

Volumen 23

## Un escenario de transformación social para mantenerse por debajo de 1.5°C

Un estudio de Kai Kuhnhenn, Luis Costa, Eva Mahnke,  
Linda Schneider y Steffen Lange

## Los Autores

**Kai Kuhnhenh** trabaja desde hace siete años en Konzeptwerk Neue Ökonomie e.V. Anteriormente, trabajó durante más de ocho años en la Agencia Federal de Medio Ambiente (UBA) en el campo de la energía y el clima, centrándose en la evaluación de políticas, las medidas de suficiencia y la revisión de los informes del IPCC.

**Luis Costa** es un ingeniero que se convirtió en un investigador interesado en los temas de los impactos climáticos y la elaboración de modelos energéticos abiertos: en particular los que toman en cuenta el efecto del cambio de los estilos de vida. Luis se licenció en Ingeniería Ambiental por la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (2006) y se doctoró en la Universidad de Greifswald (2013).

**Eva Mahnke** trabaja de forma independiente en el ámbito de la comunicación y las relaciones públicas, centrándose en la política climática, decrecimiento y cuestiones de sostenibilidad. Anteriormente trabajó como periodista sobre política climática. Eva tiene formación académica en ética, economía y ciencias políticas.

**Linda Schneider** es Oficial Superior del Programa para Política Climática Internacional en la Fundación Heinrich Böll de Berlín. Su trabajo se centra en las falsas soluciones en materia de clima y biodiversidad. También es activista del movimiento de justicia climática y del movimiento Derecho a la Ciudad, en Berlín.

**Steffn Lange** es investigador del Instituto de Investigación de la Economía Ecológica (IÖW), becario afín al Grupo de Economía de los Recursos de la Universidad Humboldt de Berlín e investigador asociado del Departamento de Transformación Socioecológica de la Universidad Técnica de Berlín. Su investigación se centra en la transformación digital, la relación entre el crecimiento económico y el rendimiento medioambiental, los efectos de rebote y los conceptos para las economías sostenibles.



Publicado bajo la siguiente licencia Creative Commons:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0> . Atribución - Debe atribuir la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de forma alguna que sugiera que ellos lo apoyan a usted o a su uso de la obra). No comercial - No puede utilizar esta obra con fines comerciales. No hay derivados - Si usted remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado.

Un escenario de transformación social para mantenerse por debajo de 1.5 °C  
Un estudio de Kai Kuhnhenh, Luis Costa, Eva Mahnke, Linda Schneider, Steffn Lange  
Volumen 23 de la serie de publicaciones Temas económicos+sociales  
Editado por la Fundación Heinrich Böll y Konzeptwerk Neue Ökonomie 2020

Corrección de pruebas: Anne Wegner  
Maquetación y diseño: feinkost Designnetzwerk, S. Langer (prediseñado por blotto design)  
Impresión: Grupo ARNOLD, Großbeeren  
Foto de portada: Cristofer Jeschke (- unsplash)  
Traducción al español: Mauricio Orellana Suárez  
Diagramación de la versión en español:  
Mauricio Orellana Suárez, Editorial Los Sin Pisto

Esta publicación puede descargarse de: [www.boell.de](http://www.boell.de)

HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
SERIE DE PUBLICACIONES TEMAS ECONÓMICOS+SOCIALES  
VOLÚMEN 23

**Un escenario de transformación social  
para mantenerse por debajo de 1.5°C**



# CONTENIDO

Prólogo	7
Abstract	9
<b>1 Por qué necesitamos un escenario de transformación social</b>	<b>12</b>
<b>2 El sesgo favorable al crecimiento y a los remiendos tecnológicos en la mayoría de los escenarios climáticos</b>	<b>17</b>
<b>3 Filosofía del escenario: premisas clave</b>	<b>23</b>
<b>4 Metodología</b>	<b>27</b>
Comparación de los Modelos de Evaluación Integrados y la Calculadora Global	32
<b>5 El Escenario de Transformación Social (STS)</b>	<b>36</b>
5.1 Criterios de selección de los parámetros de consumo	39
5.2 Transporte de pasajeros por carretera	42
5.3 Transporte aéreo de pasajeros	48
5.4 Transporte de mercancías por tierra	54
5.5 Vivienda	59
5.6 Sector alimentario: Dietas sostenibles y carne de rumiantes	64
5.7 Cambios en el uso de la tierra y secuestro de CO2	70
5.8 Tecnología, agricultura y parámetros de uso de la tierra	72
<b>6 Resultados del escenario</b>	<b>74</b>
<b>7 El Escenario de Transformación Social: bocetos de un mañana diferente</b>	<b>85</b>
<b>8 Conclusión</b>	<b>97</b>
Anexo 1 - Supuestos del modelo	99
Anexo 2 - Sobre el secuestro de CO2 mediante enfoques basados en los ecosistemas y la falacia del "cero neto"	118



# PRÓLOGO

¿Podemos seguir limitando el calentamiento global a 1.5 °C? Y si es así, ¿qué caminos puede seguir la sociedad para transitar hacia una economía climáticamente justa? El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) siempre ha desempeñado un papel importante en la configuración de lo que se percibe como necesario, posible o imposible en términos de acción climática. En particular, el informe especial del IPCC de 2018 sobre el calentamiento global de 1.5 °C tuvo un impacto notable en el discurso de la política climática, tanto en los debates políticos internacionales como nacionales. Un criterio importante que se desprende de él es la necesidad de que las emisiones mundiales alcancen el cero-neto en 2050. Para lograr este objetivo y limitar el calentamiento global a 1.5 °C, el mensaje del IPCC de 2018 fue que las emisiones debían reducirse a la mitad para 2030. Estos objetivos ayudaron al movimiento climático mundial a crear conciencia sobre la crisis climática y sobre la necesidad de una acción inmediata y drástica.

Los escenarios de mitigación económica climática ocupan un lugar destacado en la mayoría de los informes del IPCC. Estos escenarios de mitigación suelen ser producto de los "Modelos de Evaluación Integrados" (IAM por sus siglas en inglés), dirigidos por una comunidad científica bastante pequeña. Si bien son útiles en lo que pueden contribuir a la discusión —como ofrecer objetivos tangibles de temperatura y emisiones—, también tienen sus propias limitaciones, problemas y opacidades: Los escenarios del IPCC se basan en lo que se considera económica y socialmente viable, sin tener en cuenta las nuevas líneas de cambio y progreso social.

Un problema importante de esos escenarios es que prácticamente todos dependen de un crecimiento económico mundial continuo hasta 2100 (el periodo que por lo general se cubre con tales escenarios). Sin embargo, tanto en los modelos como en el mundo real, es difícil conciliar un crecimiento económico ininterrumpido con unos objetivos climáticos ambiciosos, sobre todo si se tiene en cuenta el margen que queda para limitar el calentamiento global a 1.5 °C. La consecuencia

de adherirse al paradigma del crecimiento es que los escenarios de mitigación tienen que depender de tecnologías de alto riesgo como la geoingeniería, la CAC y la energía nuclear para alcanzar los objetivos de mitigación. En muchos casos, estos escenarios incluso suponen que la temperatura "sobrepasará" el objetivo de 1.5°C al menos temporalmente, con consecuencias desconocidas para los seres humanos y los ecosistemas y con el riesgo de alcanzar puntos de inflexión irreversibles en el sistema climático durante ese periodo de rebasamiento.

En la Fundación Heinrich Böll y en el Konzeptwerk Neue Ökonomie nos dimos cuenta de la importancia de ampliar la perspectiva del debate y de considerar vías sociales que actualmente no se incluyen ni en los informes del IPCC ni en el debate público. Estas vías serán cruciales si no solo pretendemos limitar el cambio climático sino que, a la vez, queremos hacer frente a las múltiples crisis sociales y ecológicas mundiales. Se diferencian de los escenarios conocidos en que prevemos que el Norte Global se embarque en una trayectoria de decrecimiento de sus economías y que la riqueza y la renta se redistribuyan drásticamente.

Junto con investigadores de la ingeniería y de las ciencias naturales y sociales, decidimos desarrollar el "Escenario de Transformación Social": un escenario de mitigación climática global que explora los efectos climáticos de limitar la producción y el consumo globales y de visualizar un reajuste social más amplio que acompañe a estas transformaciones.

Esperamos que el escenario suscite nuevas conversaciones sobre las vías de mitigación del clima, debates que no giren en torno a cuestiones tecnológicas y de costos, sino que aborden la mucho más apremiante cuestión de lograr una buena vida para todos.

Berlín, noviembre de 2020

Barbara Unmüßig  
*Presidenta de la Fundación Heinrich Böll*

Linda Schneider  
*Oficial Superior del Programa para Política Climática Internacional  
Fundación Heinrich Böll*

Andrea Vetter y Kai Kuhnhenh  
*Konzeptwerk Neue Ökonomie*

## ABSTRACT

Durante la crisis de COVID19, muchas actividades económicas se han paralizado, con la consiguiente reducción de la producción y el consumo, lo que ha provocado una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Aunque este "decrecimiento por catástrofe" no debería servir en absoluto de ejemplo para una estrategia preferible de lucha contra el cambio climático, plantea dos preguntas: 1. ¿es la reducción de la producción y el consumo una forma eficaz de reducir las emisiones de GEI? y 2. en caso afirmativo, ¿podemos imaginar un escenario en el que esta reducción no vaya acompañada de crisis y dificultades sociales?

Sostenemos que los actuales escenarios de mitigación global no exploran las posibilidades de la reducción de la actividad económica en el Norte Global. En su lugar, se centran en soluciones tecnológicas, algunas de las cuales plantean graves riesgos ecológicos y sociales, como la geoingeniería y la energía nuclear. A la luz de estos riesgos, argumentamos que cambiar nuestro camino —por ejemplo, cambiar nuestro consumo y producción— es más seguro que confiar en que los puentes tecnológicos estén disponibles antes de que nos lancemos al precipicio.

Este cambio en el consumo y la producción en el Norte Global se representa en el Escenario de Transformación Social (STS) dentro de una transformación socio-ecológica fundamental: Una transformación que consiste principalmente en producir y consumir menos, pero también en satisfacer necesidades humanas concretas y servir al bienestar común, fomentando la cooperación, el cuidado, la solidaridad y la sostenibilidad para lograr una buena vida para todos. Los (primeros) cambios importantes en este sentido son gravar los recursos en lugar del trabajo, hacer que los servicios sociales sean independientes del crecimiento, reducir la jornada laboral, introducir rentas básicas y un salario máximo, desacelerar la vida y democratizar la toma de decisiones (económicas). Aunque estos cambios no tengan un impacto directo en las emisiones de gases de efecto invernadero, son requisitos previos para aumentar el bienestar humano y reducir el consumo ma-

terial. Son la razón por la que la gente no solo acepta una reducción del consumo, sino que se inspira para ir más allá de un sistema que se basa en un crecimiento económico perpetuo a costa de los seres humanos y el medio ambiente.

Por desgracia, el efecto sobre las emisiones de GEI solo puede calcularse cuando el cambio previsto se traduce en cambios cotidianos en los parámetros de consumo. Hemos decidido concentrarnos en algunas áreas clave: los viajes en auto y en avión, el transporte de mercancías, el espacio habitable (con calefacción), el número de electrodomésticos que consumen energía y el consumo de alimentos/carne. Para cada uno de estos parámetros, presentamos una vía de reducción y ejemplos de una actividad muy reducida, ya sea en el pasado reciente o en algunas zonas del mundo. También difundimos ejemplos del mundo real de medidas y políticas eficaces que se han aplicado para reducir estos parámetros. Partiendo de la base de que los países del Norte Global son los principales responsables tanto de las emisiones históricas como de la reducción de las mismas en el presente, no suponemos una reducción del consumo de los países del Sur Global, sino un aumento de estos parámetros allí, lo que llevaría a una convergencia de sus patrones de consumo con los del Norte Global, o incluso a un mayor consumo en 2050. En lo que respecta al cambio tecnológico, el STS prevé un aumento ambicioso de la eficiencia y de las energías renovables, con una eliminación progresiva de la energía nuclear y sin opciones de geoingeniería.

La mitigación de los GEI del posible STS se calcula utilizando la Calculadora Global, una herramienta de modelado relativamente sencilla y transparente. El motivo de esta elección es que creemos que nuestra vía de mitigación debe ser objeto de un debate democrático abierto. Los Modelos de Evaluación Integrados –la caja negra de herramientas que se suele utilizar para crear escenarios de mitigación global– tienden a obstaculizar esos debates, ya que son oscuros y ocultan cuestiones éticas en sus algoritmos.

Los resultados de la Calculadora aplicados al STS muestran un gran descenso de la demanda energética en el Norte Global y una reducción de las emisiones globales de GEI de aproximadamente el 50% de 2020 a 2030 y un 22% más (12.7 Gt CO<sub>2</sub>eq) para 2050. Debido al cambio de dieta previsto, grandes áreas agrícolas pueden ser cuidadosamente restablecidas a ecosistemas naturales o gestionadas de forma más sostenible, sirviendo, en dicho proceso, como sumideros de CO<sub>2</sub> de unas 4 Gt de CO<sub>2</sub> al año. Las emisiones de CO<sub>2</sub> acumuladas

se mantienen dentro del presupuesto de carbono que nos da 2/3 de posibilidades de mantenernos dentro de un aumento de temperatura de 1.5°C.

# 1 Por qué necesitamos un Escenario de Transformación Social

La pandemia de COVID19 ha provocado la ralentización de muchas actividades económicas y la reducción del consumo, lo que ha provocado la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este "decrecimiento por catástrofe", aunque sea una alternativa poco recomendable para combatir el cambio climático, plantea dos preguntas: 1. ¿es la reducción de la producción y el consumo una forma eficaz de reducir las emisiones de GEI? y 2. en caso afirmativo, ¿podemos imaginar un escenario en el que esta reducción no vaya acompañada de crisis y dificultades sociales, sino de una transformación que realmente aumente el bienestar humano?

La motivación para escribir este documento es que nos preocupa que incluso los escenarios de mitigación climática más progresistas de la actualidad –aunque proporcionan información valiosa– no presentan una vía sostenible, segura y participativa para evitar una crisis climática galopante. ¿Cuáles son las razones de nuestra preocupación? Nuestro análisis muestra que los actuales escenarios de mitigación (a) pasan por alto las oportunidades de reducir las emisiones mediante reducciones de la actividad económica, (b) se basan en soluciones tecnológicas en lugar de sustentarse en cambios sociales y (c) incluyen tecnologías peligrosas como la energía nuclear y las tecnologías de "emisiones negativas".

