plásticos de un solo uso.
- Promover el uso de polímeros bio-degradables.
- Reducción del uso de papel.
- Reducción del consumo de agua.
- Reciclado de material metálico.
- Reutilización de material.
- Transportes de bajas emisiones.

### II.2.5 Alimentos y catering

Los alimentos frescos, de proximidad, kilómetro cero, y de temporada suponen un ahorro importante de emisiones en transporte, almacenamiento refrigerado y embalajes. Esto su-

pone llegar a acuerdos con productores locales para asegurar suministros con la implicación de los servicios de dietética hospitalarios, en este sentido la CE ha diseñado un protocolo denominado *The Farm to Fork Strategy*.

### II.3 Medicamentos

Debido al papel curativo que se asigna a los medicamentos, existe la falsa impresión de que la industria farmacéutica es una actividad verde. Por ello, a muchos les sorprende conocer que la industria farmacéutica produce más emisiones de efecto invernadero que la industria de la automoción<sup>4</sup>.

En el Reino Unido, los fármacos suponen hasta el 25% de las emisiones del NHS<sup>5</sup>. Cabe suponer que en España este porcentaje sea similar. Las emisiones comprenden su producción industrial, su transporte, su liberación al medio ambiente y sus residuos.

#### II.3.1 Producción industrial de los medicamentos

Dos de los países con mayor producción de fármacos, China e India, se sitúan entre los más contaminantes del mundo. Además, por tener una tasa mínima de energías renovables, sus emisiones de gases de efecto invernadero son mayores



que las generadas en territorio europeo. Aunque la calidad de los fármacos que se importan en España acceden con el aval de la Comisión Europea, a través de la Guía de Normas de Correcta Fabricación<sup>5</sup>, esta guía contempla el control de calidad de la fabricación y la trazabilidad de los medicamentos, pero no el impacto medioambiental del proceso. Es más, muchas de estas fábricas lo son de productos químicos en general y su sensibilidad con la salud pública podría no ser la suficiente.

La intensidad de las emisiones de diferentes empresas farmacéuticas presenta enormes diferencias. En 2015, la más contaminante multiplicaba por siete las emisiones del equivalente de CO<sub>2</sub> de la más limpia<sup>4</sup>.

### II.3.2 Transporte y suministro

La lejanía de los fabricantes condiciona el transporte de un gran número de principios activos por vía aérea o marítima que, posteriormente, con frecuencia, se dosifican y se envasan en nuestro país. Para sumar su conjunto de emisiones, debería cuantificarse la huella de carbono de todo este proceso, desde la salida de la fábrica a su posterior manipulación y traslado a punto final, las farmacias. En el Reino Unido se ha cuantificado que los medicamentos suponen el 25% de las

emisiones del NHS. De ese 25%, el 20% se atribuye a su fabricación y a la cadena de transporte y suministro<sup>6</sup>.

En este sentido, sería aconsejable promover, en lo posible, la producción de fármacos en territorio nacional, o de contigüidad territorial, y su transporte por vehículos de bajas emisiones.

Así mismo, se recomienda un pasaporte verde de los fármacos que valore su huella de carbono al modo del código de colores de eficiencia energética e incentivar en los concursos públicos a los que generen menos emisiones.

### II.3.3 Inhaladores presurizados

Varias enfermedades respiratorias, especialmente el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), se tratan con medicación inhalada a diario y, en la mayoría de los casos, de por vida. Se dispone de cuatro modalidades para su administración: 1) inhaladores presurizados con GEl [*pressurized metered dose inhaler* (pMDI)]. Existen algunos inhaladores presurizados con la especificidad de que se disparan con la inhalación del paciente [*breath actuated inhalers* (BAI)] su papel en la emisión de GEl es la misma que los pMDI y, por tanto, se asimilan a ellos. 2) inhaladores de polvo seco [*dry powder*





*inhaler* (DPI)], 3) inhaladores de niebla fina [soft mist inhaler (SMI)] y 4) medicación nebulizada por medio de un compresor eléctrico o por oxígeno o aire a presión.