El modo de producción y de vida del Norte Global, que hace un uso intensivo de la energía y de los recursos, es uno de los principales impulsores de las emisiones de GEI. La política climática dominante se basa en una disociación suficiente entre el crecimiento económico y las emisiones, es decir, una disociación que conduzca a las reducciones de emisiones necesarias para alcanzar un determinado objetivo climático, es decir, mantenerse por debajo de un aumento de 1.5

°C en la temperatura media mundial.<sup>1</sup> Según los conocimientos y las pruebas empíricas disponibles, esa disociación parece imposible, o al menos muy improbable.<sup>2</sup> En esta situación, el principio de precaución aconseja optar por trayectorias económicas sin crecimiento.<sup>3</sup> Aun así, la mayoría de los escenarios de mitigación del cambio climático prevén un crecimiento económico continuo a escala mundial, que llevará a que el producto interior bruto (PIB) de los países industrializados se duplique, como mínimo, de aquí al próximo siglo.<sup>4</sup> Reducir la actividad económica para disminuir la demanda de servicios y productos de alto consumo energético es una forma eficaz y mucho más segura de reducir nuestras emisiones que muchas opciones tecnológicas.<sup>5</sup>

Sin embargo, el debate actual gira casi exclusivamente en torno al cambio tecnológico y no tiene en cuenta el enorme potencial del cambio social y económico. Numerosos ejemplos a nivel local, regional e incluso nacional demuestran que el cambio social puede reducir el consumo y la producción intensivos de energía, contribuyendo al mismo tiempo a crear sociedades más justas, más ecológicamente sostenibles y, en muchos otros sentidos, más soportables.<sup>6</sup>

Ignorar los potenciales del cambio social significa que por ahora confiamos en la capacidad de extraer enormes cantidades de emisiones de GEI de la atmósfera en el futuro. Los escenarios de mitigación incluidos en el Informe Especial del IPCC sobre 1.5 °C de calentamiento global prevén la eliminación de varios cientos a más de mil gigatoneladas (Gt) de CO<sub>2</sub> de la atmósfera en el transcurso del siglo

- 
- 1 Antal, M. y Van Den Bergh, J., 2016. Green growth and climate change: Conceptual and empirical considerations. *Climate Policy*, 16(2), 165–177; Lange et al., 2020. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176, 106760.
  - 2 Parrique, T. et al., 2019. Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. Oficina Europea de Medio Ambiente.
  - 3 Petschow, U. et al. 2018. Gesellschaftliches Wohlergehen innerhalb planetarer Grenzen: Der Ansatz einer vorsorgeorientierten Postwachstumsposition (UBA Texte 89/2018). Umweltbundesamt.
  - 4 Una tasa de crecimiento del 1% se da, por ejemplo, para los países de renta alta en Leimbach et al., 2017. Future growth patterns of world regions - a GDP scenario approach, *Global Environmental Change*, Vol. 42, 215-225.
  - 5 Figge, F. et al., 2014. Sufficiency or efficiency to achieve lower resource consumption and emissions? The role of the rebound effect. *Journal of Cleaner Production*, 69, 216–224.
  - 6 O'Neill, D.W. et al., 2018. A Good Life for All within Planetary Boundaries; Raworth, K., 2017. *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*.

21 [100-1,000 Gt].<sup>7</sup> En 2017, las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> se situaron en torno a las 40 Gt. Las principales vías de mitigación suponen que se pueden extraer de la atmósfera entre diez y treinta veces las emisiones anuales actuales y almacenarlas de forma segura.

Sin embargo, en este momento todas estas tecnologías son especulativas, sobre todo en lo que respecta a su capacidad de expansión. Nadie sabe si realmente funcionarán o cuáles serán los riesgos e impactos.<sup>8</sup> En sentido figurado, el mundo está conduciendo actualmente en una línea recta de demanda y producción cada vez mayores, simplemente esperando que, para cuando el camino termine, se haya construido un puente. Lo que se está ignorando son las salidas de esta ruta. E incluso si las tecnologías funcionan –y hay un puente– no lo harán sin consecuencias: Aun las opciones de geoingeniería más aceptadas, como el uso de la Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono (BECCS) y la forestación de monocultivos a gran escala, provocarían la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y la destrucción de los ecosistemas, y alimentarían los conflictos por la tierra, incluida la violación de los derechos humanos.<sup>9</sup>

Esta actitud de hacer o romper centrada en la tecnología domina los informes del IPCC. Con el tiempo que se agota para reducir las emisiones globales de GEI, cada vez más escenarios climáticos se basan en un uso a gran escala de tecnologías de emisiones negativas para mantenerse dentro del límite de 1.5°C. Creemos que no es necesario depender de esas tecnologías arriesgadas e insostenibles, ni tampoco de la energía nuclear si los países del Norte Global reducen su alto nivel de consumo y su continuo crecimiento

económico. Este camino se presenta en nuestro "Escenario de

---

7 Minx, J.C. et al., 2018. Negative emissions - Parte 1: Research landscape and synthesis. *Environmental Research Letters*, Vol. 13, No. 6; Rogelj et al., 2018. Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.*

8 Smith, P. et al., 2016. Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions. *Nature Climate Change* 6, 42–50; Anderson et al., 2016. The trouble with negative emissions. *Science*, Vol. 354, Issue 6309, 182-183; European Academics Science Advisory Council, 2018. Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets? EASAC policy report 35.

9 ETC Group, Biofuelwatch and Heinrich Boell Foundation, 2017. *The Big Bad Fix. The Case Against Climate Geoengineering*, <https://www.boell.de/en/2017/12/01/big-bad-fix-case-against-geoengineering>.

Transición Social" (STS por sus siglas en inglés), que se basa en un cambio en la forma en que la sociedad organiza la producción y el consumo. Este cambio incluye no solo el progreso tecnológico, sino también cambios en la gobernanza, la cultura y el comportamiento individual. El STS es un primer borrador de un escenario de mitigación del clima que describe un futuro alternativo, un esbozo que debe estar respaldado por más investigación científica, conocimientos prácticos y un espíritu de confianza en que sea posible remodelar la sociedad en beneficio de todas las personas y del medio ambiente.

La reducción de la producción y el consumo, además de ser una vía cautelosa, puede ser también la más democrática cuando se logra mediante un proceso ascendente con instrumentos y medidas eficaces, mutuamente acordados, controlados y con la contribución de muchos, y adaptados al respectivo contexto regional. Por el contrario, depositar las esperanzas en las tecnologías de emisiones negativas a gran escala obligaría probablemente a depender de los gobiernos y de las empresas de capital intensivo orientadas a la rentabilidad para evitar una crisis climática catastrófica.

## Nuestro enfoque

Desarrollamos el STS imaginando una transición socioeconómica que tradujimos en hipótesis de escenario. Estos supuestos incluyen la reducción del consumo y producción en determinados sectores de la economía que hacen un uso intensivo de la energía: lo que deja espacio para que florezcan otros sectores de uso menos intensivos de la misma.<sup>10</sup> La transformación social que imaginamos es algo más que una reducción "ciega" del consumo y la producción. Imaginamos una transformación estructural controlada democráticamente que conduzca a la justicia social, económica y ecológica, incluyendo un mayor bienestar y una mejor calidad de vida para todos. Esta visión se refleja en los parámetros de nuestro escenario, es decir, elegimos deliberadamente parámetros de consumo cuya reducción en el marco de una transformación socioeconómica no ponga en peligro la satisfacción de las necesidades materiales básicas y permita al mismo tiempo una me-

---

10 Gran, C., 2013. LOW GROW for Germany: modelling the macroeconomics of degrowth; Kallis, G., 2015. The Degrowth Alternative. Great Transition Initiative; Lange, S., 2018. Macroeconomics Without Growth: Sustainable Economies in Neoclassical, Keynesian and Marxian Theories. Metropolis.

por satisfacción de las necesidades no materiales (véase la sección 7).<sup>11</sup> Las reducciones de consumo son concebibles y conducen a reducciones sustanciales de las emisiones. El STS no prescribe soluciones o modos de vida específicos ni un conjunto concreto de instrumentos de política medioambiental y social para lograrlo. En lugar de ello, su objetivo es mostrar el potencial de una vía de mitigación alternativa.

Somos conscientes de que muchas de las hipótesis que hacemos sobre el futuro son muy subjetivas. Por eso hemos hecho hincapié en la transparencia de nuestro enfoque. Esperamos que esta combinación –centrarse en los parámetros de consumo y ser transparentes en nuestras suposiciones– dé lugar a una animada discusión, que ya constituye un cambio relevante, alejándose de los debates sobre las posibilidades tecnológicas y acercándose a cuestiones sobre cómo vivir en el futuro.

Para calcular los efectos del STS, utilizamos la Calculadora Global (véase el apartado 4). Se trata de una herramienta cuyo objetivo coincide con el nuestro y permite abrir el debate a personas ajenas a la comunidad científica. La Calculadora Global puede ser menos compleja que otros modelos climáticos, pero también es mucho más transparente.

---

11 En este punto podría surgir la pregunta "¿cuáles son las necesidades de la gente y quién decide cuáles son?". En general, esto debe ser objeto de un debate democrático. Sin embargo, debe quedar claro que estas necesidades comprenden algo más que el consumo material. Para un buen concepto sobre las necesidades humanas, véase Ekins, P., and Max-Neef, M., 2006. *Real Life Economics*.

## 2 El sesgo favorable al crecimiento y a los remiendos tecnológicos en la mayoría de los escenarios climáticos

Los modeladores climáticos se enfrentan a una ambiciosa tarea: en un mundo más dinámico y acelerado que nunca, se les pide que prevean el futuro de la humanidad hasta el año 2050/2100 y más allá. Para ello, extrapolan los cambios experimentados en las últimas décadas, es decir, en toda una vida. En el caso del sistema energético, estos cambios han sido sobre todo tecnológicos: la invención de la energía nuclear y la generación de energía renovable, las mejoras en la eficiencia energética, el aumento de la demanda de energía y una tendencia constante a tener más dispositivos, más grandes y más conectados. Sin embargo, no son un regalo de Dios, sino el resultado de un enfoque económico centrado en el crecimiento que emplea los avances técnicos como herramienta para generar beneficios.<sup>12</sup>

El problema de este enfoque es que deja de lado la posibilidad de que se produzcan cambios fundamentales en las sociedades y las economías y, en cambio, reafirma el sistema económico existente. Así, todos los escenarios de mitigación citados por el IPCC suponen un crecimiento económico continuo (del 1 al 2.8%<sup>13</sup>) a escala mundial. Estos supuestos de los Modelos de Evaluación Integrados (IAM, véase el recuadro 1) tienen importantes implicaciones: Dado que el crecimiento económico es uno de los principales impulsores de las emisiones, muchos de los escenarios no logran reducir las emisiones lo suficiente como para mantenerse dentro de un aumento de la tem-

12 Altvater, E., 2005. *Das Ende des Kapitalismus, wie wir ihn kennen*. Westfälisches Dampfboot; Lange, S., 2018. *Macroeconomics Without Growth: Sustainable Economies in Neoclassical, Keynesian and Marxian Theories*. Metropolis.

13 Leimbach, M. et al., 2017. Future growth patterns of world regions – A GDP scenario approach, *Global Environmental Change*, Vol. 42, 215-225; Cuaresma, J.C., 2015, Income projections for climate change research: A framework based on human capital dynamics, *Global Environmental Change*.

peratura de 1.5 °C sin recurrir a las tecnologías de geoingeniería. La dependencia de las tecnologías de geoingeniería en los escenarios de mitigación del clima hace que estas tecnologías se consideren cada vez más una opción de último recurso para evitar un cambio climático catastrófico. En cambio, el potencial de los cambios sociales fundamentales no se tiene en cuenta por diversas razones, como la naturaleza de los modelos, la mentalidad de la comunidad investigadora, etc.<sup>14</sup>

Esta tendencia a descuidar la posibilidad de un cambio social continúa con el informe especial del IPCC sobre el "Calentamiento global de 1.5 °C".<sup>15</sup> En lo que respecta al crecimiento económico, el informe (con una excepción: véase más adelante) no aborda el cambio de comportamiento que daría lugar a una reducción significativa de la actividad económica, aunque afirma claramente que "el crecimiento del consumo de energía ha sido impulsado principalmente por el crecimiento demográfico y económico" (IPCC 2017, p. 141).<sup>16</sup>

En cambio, el informe se centra casi exclusivamente en las opciones tecnológicas. Las nuevas estrategias en los escenarios citados son la electrificación de los sectores industrial, de la construcción y del transporte, el despliegue a gran escala de las tecnologías basadas en energía renovable Power-2-X<sup>17</sup> y la exploración de nuevas opciones de energía biomasa como las algas. Estas opciones tienen tres problemas: (1) Se basan en la electricidad renovable, lo que lleva a un nivel de suministro necesario muy por encima de los niveles actuales, que puede ser poco realista y conlleva su propia serie de problemas

---

14 Para un análisis sistemático de las razones que llevan a descartar una menor producción y consumo como estrategia de mitigación, véase Kuhnhenh, K., 2018. Economic Growth in mitigation scenarios: A blind spot in climate science, <https://www.boell.de/en/economic-growth-in-mitigation-scenarios>.

15 IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., Zhai, P. et al. (eds.)].

16 Rogelj, J. et al., 2018: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development.

17 Power-2-X es una abreviatura de Power-2-gas y Power-2-liquid, que significa la producción de combustibles líquidos o gaseosos. El proceso prevé la producción de hidrógeno a través de la electrólisis del agua utilizando electricidad (excedente) de fuentes renovables. A continuación, el hidrógeno se utiliza directamente o se combina con el carbono, produciendo hidrocarburos como el metano o la gasolina.

sociales y medioambientales.<sup>18</sup> (2) Muchos no se han probado en la escala necesaria. (3) La mayoría de ellos tampoco son sostenibles cuando se emplean a gran escala teniendo en cuenta sus impactos negativos sobre la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo, el uso de la tierra y la sobreutilización de los escasos recursos hídricos. Además, hay que tener en cuenta la huella material de esas opciones, ya que la explotación de los recursos necesarios afectará masivamente a los medios de vida de las personas y las comunidades.<sup>19</sup>

Por último, la mayoría de los escenarios citados por el IPCC incluyen tecnologías de geoingeniería, concretamente cantidades significativas de carbono capturado de fuentes fósiles y biogénicas (BECCS, bioenergía con captura y almacenamiento de carbono, por sus siglas en inglés). La BECCS no solo es devastadora para el medio ambiente y alienta los conflictos territoriales, sino que también es insegura y arriesgada<sup>20</sup> (véase el anexo 2).

### **Recuadro 1: Acerca de los modelos de evaluación integrados (IAM)**

Los Modelos de Evaluación Integrados (IAM) son modelos utilizados habitualmente para generar escenarios de mitigación del clima. Combinan componentes científicos y socioeconómicos: Los componentes de ciencia del clima proyectan los impactos del cambio climático del aumento de las emisiones de GEI; los componentes socioeconómicos se utilizan para calcular las medidas de mitigación más eficientes en relación al costo para alcanzar un objetivo específico de emisiones de GEI, como el cumplimiento de los límites de 1.5° o 2°C. Aunque los IAM pueden modelar el statu quo de la economía y son herramientas adecuadas para elaborar previsiones de corto y medio alcance de las emisiones

- 18 Capellán-Pérez, I.; de Castro, C.; Arto, I., 2017. Assessing vulnerabilities and limits in the transition to renewable energies: Land requirements under 100% solar energy scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 77, 760-782.
- 19 Para conocer el impacto de los combustibles sintéticos y la biomasa, véase Oeko Institute, 2017. An outline of sustainability criteria for synthetic fuels used in transport, <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Sustainability-criteria-for-synthetic-fuels.pdf>
- 20 Grupo ETC, Biofuelwatch y Fundación Heinrich Boell, 2017. The Big Bad Fix. The Case Against Climate Geoengineering, <https://www.boell.de/en/2017/12/01/big-bad-fix-case-against-geoengineering>.

de GEI y su impacto, tienen el inconveniente de ser herramientas muy complejas y oscuras. Incluyen algoritmos para realizar elecciones socioeconómicas. La lógica que subyace a estas elecciones está enterrada en lo más profundo de los modelos, lo que dificulta la discusión polémica y el debate democrático sobre los supuestos y resultados de los modelos.<sup>21</sup>

De manera más fundamental, en lo que respecta a este trabajo, los IAM se basan en fuertes suposiciones económicas relacionadas con las preferencias de los consumidores de los hogares, la maximización de los beneficios de las empresas y la existencia de un precio global del carbono acordado. Estos aspectos pueden dificultar la exploración de escenarios de mitigación alternativos en los que la preferencia del público se desplaza hacia un menor consumo.

### **Función de bienestar**

Una de estas opciones socioeconómicas de los modelos de evaluación integrados tiene que ver con la "función de bienestar" subyacente.<sup>22</sup> Esta función sirve para determinar qué medidas de mitigación hay que emplear. El concepto de bienestar se limita a la maximización del consumo/ingreso por persona, medido sobre una base monetaria. La función significa que la opción "más barata" para reducir las emisiones se elige en primer lugar, la segunda opción "más barata" se elige en segundo lugar y así sucesivamente, hasta que se alcance el objetivo de mitigación. Las medidas que pueden mejorar el bienestar en un sentido más general, es decir, que no se pueden medir en términos monetarios, pero que al mismo tiempo reducen el ingreso/el consumo, se eligen en último lugar, independientemente de sus efectos de mitigación o de los cobeneficios.

### **Costes estimados**

Los IAM no modelan una reducción del consumo por una razón

21 Kuhnenn, K., 2018. Economic Growth in mitigation scenarios: A blind spot in climate science.

22 Véase Michael Jakob, M. and Edenhofer, O., 2014. Green growth, degrowth, and the commons, chapter «Different Conceptions of Social Welfare and their Normative Implication for Economic Growth" para una crítica más detallada de la función de bienestar, Oxford Review of Economic Policy, Vol. 30 (3), 447-468.

adicional. Según el IPCC, "los IAM [g]lobales no suelen representar plena y explícitamente todas las medidas que podrían mejorar la eficiencia de uso final".<sup>23</sup> En particular, los IAM se basan en estimaciones de costes, que están más disponibles para las medidas del lado de la oferta (es decir, medidas que influyen en la forma de suministrar energía y alimentos, como el cambio del carbón a las energías renovables) que para las medidas de eficiencia del lado de la demanda (como un mejor aislamiento de los edificios), o incluso para las medidas de suficiencia (como la reducción de la superficie habitable por persona). Por ello, las medidas del lado de la demanda suelen faltar o estar infravaloradas en los modelos.

## **En la dirección correcta: el escenario de baja demanda energética**

El escenario de Baja Demanda Energética (LED por sus siglas en inglés) es la única excepción al fracaso del informe del IPCC que no aborda el cambio de comportamiento que daría lugar a una reducción significativa de la actividad económica.<sup>24</sup> Ocupa un lugar destacado en el informe del IPCC e incluye algunos cambios de comportamiento, como una convergencia global de la superficie residencial y una cierta "desmaterialización" debida a innovaciones sociales como el uso compartido del auto. Excluye las tecnologías de geoingeniería, pero incluye cantidades limitadas de secuestro de carbono mediante la restauración de los ecosistemas naturales y el secuestro de carbono del suelo. El escenario LED se centra principalmente en la reducción del consumo de energía mediante la mejora de la eficiencia energética. Aunque va en una dirección interesante, no explora plenamente la enorme reducción que podría lograrse mediante el cambio social, por lo que no tiene en cuenta el enorme potencial de las medidas de suficiencia energética. En cambio, el alcance y la escala de los cambios de comportamiento supuestos son limitados, y no se discute, como tal, la

---

23 Rogelj, J. et al., 2018: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development, 154.

24 Grubler, A. et al., 2018. Low energy demand scenario for meeting the 1.5°C target and sustainable development goals without negative emission technologies, *Nature Energy* 3, 515-527.

conveniencia y viabilidad de un crecimiento económico continuado. Además, el escenario se basa en la energía nuclear, con sus elevados riesgos y sus problemas no resueltos de almacenamiento de residuos. En el recuadro 7 de la sección 6 se ofrece una comparación entre los resultados de los escenarios LED y STS.

### **Recuadro 2: Limitaciones de los modelos de emisiones globales**

En general, los modelos para calcular las emisiones globales son instrumentos relativamente rudimentarios. Debido a la complejidad y el tamaño del mundo real, cualquier intento de reproducir su funcionamiento interno es extremadamente difícil. Por ello, los resultados de los modelos de emisiones globales, independientemente de su carácter, vienen acompañados de innumerables reservas. Estas reservas se derivan de los supuestos de los modelos y de sus altos niveles de abstracción. Aunque se intenta justificar los supuestos en la medida de lo posible, el nivel de abstracción deja muchas preguntas sin respuesta.

Entre ellas:

- ¿Están disponibles los recursos físicos necesarios y pueden obtenerse a tiempo y en el lugar adecuado?
- ¿Están disponibles las habilidades sociales necesarias en cada región/país/condado/hogar?
- ¿Las respectivas culturas y marcos políticos de cada zona facilitan o impiden el cambio?
- ¿Habrá suficiente mano de obra calificada en los lugares donde se necesita?
- ¿Cuáles son los impactos del cambio climático en el escenario?<sup>25</sup>

A la luz de estas preguntas, los escenarios de los modelos de emisiones globales deben interpretarse como bocetos aproximados, que tendrán que ser mucho más detallados para que se consideren convenientes sus líneas argumentales y sus resultados y se planifique su aplicación.

25 La Calculadora Global (como la mayoría de los modelos) no tiene en cuenta la retroalimentación del calentamiento climático. Aunque esta omisión obviamente debilita la credibilidad de los escenarios, lo consideramos menos crucial ya que, en nuestro escenario, el calentamiento global es limitado.

### 3 Filosofía del escenario: premisas clave

El Escenario de Transición Social se basa en las siguientes cuatro premisas clave:

- 1) *Los países del Norte Global son los principales responsables y tienen que actuar*

La premisa fundamental del STS es la convicción ética de que los países del Norte Global tienen una responsabilidad específica de reducir sus emisiones debido a su contribución histórica al cambio climático. Desde 1850 hasta 2017, se calcula que la parte de las emisiones acumuladas de los países del Anexo I<sup>26</sup> ha sido superior al 60%.<sup>27</sup> Su riqueza se basa en la utilización de la mayor parte del sumidero de carbono atmosférico. Este es un argumento de peso para proponer una reducción del consumo en los países materialmente ricos y de primera industrialización para dejar espacio a vías socioeconómicas autodeterminadas en el Sur Global (para algunas reflexiones sobre los problemas asociados al trabajo en equipo de autores exclusivamente del Norte Global, véase el Recuadro 5).

---

26 La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) divide a los países en tres grupos principales según sus diferentes compromisos: Los países del Anexo I (los países industrializados que eran miembros de la OCDE en 1992, más los países con economías en transición [las Partes del IET], entre los que se encuentran la Federación Rusa, los Estados Bálticos y varios Estados de Europa Central y Oriental), los países del Anexo II (los miembros de la OCDE del Anexo I, pero no las Partes del IET) y las Partes no incluidas en el Anexo I (en su mayoría, lo que comúnmente se denomina países en desarrollo). Para ver la lista de los países del Anexo I y de los países no incluidos en el Anexo I, consulte <https://unfccc.int/parties-observers> (última visita: 1 de octubre de 2020). En el STS, el Norte Global rico está representado por la categoría de países del Anexo I de la CMNUCC. La categoría de países no incluidos en el Anexo II representa a los países del Sur Global. Véase también el recuadro 5 para más explicaciones.

27 Según Gütschow, J. y otros, 2019. The PRIMAP-hist national historical emissions time series (1850-2017). v2.1. GFZ Data Services. <https://doi.org/10.5880/pik.2019.018>

2) *Hay que reducir el consumo y la producción en el Norte Global*

Estando convencidos de que es poco probable que se produzca una disociación suficiente entre el crecimiento económico y las emisiones de GEI en el futuro (véase la sección 1), nos centramos en la reducción del consumo y la producción en los países del Norte Global como forma de reducir las emisiones. Si bien es cierto que la reducción de estos factores provocará muy probablemente una disminución del PIB, esto no es un objetivo en sí mismo. Además, estamos convencidos de que una reducción sustancial del consumo no puede ser el resultado de una suma de individuos que cambian su comportamiento; tiene que lograrse mediante la remodelación de las infraestructuras clave de las sociedades y mediante marcos reguladores, principios económicos y estructuras de incentivos que guíen el comportamiento dentro de la sociedad. Para diferentes sectores (movilidad, vivienda, alimentación), ofrecemos una primera colección de instrumentos para lograr precisamente esos objetivos, subrayando que la respuesta a la pregunta de qué medidas e instrumentos políticos se aplicarán, debe ser siempre el resultado de procesos democráticos inclusivos y conducir a una transformación rápida, pero no precipitada, y socialmente justa.

3) *Es posible una buena vida para todos con menos consumo y producción*

El tipo de reducción que hemos proyectado con el STS para los países del Norte Global (centrándonos en la reducción de los sectores económicos de emisiones intensivas), si se hace correctamente, no conducirá a una pérdida de satisfacción vital en ellos. El crecimiento no es un buen indicador de la calidad de

vida<sup>28</sup> ni una estrategia realista y eficaz para aliviar la pobreza (en los países del Norte Global).<sup>29</sup>

Por supuesto, no queremos decir que cualquier reducción de la actividad económica vaya a beneficiar a las sociedades de los países del Anexo I. Por el contrario, una reducción del PIB sin más cambios conllevaría adversidades sociales, ya que el sistema actual de distribución de la riqueza y el bienestar social se basa en el crecimiento económico para satisfacer las necesidades humanas.<sup>30</sup> Lo que el STS prevé, en cambio, es una amplia transformación socioecológica que implica una redistribución radical de la riqueza y el trabajo y un cambio de los sistemas de asistencia social, los principios económicos y los estilos de vida. Como parte de esta transformación, las áreas de actividad económica de emisiones intensivas o insostenibles por otros motivos, se reducirán, mientras que otras, como la educación, la asistencia sanitaria y la cultura, se replantearán de forma sostenible y deberán reforzarse y florecer.

4) *Exclusión de la energía nuclear y de las tecnologías de "emisiones negativas"*

Como premisa adicional, el STS excluye cualquier opción de mitigación que conduzca a una degradación y destrucción desproporcionadas del medio ambiente, incluida la energía

---

28 A pesar de toda una gama de reacciones teóricas y pruebas empíricas, el crecimiento económico se sigue considerando un indicador de la calidad de vida. Una reducción de las partes de nuestra economía que se traduce en un menor PIB se asocia generalmente con la recesión, el desempleo y la revuelta social. Esta asociación, sin embargo, deja de lado la posibilidad de un cambio hacia una economía orientada a las necesidades en la que disminuyan las partes perjudiciales de la economía y una ambiciosa política de bienestar se base en una mayor redistribución de la riqueza de los ricos a los pobres, lo que llevaría a una vida mejor para la mayoría. Véase, por ejemplo, Layard, R., 2006. Happiness: Lessons from a New Science; Helliwell, J. et al, 2019. Informe mundial sobre la felicidad 2019. Cole, A., 2010. The Politics of Happiness, Australian Quarterly Vol. 78(5), 21-24; Stiglitz, J.E. et al., 2010. Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up: The Report of the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.

29 El crecimiento económico suele considerarse una vía de desarrollo necesaria para aliviar la pobreza. Sin embargo, hay suficientes pruebas empíricas de que la imitación del modelo de crecimiento occidental no conduce a una evolución positiva para todos, sino a una mayor exclusión de las clases sociales más pobres. La noción de "desarrollo" que presupone una superioridad normativa del estilo de vida occidental en comparación con otros modos de vida debe ser vista de forma crítica.