Los pMDI vehiculan el fármaco en gases comprimidos, en estado líquido, de la familia de los hidrofluorocarbonos (HFA) también conocidos como hidrofluorocarbonados (HFC). En concreto, se utilizan dos gases: el HFA 134a y el HFA 227. Ambos tienen un excelente perfil de seguridad humana. Sin embargo, son GEI con alto potencial en el calentamiento del planeta, con una vida en la atmósfera de 14,6 y 36,5 años respectivamente<sup>7,8</sup>. Su larga vida como GEI les dota de un alto poder acumulativo.

Para el HFA 227 se ha calculado que una dosis (dos pulsaciones) tiene un potencial de calentamiento global de 1.300 veces el de la masa equivalente de CO<sub>2</sub><sup>9</sup>. Se estima que entre el 3,5 y el 4% de la huella de carbono del NHS se debe a los pMDI y que reemplazar un 10% de los pMDI por DPI supondría ahorrar 68,6 ktCO<sub>2</sub>eq cada año<sup>10,11</sup>. Por otra parte, un estudio comparativo de la huella de carbono de los pMDI frente a los DPI, incluyendo su huella desde su producción hasta su consumo, encontró que los primeros multiplicaban por 30 la huella de los segundos<sup>12</sup>.

Según el NHS, el cartucho de un pMDI contiene tantos GEI como los producidos por un coche convencional al recorrer 300 Km<sup>13</sup>.

La venta anual de pMDI en España se sitúa alrededor de 15 millones de unidades, lo que supone una liberación de GEI equivalente a 400 toneladas de CO<sub>2</sub>.

En la actualidad, muchas prescripciones en formato pMDI pueden ser sustituidas por el mismo principio activo en formato DPI o SMI, carentes de GEI.

Se recomienda a los médicos mantener una actitud proactiva para cambiar sus hábitos de prescripción de los pMDI a dispositivos sin GEI, siempre atendiendo a las circunstancias de cada paciente. Los médicos deben intentar que sus primeras prescripciones de inhaladores sean en DPI o SMI y cambiar a estos dispositivos sus prescripciones previas en pMDI, siempre a través del diálogo y consenso con sus enfermos<sup>14</sup>. No obstante, los pMDI, administrados siempre a través de cámaras inhalatorias, deben seguir disponibles por su utilidad en menores de cinco años, en algunas situaciones especiales y para aquellos pacientes adultos que prefieren este tipo de dispositivos, a los que tienen especial adherencia, y que constituyen el 19% de los enfermos tratados con pMDI<sup>15</sup>. Fuera de



estas circunstancias, priorizar los DPI, los SMI o la nebulización sobre los pMDI viene recomendado por guías terapéuticas, sociedades científicas y autoridades sanitarias<sup>16-20</sup>.

Por otra parte, los pMDI, una vez agotados, siguen teniendo GEI y no deben tirarse a la basura sino ser depositados en las farmacias para su tratamiento a través del programa SIGRE.

### II.3.4 Gases anestésicos

Los anestésicos halogenados y el óxido nitroso ( $N_2O$ ) son potentes gases de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento global (GWP, en sus siglas en inglés). Por ser considerados medicamentos esenciales, no se han sometido a una regulación especial de emisiones medio ambientales. Al no ser metabolizados, se vierten a la atmósfera tras su utilización, donde los halogenados permanecen entre 1 y 14 años y el  $N_2O$  114 años<sup>21</sup>.

La escala de GWP compara la contribución al calentamiento global de un gas determinado con la misma masa de  $CO_2$  ( $CO_2eq$ ) y se relaciona a diferentes periodos de tiempo, siendo 100 años la referencia habitual del órgano internacional de evaluar el conocimiento científico sobre el cambio climático

[Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)]. El mayor  $GWP_{100}$  lo tiene el desflurano (2.540), seguido del isoflurano (510) y sevoflurano (130)<sup>21</sup>. Esto hace que la huella de carbono del primero sea 15 veces mayor que la del segundo y 20 veces mayor que la del tercero.

Para más fácil entendimiento, una hora de anestesia con desflurano equivale a las emisiones de un coche en un recorrido de 643 Km, con isoflurano 29 Km y sevoflurano 13 km.

Los anestésicos, a nivel individual, deben: a) Evitar, en lo posible, el desflurano y el  $N_2O$ . b) Utilizar anestesia con bajo flujo. c) A ser posible, utilizar anestesia endovenosa o regional<sup>22,23</sup>.

Por su parte, las instituciones sanitarias han de procurar incorporar las innovaciones tecnológicas capaces de capturar los gases anestésicos tras su uso para su absorción y, posterior, destrucción o reutilización<sup>24</sup>. Así como valorar nuevos gases anestésicos, como el Xenon, sin impacto medio ambiental.

## II.4 Innovación e investigación

El SNS ha de estar conectado con la industria y centros de



investigación de excelencia, de forma directa o a través de comisiones mixtas con el MITERD. Todo ello para incorporar innovaciones que tiendan a:

- Sustituir equipamientos desechables por otros reutilizables.
- Disminuir el consumo de plásticos y otros productos con impacto medio ambiental.
- Avanzar en la tecnología de captura de emisiones de carbón.
- Reducir la huella hídrica.
- Ser auto suficiente en fuentes limpias de energía.

Por otra parte, la investigación propia del SNS ha de plegarse también a las normas tendentes a la descarbonización. Se ha calculado que los 350.000 ensayos clínicos registrados en *ClinicalTrials.gov* emitirán 27,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Y que la mitad de ellos son ensayos de fármacos que, en el Reino Unido, se ha estimado que suponen la quinta parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> del NHS<sup>25</sup>. En este sentido, el Instituto para Investigación en Salud (NIHR) ha publicado una guía para reducción de CO<sub>2</sub><sup>26</sup>.

Desde esta perspectiva, los proyectos deben ser priorizados por los comités de ética y por los financiadores.

## II.5 La estrategia y el compromiso en la descarbonización de la sanidad

Una postura inclusiva de todas las personas e instituciones comprometidas, ha de ser la línea estratégica básica en la lucha contra el cambio climático.

El conjunto de la sanidad española ha de ser consciente de las líneas de actuación en su descarbonización que han de incluir un cronograma hacia emisiones cero de CO<sub>2</sub>, atendiendo a tres premisas básicas: nuevos modelos de asistencia sanitaria, equipos profesionales eficientes y con capacidad de liderazgo y recursos presupuestarios y financieros.

### II.5.1 Nuevos modelos de asistencia sanitaria

Se debe estimular la asistencia extra hospitalaria de todas aquellas prestaciones que puedan atenderse en la proximidad del ciudadano. Esta actitud se ha cuantificado en el Reino Unido que ahorra 8,5 millones km en desplazamientos innecesarios y 1,7 ktCO<sub>2</sub>eq cada año<sup>27,28</sup>.



Para conseguir estos objetivos, es necesario:

- Potenciar la educación sanitaria de la población. Especialmente sobre lo urgente, lo no urgente y las vías de acceso a la atención presencial.
- Minimizar las consultas externas hospitalarias.
- Crear centros de diagnóstico rápido extra hospitalarios.
- Implantar el acceso digital de los pacientes a sus documentos administrativos, pruebas analíticas e informes clínicos.
- Habilitar canales digitales de consulta para dudas de los pacientes.
- Potenciar los servicios de urgencias de cercanía y el *triage* telefónico.

### II.5.2 Equipos profesionales eficientes y con capacidad de liderazgo

La estandarización de decisiones diagnósticas, mediante evaluación de resultados, no solo mejora la atención médica y el despilfarro económico, sino que se traduce en una notable disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para este objetivo será necesario potenciar o crear agencias nacionales de evaluación tecnológica y procesos asistenciales comunes, basados en el *benchmarking* y la evidencia clínica, que destierren prácticas ineficientes, al estilo de la agencia británica *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE)<sup>29</sup> y el programa *Getting It Right First Time* (GIRFT)<sup>30</sup>.

Aunque a la mayoría de los médicos españoles se les supone una alta sensibilización ante el cambio climático, la inercia asistencial suele generar reticencias ante nuevas actitudes diagnósticas y terapéuticas que, a veces, se interpretan como puramente burocráticas. Hay que contar con estas reticencias, afrontarlas y encauzarlas. En este sentido, las instituciones han creado órganos con liderazgo personal, formación y dedicación preferente, que planifiquen y conduzcan hacia los nuevos hábitos. Estos órganos estarían obligados a un informe anual de seguimiento de indicadores y consecución de objetivos.