30 Pineault, E., 2016. Growth and Over-accumulation in Advanced Capitalism: Some Critical Reflections on the Political Economy and Ecological Economics of De-growth. Working Paper.

nuclear<sup>31</sup> y las llamadas tecnologías de "emisiones negativas". Esta exclusión también significa que abogamos por un enfoque sensible y responsable en la creación de capacidad de energía renovable, ya que la explotación de los recursos necesarios para esas tecnologías afecta tanto al medio ambiente como a las comunidades.<sup>32</sup>

- 
- 31 Para una visión general de los peligros de la energía nuclear (accidentes, residuos, proliferación) véase Wheatley, S. et al., 2016. Reassessing the safety of nuclear power, *Energy Research & Social Science*, Vol. 15. El siguiente mapa interactivo ofrece una visión general sobre los problemas sanitarios y medioambientales de la energía nuclear (incluidas las armas nucleares): IPPNW, 2019. Hibakusha Worldwide. <https://hibakusha-worldwide.org>
- 32 Por favor consulte el Atlas de Justicia Ambiental para obtener más información sobre los conflictos en torno a los diferentes recursos. Se puede encontrar en: <https://ejatlas.org/>. Actualmente hay más de 40 conflictos en torno a los metales de tierras raras, y más de una docena en torno al litio.

## 4 Metodología

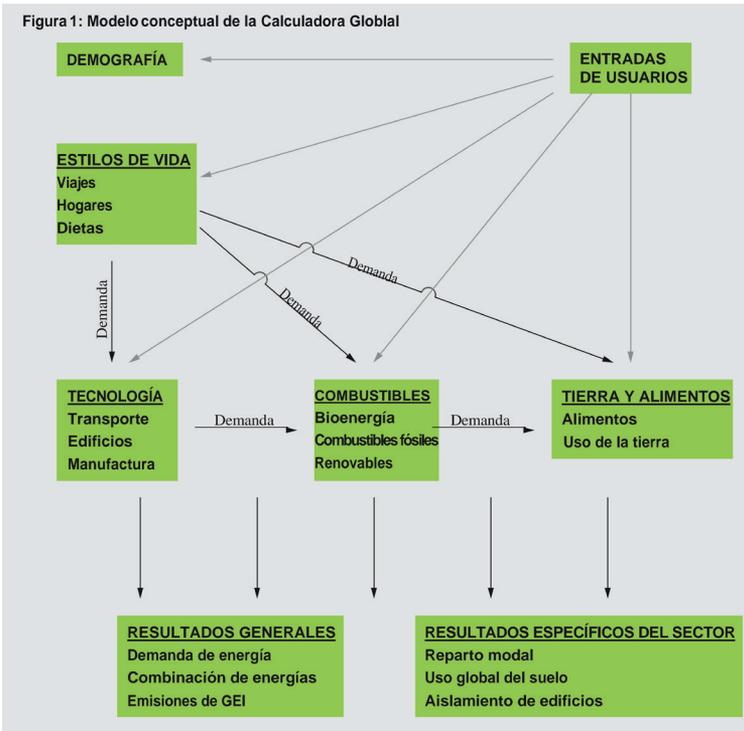
Como se ha descrito anteriormente, el cálculo de escenarios de mitigación climática hasta 2050 o 2100 es increíblemente difícil debido al número de parámetros que influyen en las emisiones de GEI y a la incertidumbre inherente a los sistemas socioeconómicos. Estos parámetros incluyen no solo aspectos técnicos, como la eficiencia de las centrales eléctricas, sino también consideraciones éticas y morales que culminan en la pregunta: "¿Cómo queremos vivir en el futuro?". Estamos convencidos de que este debate debe ser clave a la hora de orientar los instrumentos políticos para diseñar un futuro común y evitar un cambio climático peligroso. Cuestiones controvertidas como: "¿Debemos confiar en las tecnologías de emisiones negativas a gran escala y en la energía nuclear?" deben debatirse a un nivel social amplio. En consecuencia, deben utilizarse modelos que permitan explorar una amplia gama de escenarios tecnológicos y socioeconómicos alternativos.

Por estas razones, hemos optado por utilizar la Calculadora Global, un modelo relativamente sencillo pero transparente que puede ser entendido y utilizado por un público más amplio. La Calculadora Global modela lo que se cree que es física y técnicamente posible y no lo que es más efectivo en cuanto a costos. Se basa en datos científicos y de ingeniería y se elaboró en colaboración con una amplia variedad de organizaciones.<sup>33</sup>

---

33 La Calculadora Global ha sido desarrollada por el Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido (DECC), Climate-KIC, el Instituto de Recursos Mundiales, Chinese Energy R&D International, la Agencia Internacional de la Energía (AIE), Ernst & Young, Climact, el Imperial College, la London School of Economics, Climate Media Factory, el Instituto de Potsdam para la Investigación del Impacto Climático, Rothamsted Research, el Instituto Walker, el Centro Nacional de Oceanografía y el Natural Environment Research Council. La hoja de cálculo de la Calculadora Global y la documentación de apoyo están disponibles bajo (y sujetos a los términos de) la Licencia de Gobierno Abierto ([www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/2/](http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/2/)). La herramienta web se publica bajo (y está sujeta a los términos de) la Licencia Creative Commons (atribución, no comercial, ver: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>)

La Calculadora Global<sup>34</sup> es un modelo del sistema energético, terrestre y alimentario del mundo hasta el año 2050. Permite explorar las opciones para hacer frente al cambio climático y ver cómo interactúan. Es decir, los usuarios toman decisiones en estos sistemas y la calculadora calcula el impacto asociado. Se diseñó para informar a las empresas, gobiernos y organizaciones no gubernamentales sobre las opciones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y permite comprender el nexo entre los diferentes estilos de vida y las emisiones con mayor facilidad que cuando se utilizan los IAM. Se ha desarrollado para promover un debate sobre la energía entre un amplio abanico de partes interesadas de diferentes sectores relacionados con el clima. Con su ayuda, ilustramos el enorme potencial que hay detrás del cambio social. Los datos utilizados en la Calculadora Global proceden de diversas fuentes, como la AIE, la FAO y el modelo TIAM del University College de Londres.



34 <https://www.gov.uk/government/publications/the-global-calculator>

La figura 1 muestra la estructura del modelo. El estilo de vida global medio puede ajustarse a través de las suposiciones realizadas en los tres sectores: viajes, hogares y dietas. Los parámetros de consumo, junto con las hipótesis sobre el número de habitantes, dan lugar a la demanda de servicios y productos. El modelo cuenta con un módulo tecnológico que traduce estas demandas en demandas energéticas. También cuenta con un módulo de combustibles que calcula cómo se satisface la demanda energética directa (por ejemplo, la gasolina para conducir automóviles) y la indirecta (por ejemplo, la energía necesaria para fabricar una lavadora). El módulo de tierra y alimentos, por su parte, calcula cómo se satisface la demanda de alimentos y biomasa.

Hay que tener en cuenta que el usuario no solo puede determinar los parámetros necesarios para estos cálculos, sino que, de hecho, debe determinar esos parámetros, ya que el modelo es, por decirlo claramente, una regla de cálculo y los cálculos se limitan a operaciones aritméticas básicas<sup>35</sup>.

En otras palabras, la calculadora no contiene un procedimiento interno de toma de decisiones como los Modelos de Evaluación Integrados (IAM), cuyos inconvenientes se describen con más detalle a continuación. Por último, el módulo de combustibles calcula resultados generales que incluyen la producción de energía y las emisiones de GEI, mientras que los módulos de tecnología, uso de la tierra y alimentos producen otros resultados específicos para cada sector.

Los cálculos descritos se efectúan para cada año desde 2011 hasta 2050. A partir de ahí, el usuario puede elegir entre asumir unas emisiones estables o una mayor reducción que se corresponde con la reducción de emisiones de los 15 años anteriores, es decir, 2036-2050. Para nuestros cálculos, decidimos tener como punto de partida 2020 (y no 2011), lo que supuso calibrar los principales parámetros con los datos disponibles más recientes.

En comparación con los IAM, la Calculadora Global es un modelo mucho más sencillo y transparente que puede ser entendido y utilizado por un público más amplio. Aunque el uso de los IAM es la norma –y de hecho son útiles en algunos aspectos–, son herramientas muy especializadas que solo entiende y maneja una comunidad científica muy reducida. Otros inconvenientes que justifican nuestra

---

35 Para aumentar la facilidad de uso, la versión web del modelo condensa algunos de los parámetros y propone cuatro variables con diferentes grados de ambición. Además, ofrece la posibilidad de elegir cierto número de vías predefinidas como puntos de partida.

elección se encuentran en la comparación que se hace a continuación y en el recuadro 1 sobre las IAM que figura más arriba.

### **Recuadro 3: Cómo utilizamos la Calculadora Global**

Hemos adecuado a la Calculadora Global para los fines de este documento en dos tipos.

#### **Países del Anexo I y países no incluidos en el Anexo I**

Dado que queríamos suponer una reducción del consumo en los países materialmente ricos, decidimos dividir el modelo por el lado del consumo en dos: un módulo de consumo para los países del Anexo I y otro para los países no incluidos en el Anexo I. El STS prevé una ambiciosa reducción del consumo y la producción para los primeros, mientras que asume una continuación de las tendencias pasadas con un mayor crecimiento del consumo y la producción en los segundos. Este crecimiento da lugar a una reconversión de los patrones de consumo a largo plazo (véase la sección 5).

A diferencia de esta división en lo relativo a la demanda, no hemos dividido el modelo entre los países del Anexo I y los que no lo son en lo relativo a la oferta. Tratar conjuntamente el Anexo I y el No-Anexo I en términos de oferta conduce al siguiente problema: Supongamos que disminuimos el consumo de un producto como los autos en los países del Anexo I. Ahora bien, si el sistema productivo es de carácter global o no hay grandes diferencias entre las fábricas de coches de los países del Anexo I y de los que no se incluyen en el Anexo I, todo está bien. Pero si los coches se producen de forma más eficiente en los países del Anexo I, entonces sobreestimamos el efecto de mitigación. Del mismo modo, si los autos se fabrican de forma menos eficiente en los países del Anexo I, subestimamos el efecto de mitigación. Seguimos pensando que nuestro enfoque es justificable ya que

- a) en algunos sectores, como la producción de alimentos, las emisiones específicas son probablemente algo similares entre los países del Anexo I y los que no lo son.
- b) estamos previendo un escenario en el que los productos con mayores emisiones (por ejemplo, los autos con alto consumo de combustible) y los sistemas productivos (por ejemplo,

las centrales eléctricas de lignito) son los primeros en ser detenidos. Está fuera del alcance de este estudio representar este supuesto en el modelo –este simplemente reduce los promedios, por ejemplo, el coche medio se usa menos y se ahorra un KWh medio de electricidad–, el resultado es que estamos subestimando en general el efecto de la reducción del consumo, y en realidad la reducción del consumo podría ahorrar aún más emisiones.

### **Modificación de las variables de estilo de vida**

Las variables de estilo de vida de la Calculadora Global permiten diferentes niveles de ambición. Por el lado de la demanda, hemos modificado las variables de estilo de vida en las categorías de viajes, hogares y dieta para cumplir los objetivos de este trabajo. Los nuevos niveles de esas variables (véase el cuadro 2) se determinaron por separado para los países del anexo I y los que no se incluyen en el Anexo I. Como resultado, el nivel de ambición elegido para los países del Anexo I va más allá del de la Calculadora Global original, que solo retrata la ambición a escala global. La demanda de energía y productos generada a partir de la división entre los países del Anexo I y los No-Anexo I se suma y se reintroduce en la hoja del modelo que representa el suministro energético mundial, y se obtienen las correspondientes proyecciones de uso energético y emisiones sectoriales.

Utilizamos la versión v.3.99.0 de la hoja de cálculo del modelo, disponible en la página web de Global Calculator.<sup>36</sup> No alteramos los niveles de variables originales del modelo para la tecnología y los combustibles, las eficiencias y las capacidades de suministro energético, dejando la configuración del suministro energético global en el Nivel 3.

Las excepciones son el suministro nuclear, que se elimina progresivamente; la captura y el almacenamiento de carbono (CAC), que no se utiliza, y el uso de cultivos bioenergéticos, que se limita considerablemente. En el caso de las prácticas agrícolas y de la tierra, mantenemos las variables en el Nivel 1, lo que significa, en términos generales, el cese de la intensificación de la agricultura y el mantenimiento de los niveles de rendimiento actuales (véase la sección 5.8 para más detalles).

36 <http://tool.globalcalculator.org/>

## Comparación de los Modelos de Evaluación Integrados y la Calculadora Global

La Calculadora Global y los IAM difieren en varios aspectos, que se resumen en la Tabla 1 y se describen detalladamente en las siguientes secciones.

Tabla 1: Comparación entre la Calculadora Global y los IAM

Calculadora Global	Modelos de evaluación integrados (IAM)
Baja complejidad – alta transparencia	Alta complejidad – baja transparencia
Reproducible y adaptable	Caja negra
Sin optimización económica	Optimización económica
Sin estimaciones de costes	Estimaciones de costes
No hay regiones geográficas	Representación de regiones geográficas
Cálculo hasta 2050	Cálculo hasta 2100 o más

### Debate inclusivo sobre nuestro futuro común: Transparencia, adaptabilidad y reproducibilidad en los modelos climáticos

Un debate inclusivo se sustenta en el trabajo con escenarios y modelos que son reproducibles y adaptables por un grupo más amplio de personas interesadas. Debido a su complejidad, los IAM están muy lejos de eso. En cambio, la Calculadora Global puede ser entendida y utilizada por los responsables de la toma de decisiones, la sociedad civil y cualquier otra persona interesada en participar en el debate.<sup>37</sup> Ofrece una herramienta en línea en la que se puede modelar la evolución de la sociedad en función de los niveles predefinidos para los distintos sectores. Y permite un debate más transparente y democrático, ya que todo el modelo puede descargarse en forma de hoja de cálculo para que otros lo investiguen, lo examinen y lo modifiquen.

37 Lamentablemente, la Calculadora Global solo está disponible en línea en su versión original. Nuestras adaptaciones a la misma: básicamente la división del modelo de consumo en dos (países del Anexo I y países no incluidos en el Anexo I) no están todavía lo suficientemente bien documentadas como para ser publicadas. En general, pensamos que la Calculadora Global es un paso en la dirección correcta, pero no es la herramienta óptima, que debería ser aún más accesible y adaptable, al disponer de varios componentes que puedan modificarse y ampliarse.

## **Ejemplo: La tasa de descuento**

La tasa de descuento es un ejemplo de la complejidad y oscuridad de las IAM. Se utiliza para comparar los costes y beneficios actuales con los futuros. La lógica económica dice, por ejemplo, que, dado que la economía está en continuo crecimiento, la destrucción del medio ambiente en el futuro es preferible a esa destrucción ahora ya que, para entonces, tendremos los medios económicos para reparar mejor esa destrucción o protegernos de ella.<sup>38</sup> Esta consideración no coincide con la creencia de muchas personas de que debemos actuar ahora para evitar consecuencias desastrosas para las generaciones futuras. También es injusta, ya que son las generaciones futuras las que deben hacerse cargo de las consecuencias de las acciones actuales. La Calculadora Global, en cambio, no presenta una tasa de descuento, ya que no ofrece optimización: el usuario debe decidir qué medidas de mitigación deben aplicarse y en qué momento.

## **Necesidades en lugar de estimaciones de costos**

Las IAM ofrecen más información que nuestro enfoque en dos ámbitos: las estimaciones de costos y la representación de las regiones geográficas. En cuanto a las estimaciones de costos, somos escépticos en cuanto a que las afirmaciones relacionadas con los costos de las vías de mitigación para los próximos 80 años tengan sentido. En primer lugar, las estimaciones de costos se basan en los precios, que son difíciles de predecir a corto plazo, y mucho más a largo plazo. En segundo lugar, los IAM se mantienen dentro de un análisis de costo-beneficio, con lo que se oscurece cualquier aspecto que no se traduzca en valores monetarios. Esta restricción puede ser engañosa e incluso peligrosa por dos razones. Por un lado, aunque los precios puedan indicar escasez ecológica (y hay buenas razones para evitar la monetización de la naturaleza, ya que esto puede acarrear conse-

---

<sup>38</sup> Por ejemplo, es preferible que las centrales de carbón funcionen durante más tiempo, ya que los costos de desmantelamiento de las centrales ahora superan los costos de sustituirlas por la producción de energía renovable más adelante.

cuencias perjudiciales),<sup>39</sup> la destrucción ecológica puede verse superada por otros "valores" medidos monetariamente.<sup>40</sup> Además, estamos convencidos de que las necesidades son un indicador mucho mejor de cuán deseable es un escenario, que los costos. Desde un punto de vista ético, es mucho más importante determinar qué se necesita para salvaguardar las necesidades y los derechos humanos básicos que saber cuánto costará a largo plazo una determinada vía de reducción de emisiones. Por eso, en la sección 7, nos centramos en describir cómo las necesidades también pueden satisfacerse, a veces incluso mejor, en un mundo con menos consumo material.

## Optimización económica versus elección

A diferencia de los IAM, la Calculadora Global no incluye una herramienta de toma de decisiones predefinida, como la función de bienestar, que tenga como objetivo la optimización económica (véase el recuadro 3). Por lo tanto, obliga a los usuarios a elegir y justificar cómo disminuir las emisiones. Tener que elegir cómo disminuir las emisiones pone de manifiesto que cualquier decisión de este tipo debe ser objeto de un debate democrático.

### Recuadro 4: El papel del PIB

La Calculadora Global no se rige por parámetros económicos, sino por cantidades físicas, como por ejemplo: ¿Cuánta carne se consume? ¿Cuánta tierra se necesita para la producción de estos alimentos? ¿Cuánto viajamos? ¿Cuánto CO<sub>2</sub> se emite por kilómetro?

En teoría, sería posible calcular la cantidad de bienes y energía producidos, y multiplicar esas cifras por algún tipo de precio, pero creemos que sería una estimación burda e innecesaria: burda porque el modelo solo se aproxima a la producción real y a la producción del sector servicios, e innecesaria porque la pregunta debería ser "¿Podemos imaginar una buena vida con la cantidad dada de bienes y servicios físicos?" y no "¿Suman estos bienes y servicios un valor monetario que nos parezca satisfactorio?".

39 Parks, S. y Gowdy, J., 2013. What have economists learned about valuing nature? A review essay, *Ecosystem Services*, Vol. 13, e1-e10.

40 Fatheuer, T. et al., 2016. *Inside the Green Economy – Promises and Pitfalls*.

## **Cambios fundamentales hasta 2050: el horizonte de nuestro modelo**

Mientras que los IAM suelen incluir cálculos hasta el año 2100 o incluso más allá, la Calculadora Global se detiene en 2050 y da al usuario la opción de prever unas emisiones estables a partir de entonces o una mayor reducción en relación con el cambio de los 15 años anteriores. Este enfoque puede parecer demasiado básico y limitante, pero creemos que está justificado por dos razones.

- 1) Para limitar el calentamiento a 1.5 °C o 2 °C, la mayoría de los cambios deben producirse antes de 2050.<sup>41</sup>
- 2) Cuanto más lejano sea el futuro, más inciertos serán los cálculos. En este sentido, limitar el modelo a 2050 puede considerarse como la admisión de que calcular la evolución global para más de 30-40 años es un esfuerzo científicamente difícil, si no cuestionable.

---

41 Rogelj, J. y otros, 2018: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development.

## 5 El Escenario de Transformación Social (STS)

El STS tiene como objetivo describir una vía para mantenerse dentro de un límite de calentamiento global de 1.5 °C sin hacer uso de tecnologías de "emisiones negativas" y con una eliminación paralela de la energía nuclear. Sin dejar de lado los medios técnicos para aumentar la eficiencia<sup>42</sup> y descarbonizar el sector energético en el marco de una transición tecnológica complementaria (véase el apartado 5.8), El STS se centra en analizar el efecto de unos estilos de vida más adecuados que conduzcan a una reducción del consumo y de la producción en determinados sectores de alto consumo energético: transporte, vivienda y alimentación. Mostrando la eficacia del cambio social, el STS ofrece una posible vía para una sociedad compatible con el límite de 1.5°C.

A partir de la sección 5.1, entramos en el detalle de nuestro enfoque dentro de los sectores. Para cada sector, describimos en primer lugar el statu quo y las tendencias actuales y, a continuación, cómo prevemos la evolución de los sectores en el STS. Esta descripción va acompañada de algunos argumentos clave, tendencias predominantes y/o ejemplos de buenas prácticas para justificar la viabilidad de las hipótesis. A continuación, exponemos cómo se traducen nuestros supuestos en los parámetros del modelo. Por último, esbozamos los instrumentos políticos que ya se están debatiendo para reducir el consumo y la producción en los respectivos sectores.

---

42 La modelización de las mejoras de la eficiencia suele dar lugar a reducciones del consumo que, en el mundo real, suelen verse compensadas por efectos de rebote, es decir, por un aumento del consumo de servicios energéticos debido, por ejemplo, al ahorro monetario. Esta compensación no se produce al modelar el impacto de las reducciones de consumo en sí mismas, por lo que no hablamos de los efectos de rebote.

Desde nuestro punto de vista, las reducciones que modelamos, respaldadas por ambiciosos instrumentos políticos, deben considerarse integradas en una visión más amplia de una sociedad reimaginada, que esbozamos en la sección 7.

### **Recuadro 5: El dilema de modelar una vía para el Sur Global como equipo de autores del Norte Global**

Para el STS, dividimos el mundo en países del Norte Global y del Sur Global. Decidimos hacerlo utilizando las categorías de países del Anexo I (Norte Global) y de países no incluidos en el Anexo I (Sur Global) de la CMNUCC.

Somos conscientes de que la dicotomía entre países del Anexo I y países no incluidos en el Anexo I puede considerarse un modelo excesivamente simplista del mundo; una simplificación excesiva sobre todo si se tiene en cuenta el papel de las economías emergentes y su contribución al cambio climático, sus capacidades económicas individuales y el papel de las élites y la clase media mundial con sus estilos de vida intensivos en emisiones. La razón por la que hemos decidido mantener la diferenciación entre el Anexo I y el No-Anexo I es que sigue desempeñando un papel en las negociaciones internacionales sobre el clima, como por ejemplo, en la forma en que los países tienen que llevar a cabo la contabilidad de las emisiones. Además, el principio de "responsabilidad común pero diferenciada", que se basa en la categorización Anexo I/No Anexo I, consagrada en la Convención de la CMNUCC de 1992, sigue siendo un punto crucial de debate en el ámbito de la política climática internacional<sup>43</sup>. La categorización, por tanto, refleja los diferentes niveles de responsabilidad histórica en el cambio climático. Sin embargo, existe un debate complejo y éticamente desafiante sobre las cuotas justas en la reducción de las emisiones de GEI, para cada país y para los grupos

43 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. CMNUCC. 1992, artículo 3.1. "Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras de la humanidad, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en la lucha contra el cambio climático y sus efectos adversos..."

de ingresos dentro de los países, que es difícil de representar en un modelo como el presente.<sup>44</sup>

A pesar de este debate, el STS puede considerarse un ejemplo de vía justa que incorpora medidas de suficiencia y cambio social para la mitigación del clima. Ejemplifica nuestro respeto hacia la necesidad de una vía socioeconómica autónoma en los países del Sur Global, como se refleja en los debates en torno al término "postdesarrollo".<sup>45</sup> Teniendo en cuenta la larga historia de personas del Norte Global que hacen suposiciones sobre cómo debe "desarrollarse" el Sur Global mientras, al mismo tiempo, explotan a su gente y sus recursos, nosotros –como equipo con una perspectiva europea– consideramos que es difícil hacer suposiciones sobre el futuro del Sur Global (o en nuestro caso, de los países no incluidos en el Anexo I), que tiene derecho a un futuro autodeterminado. Sin embargo, como queremos calcular las emisiones globales, no hay forma de evitar este dilema. Como solución, decidimos no reducir la demanda de transporte, de espacio de suelo y de carne en los países no incluidos en el Anexo I, sino hacer que converjan a los niveles del Norte Global en 2050 y, en algunos casos, los superen. Para nosotros, como autores del Norte Global, el STS pretende mostrar una forma de cumplir con la responsabilidad histórica del Norte Global y, al mismo tiempo, evitar que el concepto de naciones "desarrolladas" prescriba alguna cosa a las naciones que necesitan "ser desarrolladas" o les diga cómo comportarse en el futuro. Esto no quiere decir que no necesitemos intensos debates sobre una transformación de las sociedades, tanto en el Norte como en el Sur Globales: y ya hay debates muy fructíferos.<sup>46</sup>

Somos conscientes de que esta elección puede ser criticada desde dos puntos de vista diferentes: Por un lado, se podría argumentar que no es justo que la gente del Sur Global no pueda aumentar su consumo libremente de la manera y a los niveles desastrosos del Norte Global actual. Por otro lado, la imagen de "ponerse al día" puede ser muy malinterpretada, ya que proviene de una visión más bien conservadora que todavía considera que el

44 Véase, por ejemplo: Kartha, S. et al., 2018. Whose carbon is burnable? Equity considerations in the allocation of a «right to extract». *Climatic Change* 150, 117–129.

45 Ziai, A., 2007. *Exploring Post-Development: Theory and Practice, Problems and Perspectives*.

46 Kothari, A. et al., 2019. *Pluriverso: A Post-Development Dictionary*.

Sur Global está "subdesarrollado" y necesita "desarrollarse" hacia el Norte Global, presumiblemente más avanzado. Con toda seguridad no somos de esta opinión y, por el contrario, creemos que el Norte Global debería adaptar muchos de los principios y prácticas originarios del Sur Global, como el buen vivir<sup>47</sup> o el ubuntu.<sup>48</sup>

## 5.1 Criterios de selección de los parámetros de consumo

Para aumentar la transparencia y disminuir la complejidad, nos concentramos en alterar unos pocos parámetros de consumo seleccionados que dan lugar a un menor consumo y producción. Los criterios de selección fueron los siguientes

### — **impacto en la satisfacción de las necesidades humanas**<sup>49</sup>

Elegimos deliberadamente parámetros cuya reducción en el marco de una transformación socioeconómica dará lugar, en nuestra opinión, a límites justificables del consumo (por ejemplo, la reducción de la cuota de carne de rumiantes) y, en muchos casos, a una mejora de la satisfacción de las necesidades humanas (ya que la reducción del uso de automóviles privados dará lugar a menos accidentes, menos ruido y un aire más limpio).

### — **concebibilidad general**

Hemos explorado si existen ejemplos de buenas prácticas en otras regiones o en el pasado que hagan concebible un cambio. Además, buscamos movimientos políticos o cambios culturales que aumenten la concebibilidad.<sup>50</sup>

### — **potencial de reducción de emisiones**

---

47 Acosta, A., 2013. El Buen Vivir: Sumak Kawsay, una oportunidad para imaginar otro mundo.

48 [https://en.wikipedia.org/wiki/Ubuntu\\_philosophy](https://en.wikipedia.org/wiki/Ubuntu_philosophy)

49 Para un buen concepto sobre las necesidades humanas véase Ekins, P. y Max-Neef, M., 2006. Real Life Economics.

50 En esto, seguimos la teoría del cambio expuesta por Wright, E.O., 2020. Envisioning Real Utopias. La transformación de las sociedades, afirma Wright, se basa en alternativas reales que pueden encontrarse dentro de las sociedades realmente existentes, como experimentos prácticos, formas de vida alternativas o movimientos políticos, que luego pueden adoptarse dentro de contextos políticos más amplios.

Para nuestro escenario climático, elegimos los cambios sociales que conducen a una reducción sustancial de las emisiones.

— **buena representación del parámetro en el modelo**

Una tendencia hacia un mayor uso del auto compartido puede presentarse en el modelo mediante una mayor ocupación de los autos. Sin embargo, algunos cambios son mucho más difíciles de implementar en el modelo. La reducción del uso de teléfonos inteligentes, por ejemplo, requeriría una serie de suposiciones, ya que los teléfonos inteligentes no son un elemento explícito del modelo. Cuando el modelo no incluía algunos cambios que queríamos incorporar de forma explícita, intentamos aproximarnos a esos cambios explicándolos y alterando algunos parámetros. Por ejemplo, asumimos un cambio hacia la agricultura ecológica. Dado que la agricultura ecológica no es un parámetro, aproximamos este cambio no aumentando la productividad agrícola y aumentando el tamaño de los pastizales.

La tabla 2 muestra los parámetros resultantes y cómo suponemos que cambiarán en 2050 en el STS. Los cambios se justifican y describen cualitativamente en las páginas siguientes. Para más información cuantitativa sobre los parámetros, véase el anexo 1.