Estos objetivos serán difícilmente alcanzables con la única intervención de la administración sanitaria y sin la participación activa del mundo profesional, representado en los Colegios de Médicos y las Sociedades Científicas. El ámbito administrativo y el ámbito profesional deben interrelacio-

narse a través de vías fluidas, de forma que cada uno entienda cuál es su papel.

### II.5.3 Recursos presupuestarios y financieros

El compromiso con la descarbonización sanitaria ha de contemplar grandes inversiones para objetivos concretos que afectan a: construcción de nuevos hospitales o acondicionamiento de los existentes y reposición de grandes equipamientos que mejoren la eficiencia energética.

Por otra parte, la inversión va más allá de obras y equipamientos. Se precisa financiar las agencias y grupos responsables de las grandes tomas de decisiones tendentes a promover el cambio de comportamiento de los profesionales.

Además, hay que explorar e innovar en inversiones alternativas a través de otros inversores y fondos.

Dentro de los concursos públicos, incentivar la más baja huella de carbono entre todas las ofertas.

### Referencias

1. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute. The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard (revised edition).2015.
2. [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)
3. NHS Sustainable Development Unit. Reducing the use of natural resources in health and social care. 2018.
4. Lotfi Belkhir, Ahmed Elmeligi. Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players. *Journal of Cleaner Production* 2019;214:185-194.
5. [https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/files/eudralex/vol-4/vol4-chap1\\_2013-01\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/files/eudralex/vol-4/vol4-chap1_2013-01_en.pdf)
6. <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/wp-content/uploads/sites/51/2020/10/delivering-a-net-zero-national-health-service.pdf>
7. Paul B. Myrdal, Poonam Sheth and Stephen W. Stein. Advances in Metered Dose Inhaler Technology: Formulation Development. *AAPS PharmSciTech*, Vol. 15, No. 2, (434-455) April 2014.

8. McCulloch A. CFC and halon replacements in the environment. *J Fluor Chem.* 1999;100(1):163–73.
9. Harish Kumar Jeswani, Adisa Azapagic. Life cycle environmental impacts of inhalers. *Journal of Cleaner Production* 237 (2019) 117733 [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/141949663/Environmental\\_impacts\\_of\\_inhalers.pdf](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/141949663/Environmental_impacts_of_inhalers.pdf) <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117733>
10. Hillman T, Mortimer F, Hopkinson NS. Inhaled drugs and global warming: time to shift to dry powder inhalers. *BMJ.* 2013;346:f3359.
11. Wilkinson AJK, Braggins R, Steinbach I, Smith J. Costs of switching to low global warming potential inhalers. An economic and carbon footprint analysis of NHS prescription data in England. *BMJ Open.* 2019;9:e028763. <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/9/10/e028763.full.pdf>
12. Janson C, Henderson R, Löfdahl M, Hedberg M, Sharma R, Wilkinson AJK. Carbon footprint impact of the choice of inhalers for asthma and COPD. *Thorax.* 2020;75:82-84. <https://doi.org/10.1136/thorax-jnl-2019-213744>.
13. [https://www.sussexccgs.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/08/East-Sussex-Green-Inhaler-Guide\\_Final\\_2.pdf](https://www.sussexccgs.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/08/East-Sussex-Green-Inhaler-Guide_Final_2.pdf)
14. Joachim Starup-Hansen, Henry Dunne, Jonathan Sadler, Anna Jones, Michael Okorie. Climate change in healthcare: Exploring the potential role of inhaler prescribing. *Pharmacol Res Perspect.* 2020;e00675. <https://doi.org/10.1002/prp2.675>
15. Grainne D’Ancona, Andrew Cumella, Charlotte Renwick, Samantha Walker. The sustainability agenda and inhaled therapy: what do patients want? *European Respiratory Journal* 2021;58: Suppl. 65, PA3399
16. <https://se-fc.org/wp-content/uploads/2022/05/GE-MA-5.2-Final.pdf>
17. Editorial. Año SEPAR por la calidad del aire. Papel de la SEPAR en favor del control del cambio climático. *Arch Bronconeumol.* (2021);57(5):313–314.
18. Woodcock A, Beeh KM, Sagara H, et al. The environmental impact of inhaled therapy: making informed treatment choices. *Eur Respir J* 2022; 60: 2102106 [DOI: 10.1183/13993003.02106-2021].
19. <https://networks.sustainablehealthcare.org.uk/networks/sustainable-respiratory-care/bts-position-statement-environment-and-lung-health-2020>
20. [https://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/medicamentosUsoHumano/2022/docs/Nota%20Informativa\\_MUH-09-2022-inhaladores.pdf](https://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/medicamentosUsoHumano/2022/docs/Nota%20Informativa_MUH-09-2022-inhaladores.pdf)
21. Mads P. Sulbaek Andersen, Ole J. Nielsen, Timothy J. Wallington, Boris Karpichev and Stanley P. Sander. Assessing the Impact on Global Climate from General Anesthetic Gases. *Anesth Analg* 2012;114:1081–5.
22. Forbes McGain, Jane Muret, Cathy Lawson and Jodi D. Sherman. Environmental sustainability in anaesthesia and critical care. *British Journal of Anaesthesia*, 125 (5): 680e692 (2020)
23. <https://www.asahq.org/about-asa/governance-and-committees/asa-committees/committee-on-equipment-and-facilities/environmental-sustainability/greening-the-operating-room>.
24. Hina Gadani and Arun Vyas. Anesthetic gases and global warming: Potentials, prevention and future of anesthesia. *Anesth Essays Res.* 2011; 5(1): 5–10. doi: 10.4103/0259-1162.84171
25. Fiona Adshead, Rustam Al-Shahi Salman, Simon Aumonier, Michael Collins, Kerry Hood, Carolyn McNamara, Keith Moore, Richard Smith, Matthew R Sydes, Paula R Williamson. A strategy to reduce the carbon footprint of clinical trials. *The Lancet* 2021;398:281-2.
26. National Institute for Health Research. NIHR carbon reduction guidelines. 2019. <https://www.nihr.ac.uk/documents/the-nihr-carbon-reduction-guidelines/21685> (accessed June 16, 2021).
27. <https://www.england.nhs.uk/publication/rapid-diagnostic-centres-vision-and-2019-20-implementation-specification>
28. Getting It Right First Time. Getting it right in orthopaedics: Reflecting on success and reinforcing improvement. 2020.
29. <https://www.nice.org.uk>
30. <https://www.gettingitrightfirsttime.co.uk>