Tabla 2: Parámetros de consumo y cómo cambian en el STS hasta 2050

Sector	Parámetro	Cambios hasta 2050	
		Países del Anexo I	Países no incluidos en el Anexo I
Transporte	Transporte de pasajeros por carretera	La demanda de transporte cae a los niveles de 1990 (es decir, por 17%) de 1990 a 2030. De 2030 a 2050, la demanda disminuye otro 20%	Convergencia lineal a los niveles del Anexo 1 en 2050
	Cuota de automóviles	La cuota de transporte en auto se reduce un 81% en las zonas urbanas y un 52% en las rurales entre 2015 y 2050	La cuota del transporte en auto se reduce en un 17% en las zonas urbanas y aumenta en un 67% en las zonas rurales.
	Ocupación	La ocupación del auto aumenta linealmente en un 38% hasta 2.5 personas/auto entre 2015 y 2050	La ocupación del auto se mantiene constante
	Vuelos por persona	El número medio de vuelos al año desciende a 1 en 2025 y a un vuelo cada tres años en 2050, lo que supone una reducción del 43% de 2017 a 2025 y del 81% de 2017 a 2050	Aumento del número de vuelos a 0.6 por persona y año, lo que supone un incremento del 77% de 2017 a 2050
	Transporte de mercancía por tierra	Reducción del transporte de mercancías por tierra en un 62% (niveles de 1990)	Aumento del transporte de mercancías por tierra en un 20%
Vivienda	Superficie habitable	La superficie habitable por persona se reduce en un 25%	Convergencia lineal a los niveles del Anexo I en 2050
	Número de aparatos por persona	Reducción a la mitad de los aparatos por persona	Los electrodomésticos por persona se mantienen constantes
Alimentos	Producción de alimentos	El consumo de calorías por persona se reduce, en cifras, en un 24%, lo que se consigue principalmente mediante la reducción del desperdicio de alimentos y la adopción de dietas más saludables, lo que conlleva una menor producción de alimentos	El consumo de calorías se mantiene constante
	Consumo de carne	El consumo de carne se reduce en un ~60% para 2030 y se mantiene constante a partir de entonces	El consumo de carne se mantiene constante

## 5.2 Transporte de pasajeros por carretera

### Status Quo

En 2016, el transporte por carretera (pasajeros y mercancías) es responsable de aproximadamente el 18% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión de combustibles.<sup>51</sup> Entre 1990 y 2015, el transporte medio de pasajeros por carretera aumentó un 17%<sup>52</sup> en los países del Anexo I, alcanzando los 11,717 pasajeros-kilómetro (pkm)/persona y año en las zonas urbanas y los 25,674 pkm/persona en las zonas rurales. En los países no incluidos en el Anexo I, el transporte de pasajeros por carretera aumentó un 377%, alcanzando los 4,190 pkm/persona en zonas urbanas y los 1,867 pkm/persona en zonas rurales. Los datos también muestran que las tasas de motorización (vehículos por cada 1,000 personas) aumentaron en todas las regiones del mundo de 1999 a 2016, con un incremento de 790 a 832 en Estados Unidos y un salto de 10.2 a 141.2 en China.<sup>53</sup> Además, el tráfico por carretera también fue responsable de 1.3 millones de muertes por accidentes en 2018;<sup>54</sup> es una fuente importante de contaminación atmosférica y acústica, y la mayoría de sus impactos se distribuyen de forma desigual.<sup>55</sup>

Estos problemas no pueden resolverse únicamente con soluciones técnicas. La huella material de simplemente sustituir una parte

---

51 Agencia Internacional de la Energía, 2016: CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion by sector in 2017, en CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, IEA, 2019.

52 Cálculos propios a partir de los datos de transporte de la OCDE (<https://data.oecd.org/transport/passenger-transport.htm>) y los valores de población del PNUD (<https://population.un.org/wpp/>), excluye los siguientes países del Anexo I debido a las restricciones de datos: Bielorrusia, Chipre, Irlanda, Liechtenstein, Mónaco Luxemburgo, Nueva Zelanda, Irlanda del Norte, Austria, Canadá, República Checa, Grecia, Japón, Lituania, Malta, Países Bajos, Portugal, República Eslovaca, Eslovenia, Ucrania

53 Comparación entre Stacy, C.D., Diegel, S.W. y Boundy, R.G., 2011. «Transportation Energy Data Book: Edition 30» y Stacy et al., 2018. Transportation Energy Data Book: Edición 36.2

54 OMS, 2018. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial.

55 Gössling, S., 2016. Urban Transport Justice. Journal of Transport Geography, Vol. 54, 1-9.

sustancial de los más de mil millones de autos en todo el mundo por autos eléctricos o vehículos de hidrógeno sería enorme. El impacto medioambiental y sanitario de la extracción de los materiales necesarios para las baterías de los vehículos eléctricos, como el cobalto, el litio o el níquel, es considerable y contribuye a la violación de derechos humanos.<sup>56</sup> Además, las energías renovables deben considerarse un bien escaso que debe desarrollarse y utilizarse de acuerdo con criterios de protección de la naturaleza y de respeto a los derechos de las personas afectadas por esas tecnologías. Esto es especialmente cierto en el caso de los biocombustibles, que han demostrado traer consigo impactos ambientales devastadores como la deforestación a gran escala, la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo, el agotamiento de los escasos recursos hídricos, y una violación de los derechos humanos, incluido el derecho a la alimentación y el acaparamiento de tierras<sup>57</sup>.

Por el contrario, los cambios sociales para reducir el transporte privado motorizado constituyen una forma de reducir las emisiones de GEI mucho más sostenible para el clima, la biodiversidad y los seres humanos, al tiempo que mejoran la calidad de vida de miles de millones de personas en muchos otros aspectos.

## **El transporte de pasajeros por carretera en el STS**

El sistema de transporte actual se basa en el auto y el transporte individual. En las próximas décadas, suponemos que habrá menos necesidad de conducir tanto o tan lejos como se conduce actualmente. Las pruebas empíricas han demostrado que el tráfico de autos puede

---

56 Véase, por ejemplo, UNCTAD, 2020. *Commodities at a glance*. Número especial sobre materias primas estratégicas para baterías; Amnistía Internacional, 2016. *This is what we die for. Human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt*; Misereor, 2018. *Rohstoffe für die Energiewende. Menschenrechtliche und ökologische Verantwortung in einem Zukunftsmarkt*; Friends of the Earth, 2013. *Lithium. Factsheet*, [https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13\\_factsheet-lithium-gb.pdf](https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13_factsheet-lithium-gb.pdf); Brot für die Welt, 2018. *Das weiße Gold – Umwelt und Sozialkonflikte um den Zukunftsrrohstoff Lithium*.

57 Gonzales, C.G. et al., 2018. *An Environmental Justice Critique of Biofuels*. En: *Energy Justice: US and International Perspectives* (Raya Salter, Carmen G. González y Elizabeth Ann Kronk Warner, eds.); Véanse también las publicaciones de <https://www.biofuelwatch.org.uk>

reducirse. Cairns y otros<sup>58</sup> descubrieron que, en un plazo aproximado de diez años, las medidas no coercitivas podrían reducir los niveles nacionales de tráfico en aproximadamente un 11% en el Reino Unido. Goodwin y otros<sup>59</sup> examinaron el fenómeno de la "evaporación" del tráfico cuando se reduce la capacidad de las carreteras. Llegaron a la conclusión de que "las medidas que reducen o reasignan la capacidad de las carreteras, cuando están bien diseñadas y se ven favorecidas por fuertes razones políticas", suelen conducir a una reducción global del tráfico de automóviles que no se ve compensada por un mayor tráfico de automóviles en otros lugares. También hay ejemplos prometedores y experimentos sociales en curso:

- **Copenhague** comenzó a construir un amplio y bien diseñado sistema de carriles para bicicletas hace 25 años, con el efecto de que el 62% de sus habitantes se desplazan en bicicleta al trabajo, la universidad o la escuela.<sup>60</sup>
- **Londres** introdujo en 2003 una zona con tarifas por congestión para la mayoría de los vehículos de motor, lo que provocó un gran descenso de los flujos de tráfico.<sup>61</sup>
- **Viena** cuenta con un excelente sistema de transporte público, que incluye metro, tranvía y autobús, financiado en parte por las tarifas de estacionamiento.<sup>62</sup>
- **Tallin** ofrece desde 2013 transporte público gratuito para los residentes registrados (los turistas tienen que pagar), lo que permite a los residentes utilizar los autobuses y tranvías independientemente de sus ingresos.<sup>63</sup>

La reducción de la necesidad de tráfico también incluye replantearse las estructuras de los asentamientos. A diferencia de la expansión ur-

---

58 Cairns, S. et al., 2008. Smarter Choices: Assessing the Potential to Achieve Traffic Reduction Using 'Soft Measures'. *Transport Reviews*, 28(5), 593-618.

59 Goodwin, P. et al., 1998. Evidence on the effects of road capacity reduction on traffic levels.

60 "Copenhagen Bicycle Account" (en danés). Ciudad de Copenhague. Julio de 2019. <https://web.archive.org/web/20190707123514/https://www.kk.dk/indhold/62-af-koebenhavnerne-cykler-til-arbejde-og-uddannelse>

61 Transport for London, 2019. Travel in London, Reporte 12. <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-12.pdf>

62 Buehler, R. et al., 2016. Vienna's Path to Sustainable Transport. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(4), 257-2711.

63 Cats, O. et al., 2016. The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallinn. *Transportation* 44, 1083-1104.

ba actual, las estructuras de los asentamientos futuros contarán con centros locales que ofrecerán tiendas (en su mayoría de origen local), edificios públicos como escuelas y bibliotecas y zonas de recreo como parques, cines y teatros. Muchos de estos centros locales serán libres de autos. Las calles, los cruces y las plazas se transformarán en carriles para bicicletas, parques, patios de recreo, campos deportivos... dependiendo de las necesidades que desafíen los habitantes. La gente irá a pie, en bicicleta o utilizará un sistema de transporte público bueno y barato para desplazarse.

En el futuro, cada vez más gente dejará de ver la necesidad de tener un auto privado, alquilando en su lugar uno para las ocasiones relativamente raras en que lo necesiten. La gente se habrá familiarizado mucho más con los procedimientos y dispositivos para organizar viajes en auto compartido tanto en las ciudades como en el campo. Por ejemplo, desde 2018, Helsinki ofrece la aplicación para smartphones Whim, que permite utilizar todos los medios de transporte, desde la bicicleta hasta el metro o el taxi. El uso se paga por trayecto o como tarifa fija. Todos estos ejemplos prometedores y los experimentos en curso demuestran que la necesidad de libertad de movimiento y de una forma asequible de desplazarse al trabajo, reunirse con la familia y los amigos, o hacer viajes, se verá satisfecha. Pero la movilidad masiva se organizará de forma más sostenible y socialmente justa.

Incluso a nivel nacional, se pueden encontrar ejemplos de naciones que tienen una baja demanda de transporte siendo ya una sociedad próspera: en Japón, la persona media viajaba solo 7,300km/año en 1987 (comparado con, por ejemplo, Los Países Bajos, con más de 14,000km/año en 1995), cuando el país ya era conocido por su población con un estilo de vida moderno.<sup>64</sup>

## Supuestos del modelo

### Países del Anexo I

- De 2020 a 2030, suponemos una reducción del transporte de pasajeros por carretera por persona hasta los niveles de 1990 en una trayectoria lineal desde 2020 hasta 2030, es decir, una reducción del 17%. A partir de ese momento, suponemos una disminución adicional del 20% hasta 2050. Partimos de la base de que el 70%

64 Schafer, A., 2000. Regularities in Travel Demand: An International Perspective *Journal of Transportation and Statistics*, 3(3), 1-31.

de la carga de la reducción se lleva a cabo mediante una disminución de los pkm/persona en las zonas urbanas, ya que aquí es más fácil conseguir una reducción del transporte. El 30% restante de la reducción se consigue disminuyendo los pkm/persona en las zonas rurales.

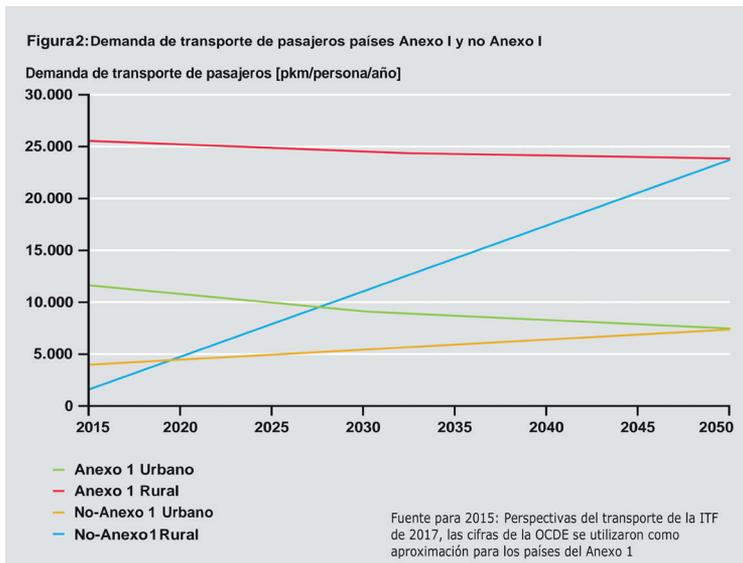
- Debido a la reducción de las distancias de viaje y a la mejora del transporte público, suponemos un cambio que desplaza al auto por el caminar, la bicicleta, los autobuses y los trenes:
  - En las zonas urbanas, el porcentaje de transporte en auto se reducirá del 64% en 2015 al 12% en 2050.
  - En las zonas rurales, ese porcentaje se reducirá del 84% al 40%.
  - En el caso de las zonas urbanas, suponemos cambios más ambiciosos en el reparto modal, ya que es más fácil dejar de viajar en auto. Suponemos que el reparto modal cambia a partir de 2020 y se desplaza linealmente hacia una media de las "mejores" 50 ciudades europeas (véase el anexo 1, cuadro 8). Este objetivo se alcanza para todas las poblaciones urbanas en 2040. De 2040 a 2050, los porcentajes de transporte en coche se reducirán de nuevo a la mitad para representar un cambio hacia ciudades sin autos en algunos lugares. Véase el anexo 1, cuadro 9, para el reparto modal resultante.
- Debido a la desincentivación de la propiedad del auto, a los costosos espacios de estacionamiento y a la tendencia a compartir el auto, suponemos un aumento lineal de la ocupación del auto desde 1.6 en las zonas urbanas y 1.8 en las rurales en 2015 hasta 2.5 personas por coche tanto en las zonas urbanas como en las rurales.
- También suponemos un aumento del 20% de pasajeros en autobuses y trenes. En el caso de los autobuses, suponemos un aumento de 27 pasajeros por autobús en 2015 a 32 pasajeros por autobús en 2050. En cuanto a los trenes, suponemos un aumento de 384 pasajeros por tren en 2015 a 461 pasajeros por tren en 2050 (véase el anexo 1, cuadro 10).

### **Países no incluidos en el Anexo I**

- Para el transporte de pasajeros por carretera, suponemos una convergencia lineal hacia los niveles de los países del Anexo I en 2050, tanto en las zonas urbanas como en las rurales. Esta convergen-

cia supone un aumento de 4,190 pkm/persona y año a 7,526 pkm/persona en las ciudades y de 1,867 pkm/persona a 23,878 pkm/persona (!) en el campo.

- En cuanto al transporte en auto, su tasa disminuirá un 17% en las zonas urbanas y aumentará un 67% en las zonas rurales.
- Suponemos que la ocupación se mantendrá constante a partir de 2015 (véase el anexo 1, cuadro 10). Es decir, suponemos una ocupación del coche de 1.9 pasajeros por auto en 2050 en las zonas urbanas y de 2.2 pasajeros/auto en las zonas rurales. Suponemos una ocupación media de los autobuses de 32 pasajeros/autobús en 2050 y una ocupación media de los trenes de 461 pasajeros/tren en 2050.



## Políticas y medidas

Los cambios sociales necesarios dentro del sector del transporte privado pueden ser generados por una amplia gama de medidas políticas y regulaciones:

- Instrumentos/medidas a corto plazo: mejora de las infraestructuras para bicicletas, abaratamiento del transporte público, más zonas

peatonales, desincentivos a la propiedad y a los desplazamientos de automóviles, como: menos y más costosas plazas de estacionamiento, aumento de la imposición tributaria sobre su propiedad y sobre el combustible, restricción del acceso y tarificación vial.

- Medidas a mediano plazo: ampliación de los sistemas de transporte público, subvenciones a las empresas locales, subvención de los servicios de coche compartido, introducción de espacios de *co-working* en las zonas rurales, sincronización de las estructuras diurnas en las zonas rurales para mejorar la ocupación, reducción de la fabricación de automóviles, ciudades y centros de pueblos sin autos.
- Medidas a largo plazo: cambios en las estructuras de las ciudades y asentamientos, reconversión de la industria del auto.

## 5.3 La aviación comercial

### Statu Quo

La aviación es la forma de transporte más perjudicial para el clima, ya que se estima que los impactos climáticos no relacionados con el CO<sub>2</sub> de la aviación son tan grandes como, e incluso tres veces más, que los impactos directos del CO<sub>2</sub>.<sup>65</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector están creciendo rápidamente y fueron responsables del 2,4% de las emisiones mundiales en 2018, procedentes del uso de combustible (sin tener en cuenta los impactos climáticos distintos del CO<sub>2</sub>).<sup>66</sup> Entre 2005 y 2018, las emisiones de la aviación comercial aumentaron un 32%,<sup>67</sup> lo que demuestra que cualquier mejora de la eficiencia lograda hasta ahora está muy por detrás del creciente número de pasajeros aéreos. La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) de las Naciones Unidas prevé que las emisiones se tripliquen de aquí a 2050 en un escenario sin cambios. Actualmente se están planificando 1,200 nuevas infraestructuras aeroportuarias.

---

65 IPCC, 1999. Aviation and the Global Atmosphere: A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

66 Graver, B. et al., 2019. CO2 emissions from commercial aviation, The International Council on Clean Transportation.

67 International Council on Clean Transportation, 2019. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_CO2-commercl-aviation-2018\\_20190918.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_CO2-commercl-aviation-2018_20190918.pdf)

La estrategia actual de la industria de la aviación se centra en los biocombustibles y en la compensación de carbono, prometiendo un crecimiento neutro en carbono a partir de 2020.<sup>68</sup> Sin embargo, no se vislumbran nuevas tecnologías que puedan sustituir a los combustibles fósiles con su alta densidad energética sin impactos devastadores para el medio ambiente y los seres humanos.<sup>69</sup> Los mecanismos de compensación y los biocombustibles deben considerarse como falsas soluciones con impactos en la biodiversidad, conflictos sobre la tierra y la seguridad alimentaria, así como sobre los derechos de las comunidades afectadas por los proyectos de compensación o los lugares de producción de biocombustibles a gran escala. Dado que no se puede suministrar combustible respetuoso con el clima a la escala que necesita la industria de la aviación sin perjudicar al medio ambiente y a las personas, la única forma de reducir las emisiones es detener el crecimiento y reducir los viajes.

## La aviación en el STS

Debido a su impacto climático relativamente pequeño, omitimos el transporte aéreo de mercancías y nos centramos en el transporte de pasajeros en nuestro escenario. Actualmente, el vuelo es el modo por defecto para los viajes internacionales en el Norte Global.<sup>70</sup> Solo se percibe el inicio de un debate social sobre nuestro derecho ilimitado a volar, mientras se hace cada vez más evidente que el creciente sector de la aviación provoca más emisiones de GEI de las que se pueden afrontar. Desde una perspectiva de justicia global, nuestro escenario puede leerse como una forma de reservar la mayor parte de los derechos para las personas que tienen que emigrar debido al cambio climático, la destrucción de sus medios

---

68 Véase por ejemplo: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx>

69 Biofuelwatch, 2017. Aviation biofuels: How ICAO and industry plans for sustainable alternative aviation fuels could lead to planes flying on palmoil, <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Aviation-biofuels-report.pdf>; Biofuelwatch, 2019; CORSIA: A False Solution to the Very Real Threat of Emissions from Aviation, <https://www.biofuelwatch.org.uk/2019/corsia-briefing/>

70 Scott, D. et al., 2012. Tourism and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation (p. 109), citing Worldwatch Inst., 2008. Vital Signs 2006-2007 (<http://www.worldwatch.org/node/4346>). «Yet only 5 percent of the world's population has ever flown.» (p. 68) Este estimado es antiguo, pero es el más reciente, razón por la cual utilizamos esta más bien conservadora cifra del 10% de la población mundial.

de vida, la pobreza y otros impactos perjudiciales del sistema económico establecido por el Norte Global, así como para las personas cuyas familias tienen que vivir en diferentes países por razones históricas o de otro tipo.

Para el futuro, suponemos un cambio cultural en el que volar volverá a ser visto como algo extraordinario que se hace cada dos años. Las distancias cortas, medianas y también las más largas se recorrerán sobre todo en trenes y autobuses de largo recorrido y en modernos transbordadores que sean accesibles para todos y permitan viajar cómodamente con conexiones fiables y rápidas. Hay algunas tendencias prometedoras en Europa que podrían impulsar el papel de los trenes en el continente:

- En 2019, **Suecia** anunció que apoyaría financieramente la puesta en servicio de trenes nocturnos a Europa central para ofrecer una alternativa práctica a los vuelos de corta distancia. Esto permitiría, por ejemplo, que los pasajeros salieran de Suecia después de cenar y llegaran a París a las 10 de la mañana del día siguiente, o a Múnich y Londres alrededor del almuerzo.<sup>71</sup>
- **Austria** ya opera cerca de 30 líneas de trenes nocturnos, en parte junto con socios de otros países europeos; el país ha empezado a comprar trenes nocturnos descartados.<sup>72</sup>
- Desde que la compañía **ferroviaria alemana** Deutsche Bahn introdujo una conexión ferroviaria mucho más rápida para la conexión aérea más frecuentada en Alemania,<sup>73</sup> Berlín y Múnich –4.5 horas en lugar de 6–, muchos más pasajeros, entre ellos muchos viajeros de negocios, han cambiado el viaje en avión por la conexión ferroviaria. En 2018, 4.9 millones de pasajeros utilizaron la conexión, lo que supone una duplicación respecto a 2017.<sup>74</sup>

---

71 The Independent, 17.01.2020. <https://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/sweden-london-train-sleeper-malmo-amsterdam-cologne-munich-rail-a9288206.html>

72 Tagesspiegel, 25.01.2020 <https://www.tagesspiegel.de/politik/die-ruueckkehr-des-nachtzugswarum-die-klimadebatte-schlafwagen-wieder-in-mode-bringt/25471670.html>

73 Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (Flughafenverband ADV) <http://www.adv.aero/fachbereiche/verkehr-und-kapazitaeten/airport-travel-survey-repraesentative-fluggastbefragung-der-adv/>

74 Deutsche Bahn: Wettbewerbskennzahlen 2018\_19, p.17, [https://www.deutschebahn.com/resource/blob/4593160/52024c17f17fd809cd4c9c9a58de1954/Wettbewerbskennzahlen-2018\\_19-data.pdf](https://www.deutschebahn.com/resource/blob/4593160/52024c17f17fd809cd4c9c9a58de1954/Wettbewerbskennzahlen-2018_19-data.pdf)

- **Argentina** cuenta con una excelente red de conexión de autobuses de larga distancia que permite un viaje rápido y cómodo. La mayoría de los argentinos se desplaza de esta manera.<sup>75</sup>
- Las ideas sobre los viajes de larga distancia están siendo reconfiguradas por **empresas como la agencia de viajes alemana Travelling**, especializada en viajes respetuosos con el clima y que ofrece exclusivamente viajes en tren de larga distancia, por ejemplo, de Alemania a Hanói, y la **Sail Cargo Alliance**, una alianza de buques de carga a vela que también transportan pasajeros.
- **La Universidad de Gante**, en Bélgica, adoptó una "Política de Viajes Sostenibles" según la cual los viajes de los miembros de la universidad a ciudades situadas a no más de seis horas de tren no serán reembolsados si se viaja en avión.<sup>76</sup>

Suponemos que estas tendencias se verán impulsadas por restricciones más fuertes sobre las infraestructuras de aviación debido al cambio climático. Como primer paso, la prohibición de los vuelos nocturnos podría reducir el número de vuelos. Como instrumento mucho más fuerte, nuestro escenario asume moratorias en la expansión y construcción de nuevos aeropuertos. En 2017, un tribunal administrativo bloqueó la construcción de una tercera pista en el **Aeropuerto de Viena**, aludiendo, entre otras cosas, al compromiso austriaco con el Acuerdo de París, y evitando así la creación de 1.2 millones de toneladas adicionales de CO<sub>2</sub> cada año.<sup>77, 78</sup> Tras un recurso de la empresa aeroportuaria ante el Tribunal Constitucional Superior y el Tribunal Administrativo Federal, se permitió la construcción de una tercera pista, aunque con el requisito de que el funcionamiento en tierra del aeropuerto debía ser neutro en carbono.

Las restricciones a las infraestructuras de aviación también tendrían otros efectos positivos: Con menos vuelos y menos y más pequeños aeropuertos, los habitantes de los alrededores sufrirían menos la contaminación atmosférica y el ruido, se podrían salvar las tierras de cultivo y se protegería la biodiversidad.

75 Blas, F. et al., 2016. Bus Rapid Transit Project: La Matanza, Buenos Aires, Argentina.

76 Sustainable Travel Policy Ghent University, <https://www.ugent.be/en/ghentuniv/principles/sustainability/travelpolicy>

77 Reuters, 2017. Vienna Airport Appeals against Ban on Expansion. <https://www.reuters.com/article/us-viennaairport-runway/vienna-airport-appeals-against-ban-on-expansion-idUSKBN16U0T4>

78 <https://systemchange-not-climatechange.at/de/auswirkungen-3-piste/>

La limitación de la libertad personal que algunos podrían relacionar con un menor número de vuelos podría verse aliviada por cambios más generales que suponemos para las sociedades en su conjunto, como una disminución del tiempo de trabajo asalariado y una desaceleración de la vida en general (véase la sección 7), lo que daría a la gente más tiempo libre para sus aficiones, amigos o pequeños viajes dentro de su región. Algunas empresas pioneras, como la cooperativa alemana Weiberwirtschaft y <https://www.climateperks.com/>, permiten días extra si sus trabajadores viajan sin volar.<sup>79</sup>

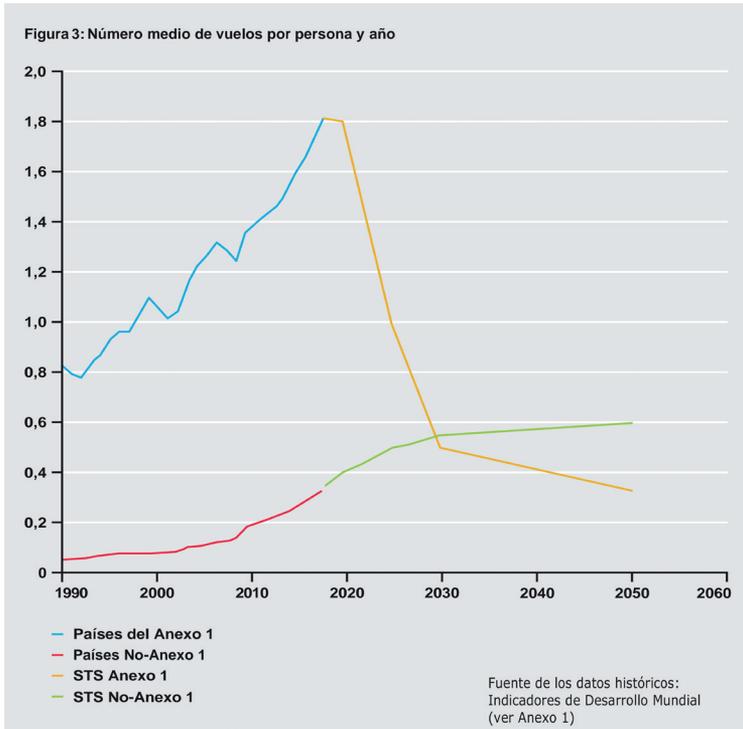
## Supuestos del modelo

### Países del Anexo I

La figura 3 muestra el número de vuelos por persona y año en el pasado y cómo vemos que evoluciona esta modalidad en los países del Anexo I y en los que no están en el Anexo I. Nuestro escenario prevé un fuerte descenso del número de vuelos por persona desde 1.8 vuelos al año en 2020 hasta 1 vuelo cada tres años en 2050 (es decir, 0.33 vuelos/persona/año). Para la ejecución del modelo, tomamos esta reducción del número de vuelos para calcular la disminución de la distancia media recorrida por persona. Esta cifra disminuye de unos 3,150 km en 2020 a 580 km en 2050 (véase el cuadro 11).