## CAPÍTULO III

# EL COMPROMISO PROFESIONAL DE LOS MÉDICOS

Los Colegios Oficiales de Médicos (COM), y por ende el CGCOM, son corporaciones de derecho público, contempladas en la Constitución Española, y representantes únicos y legítimos de la actuación profesional del médico. Su personalidad jurídica capacita a la administración pública para delegarle funciones y participación en órganos representativos.

Por otra parte, las SCM aglutinan a los médicos en torno a ramas específicas del desarrollo profesional y son las responsables del avance científico, la formación específica y la promoción del conocimiento.

La asociación del CGCOM con la SCM configuran el máximo liderazgo dentro de la medicina española y esta AMCC aspira a ser la plataforma de referencia que articule la voz de los médicos en lo referente al desarrollo sostenible. Así mismo, se oferta a las autoridades sanitarias y medio ambientales para colaborar e integrarse en grupos interdisciplinarios comprometidos con la descarbonización del planeta.

Este documento, fue impulsado inicialmente por CGCOM, el COM de Las Palmas y por un grupo de SCM. La adhesión y reforma del proyecto inicial, por parte de la mayoría de los COM y SCM implica el aval de una gran mayoría de los médicos españoles.

Aunque el destinatario final de las acciones promovidas en este documento es el mismo, el médico, el CGCOM se dirige al conjunto de médicos españoles mientras que las SCM promueven la lucha contra el cambio climático desde la óptica de cada especialidad médica.

### III.1 El compromiso del Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos de España

En España se dan, a diario, millones de consejos médicos y ningún otro tipo de consejo mejora su tasa de cumplimiento<sup>1</sup>. Por otra parte, ningún grupo comunitario tiene la capilaridad social que tiene el mundo sanitario<sup>2</sup>. Por todo ello, damos especial relevancia al consejo médico y pensamos que, éticamente, debe ponerse al servicio de la lucha contra el cambio climático.