---

<sup>79</sup> WeiberWirtschaft eG, <https://weiberwirtschaft.de/news/artikel/weiberwirtschaft-als-arbeitgeberin-foerdert-wirksamen-klimaschutz/>



### Países no incluidos en el Anexo I

Para los países no incluidos en el Anexo I, suponemos un aumento constante de 0.35 a 0.6 vuelos/persona/año en 2050, lo que se traduce en un aumento de 711 a 1,065 km/persona/año (véase el cuadro 11).

### Políticas y medidas

Creemos que el cambio social en el sector de la aviación puede generarse mediante una serie de medidas y políticas. Enumeramos aquí algunas de ellas, al tiempo que subrayamos que la respuesta a la pregunta de qué medidas e instrumentos políticos se aplicarán debe ser el resultado de procesos democráticos inclusivos:

- prohibición de los vuelos de corta distancia
- educación sobre el impacto medioambiental de los vuelos

- reducción de la jornada laboral/aumento de las vacaciones, para poder pasar más tiempo en los trenes y autobuses
- aumento del precio de los billetes mediante impuestos, gravámenes y supresión de las subvenciones en el sector de la aviación
- aumentar el atractivo de los viajes en tren y autobús de largo recorrido reduciendo los precios, aumentando la comodidad, la fiabilidad y la interconexión, incluyendo la (re)apertura de trenes nocturnos y una mejor coordinación de los horarios de los trenes internacionales y los sistemas de reserva
- introducción de cuotas de vuelos por persona
- moratoria de las nuevas infraestructuras y reducción de los aeropuertos
- políticas medioambientales y sanitarias más estrictas en relación con la contaminación acústica y atmosférica (por ejemplo, aplicación de los niveles orientativos de la OMS para la exposición media al ruido de los aviones)
- que las empresas permitan a los empleados tomarse el tiempo que necesiten para viajar en tren o autobús y pagar los costes adicionales
- poner fin a las subvenciones públicas, como la ausencia de impuestos sobre el combustible y el escaso o nulo IVA.

## 5.4 Transporte de mercancías por tierra

### Statu Quo

El transporte mundial de mercancías por tierra, incluido el realizado por carretera y ferrocarril<sup>80</sup>, ascendió a unos 24103 gigatoneladas (Gt)-kilómetros en 2014.<sup>81</sup> Es decir, el transporte mundial de mercancías por tierra aumentó casi un 60% entre 1990 (15098 Gt-kilóme-

80 Además, el transporte de cabotaje, es decir, el transporte en las zonas costeras, en contraposición al transporte marítimo o por vías navegables interiores, se contabiliza como flete terrestre o por tierra según las estadísticas de la OCDE.

81 Para el año 2014, tomamos la cantidad de carga terrestre de la OCDE y de Rusia como representante de la demanda de transporte de mercancías en los países del Anexo 1 y la de China e India combinadas como representante de los países no incluidos en el Anexo 1.

tros<sup>82</sup>) y 2014, y las proyecciones actuales prevén que se triplique aún más entre 2015 y 2050.<sup>83</sup> En 2014, el 18% del transporte terrestre de mercancías fue internacional, tanto en los países del anexo I como en los que no lo son, mientras que el 82% fue de carácter nacional.<sup>84</sup> No está claro si este aumento del comercio ha favorecido realmente el bienestar, ya que se debe principalmente a los intentos de las empresas de externalizar los costos situando la producción en los países con los salarios y las normas sociales y medioambientales más bajos.<sup>85</sup>

A la luz de estas tendencias y modelos de negocio, somos escépticos en cuanto a que las estrategias centradas principalmente en la tecnología que se están debatiendo actualmente para lograr un transporte terrestre clima-neutral de mercancías sean suficientes. Aunque el cambio del transporte de mercancías por tierra de la carretera al ferrocarril es una estrategia importante para hacer el transporte más sostenible, no será suficiente, a la luz de la previsión de triplicar el transporte de mercancías por tierra en todo el mundo para 2050. Lo mismo ocurre con el cambio de los camiones tradicionales a los eléctricos. Aunque los transportes eléctricos pueden considerarse una solución inteligente para el transporte dentro de las ciudades, una electrificación masiva de los camiones tendría las consecuencias negativas ya comentadas en el apartado 5.2.

## **El transporte de mercancías por tierra en el STS**

Aunque sigue permitiendo el comercio global y, lo que es más importante, el intercambio cultural entre regiones del mundo, imaginamos economías mucho más localizadas. Los costes externos del transporte de mercancías por tierra se internalizarán, lo que conducirá a un transporte mucho menor y, especialmente, limitando su uso con el fin de reducir los costos de producción y procesamiento.

Imaginamos también economías que se basen más en la **acción cooperativa, compartiendo, intercambiando y donando productos** y ayudando a las personas a ayudarse a sí mismas. Esta base contri-

82 Cálculos propios basados en las estadísticas de transporte de la OCDE, <https://data.oecd.org/transport/freight-transport.htm>

83 ITF, 2019, ITF Transport Outlook 2019, [https://doi.org/10.1787/transp\\_outlook-en-2019-en](https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en).

84 Los porcentajes del transporte nacional e internacional se toman de la Calculadora Global y se aplican a ambos conjuntos de países.

85 Rodrik, D., 2018. Straight Talk on Trade: Ideas for a Sane World Economy.

buirá no solo a reducir el número de productos necesarios, sino también a poner en contacto a las personas, reforzando la cohesión social y ayudando a los grupos de bajos ingresos a participar en el bienestar de la sociedad. Sentirse parte de una comunidad viva permite de nuevo el empoderamiento, la responsabilidad individual y colectiva, la autoeficacia: lo contrario de sentirse impotente frente a las grandes empresas nacionales o multinacionales.

Por último, imaginamos un mundo en el que los productos tengan una vida útil más larga y puedan adaptarse y repararse fácilmente.

Ya se están debatiendo o aplicando algunas medidas y políticas con estos fines:

- la UE está planeando aplicar un impuesto sobre el carbono a los productos de otros países que se fabrican de forma insostenible como **herramienta contra el dumping climático**.
- **Las monedas complementarias locales, como las de Japón, Canadá, Estados Unidos o España**, han contribuido a localizar el comercio y estimular las economías locales o regionales.
- **En 2015, Francia aprobó una ley que prohíbe acortar intencionalmente la vida útil de un producto** cuando el objetivo es que los consumidores lo sustituyan. Las sanciones incluyen multas de hasta el 5% de la facturación anual.
- Los **café de reparación** son un lugar al que la gente puede acudir para reparar sus computadoras, bicicletas, ropa, muebles o electrodomésticos.
- **Fairtransport, de los Países Bajos**, es una compañía naviera moderna y sin emisiones que navega entre Europa, las islas del Atlántico, el Caribe y América, transportando productos y pasajeros.

## Supuestos del modelo

### Países del Anexo I

La figura 4 muestra la evolución supuesta del transporte de mercancías por tierra en los países del Anexo I y en los que no lo son.

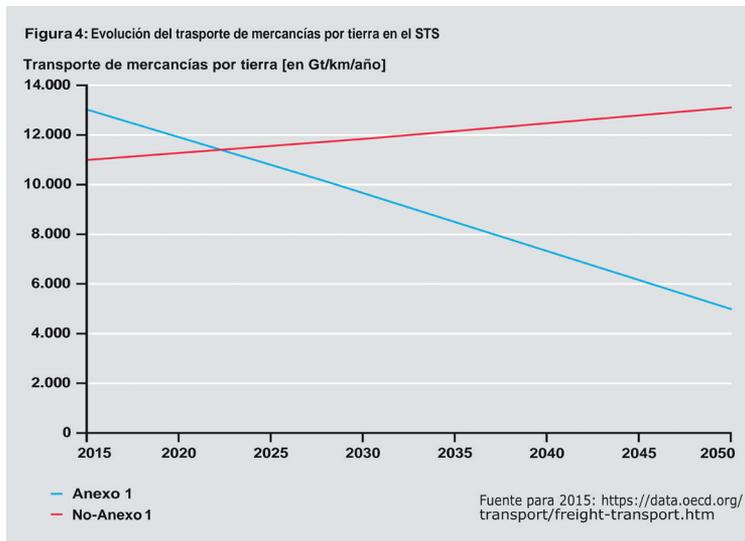
- Suponemos una reducción del transporte de mercancías por tierra del 62%, pasando de 13,258 Gt/km/año en 2014 a 5,038 Gt/km/año en 2050, o lo que es lo mismo, una reducción de los niveles de

transporte de mercancías por tierra a los de 1990 (véase el recuadro 12 del anexo I).

- La parte de los viajes internacionales en el total del transporte de mercancías se reduce del 18% en 2014 al 9% en 2050, ya que queremos representar una relocalización del comercio en nuestro escenario.

### Países no incluidos en el Anexo I

- Suponemos un aumento del transporte de mercancías por tierra del 20%, pasando de 10,946 Gt/km/año en 2014 a 13,135 Gt/km/año en 2050.
- La cuota de viajes internacionales se mantiene constante.



## Políticas y medidas

Creemos que la reducción del transporte de mercancías por tierra puede lograrse con una serie de medidas políticas, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

- Instrumentos generales
  - imposición tributaria adecuada a los combustibles fósiles

- reducción de las relaciones comerciales injustas, por ejemplo, el comercio de bienes procesados en lugar de materias primas desde el Sur Global hacia el Norte Global
  - ajustes fiscales en las fronteras
  - introducción y aplicación de normas laborales y medioambientales más estrictas
  - prohibición de la publicidad
- Regionalización
- subvención de las economías circulares locales (tiendas regionales, empresas de propiedad municipal, abastecimiento local, agricultura apoyada por la comunidad, comercialización directa)
  - apoyo a los sistemas de comercio de intercambio local y a las infraestructuras para una economía compartida y tiendas de segunda mano
  - apoyo a las empresas cooperativas
  - privilegio de los productos regionales (y de producción justa y ecológica) dentro del sistema de contratación pública
  - monedas locales complementarias
  - economía/industria apoyada por la comunidad (por ejemplo, agricultura apoyada por la comunidad), bonos ciudadanos (alemán: Bürgeranleihen), compañías de acciones públicas valor regional (alemán: Bürgeraktiengesellschaften, Regionalwert AGs<sup>86</sup>), iniciativas de *crowdfunding* local para empresas locales
  - iniciativas de compra local
- Mayor vida útil de los productos
- aumento de la garantía obligatoria de los productos
  - legislación que obligue a los fabricantes a declarar la vida útil prevista de los productos y a informar a los consumidores sobre el tiempo de producción de las piezas de repuesto de un determinado producto
  - un sistema de etiquetado que indique la durabilidad de un producto para desincentivar la disminución de la calidad de los productos debido a la obsolescencia programada

---

86 Volz, P., 2012. The Regionalwert: Creating sustainable regional structures through citizen participation, <https://www.agronauten.net/wp-content/uploads/2018/08/The-Regionalwert-Creating-sustainable-regional-structures-through-citizen-participation.pdf>

- legislación sobre el "derecho a la reparación" de los productos electrónicos que permita a los consumidores reparar y modificar sus aparatos electrónicos de consumo
- estándares de productos para la reparabilidad de los dispositivos
- subvención de la infraestructura de reparación (talleres de reparación, cafés de reparación)

## 5.5 Vivienda

### Statu Quo

Como se indica en Eom y otros,<sup>87</sup> la cantidad de espacio de suelo por persona se correlaciona con los ingresos y, por tanto, ha crecido continuamente en los países industrializados. En Alemania, por ejemplo, este crecimiento ha llevado a un aumento del espacio de piso por persona de 34.8 m<sup>2</sup> por persona en 1990 a 46.7 m<sup>2</sup> en 2018.<sup>88</sup> Este aumento es el resultado de unas casas más grandes e individuales, y de un aumento de los m<sup>2</sup> ocupados por una población que envejece, que a menudo se queda en casa una vez que los niños se han ido.<sup>89</sup> Aunque aceptamos estas elecciones cuando se hacen a propósito, creemos que la soledad a menudo no es una elección, sino la consecuencia de largas jornadas de trabajo y de la falta de espacios de convivencia. Del mismo modo, aunque muchos ancianos se han apegado a sus casas, no hay razón para que no puedan compartirla con otros, ofreciendo la posibilidad de un estilo de vida más social.

Desde el punto de vista de la mitigación del clima, las tendencias descritas son problemáticas, ya que más espacio habitable equivale a más espacio que debe ser enfriado en verano y calentado en invierno. Las soluciones técnicas actuales al aumento del consumo de energía resultante son un mejor aislamiento, sistemas de calefacción

87 Eom, J. y otros, 2012. China's Building Energy Use: A Long-Term Perspective based on a Detailed Assessment. Pacific Northwest National Lab.

88 Deutschland in Zahlen citando a Statistisches Bundesamt, <https://www.deutschlandinzahlen.de/tab/deutschland/infrastruktur/gebaeude-und-wohnen/wohnflaeche-je-einwohner>

89 Agencia Federal de Medio Ambiente de Alemania, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wohnflaeche#zahl-der-wohnungen-gestiegen>

más eficientes y el uso del calor solar. Aunque todas estas opciones son importantes, creemos que un enfoque puramente técnico no será suficiente, ya que esas opciones a) ignoran la demanda de energía ocasionada por la aplicación de las soluciones (por ejemplo, la energía necesaria para producir determinado material aislante) y b) a menudo conducen a otros problemas ambientales. Un ejemplo de esto último es el uso de "sustancias altamente preocupantes", como el retardante de fama en el material aislante, y c) a menudo se ven neutralizadas, al menos parcialmente, por los efectos de rebote.

La tendencia a que haya menos viviendas comunitarias y más hogares individuales también es preocupante, ya que normalmente