El CGCOM, referencia de los 270.000 médicos que ejercen en España, se compromete, a través de los COM, a sensibilizar al conjunto de los médicos españoles para combatir el cambio climático y tomar una postura proactiva en la descarbonización de la sanidad, el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Para ello, se compromete a una serie de acciones a desarrollar en los próximos cuatro años.

Entre ellas,

- Promover el consejo médico sobre las amenazas del cambio climático a la salud<sup>3</sup>.
- Promover el consejo médico sobre una alimentación de cercanía y de temporada que evite largos transportes contaminantes, refrigeración y plásticos.
- Difundir entre los médicos los mensajes y acciones que en este sentido se promuevan desde el Ministerio de Sanidad y del MITERD, estableciendo protocolos de actuación concertados.
- Promover jornadas, cursos o simposios para difundir entre los médicos la amenaza del cambio climático.
- Organizar formación continuada y acreditada sobre cambio climático y salud.
- Financiar becas de investigación sobre cambio climático, salud y descarbonización del SNS.
- Colaborar y aceptar funciones delegadas provenientes de los organismos públicos reguladores del cambio climático.
- Minimizar los GEI que dependen de la prescripción médica: aerosoles presurizados y gases anestésicos.
- Minimizar los GEI y economizar recursos que dependen del entorno laboral (movilidad, consumo de energía, ahorro hídrico...).
- Trabajar en pro del manejo correcto de los residuos de medicamentos y material sanitario.
- Colaborar en la reutilización de material médico y la economía circular del mismo.
- Disminuir la huella de carbono propia de los COM.

### III.2 El compromiso de las sociedades científicas médicas

Las SCM configuran un canal de comunicación prioritario en el mundo médico que, de forma multisectorial, representan a la mayoría de los profesionales.

Las SCM firmantes de este documento se comprometen a:

- A promover una sesión sobre cambio climático en sus

congresos anuales.

- A incluir en sus guías y protocolos clínicos un apartado sobre cambio climático y medio ambiente.
- A convocar becas y ayudas a proyectos relacionados con el cambio climático.
- A formar en cada especialidad a sus profesionales sobre el impacto sobre la salud de las situaciones de temperatura extrema.
- A fomentar la prescripción de fármacos con menor impacto ambiental: “medicamentos verdes”.
- A promover en su entorno laboral las políticas de ahorro energético, de economía circular y del manejo apropiado de residuos.
- A colaborar en su centro de trabajo con comités o grupos interdisciplinarios dedicados a la lucha contra el cambio climático.
- A difundir entre los pacientes el compromiso con el planeta y las repercusiones del cambio climático sobre su salud<sup>4</sup>.
- A promover entre los pacientes el correcto manejo de los residuos generados por sus medicamentos.

### Referencias

1. Revealed: the 10 least and most trusted professions in the UK. HR News 2019 Aug 5. <http://hrnews.co.uk/revealed-the-10-least-and-most-trusted-professions-in-the-uk>
2. Jessica Powell. The rise of the green general practice. BMJ 2021;372:m4827 <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m4827>
3. Claudia Quitmann, Silvan Griesel, Patricia Nayna Schwerdtle, Ina Danquah, Alina Herrmann. Climate-sensitive health counselling: a scoping review and conceptual framework. Lancet Planet Health 2023;7:e600–10. [www.thelancet.com/planetary-health](http://www.thelancet.com/planetary-health) Vol 7 July 2023.
4. Shaw E, Walpole S, McLean M, et al. AMEE consensus statement: planetary health and education for sustainable healthcare. Med Teach 2021; 43: 272–86.



Agradecemos la colaboración del Colegio Oficial de Médicos de Las Palmas.

**Equipo redactor:**

Pedro Cabrera Navarro, presidente del Colegio Oficial de Médicos de Las Palmas y Coordinador Nacional de la Alianza Médica contra el Cambio Climático.  
Carlos Cabrera López, presidente de la Federación Temática de Medicina Sostenible de la Unión Europea de Médicos Especialistas (UEMS).



OMC



ORGANIZACIÓN  
MÉDICA COLEGIAL  
DE ESPAÑA

CONSEJO GENERAL  
DE COLEGIOS OFICIALES  
DE MÉDICOS



ALIANZA  
MÉDICA

CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO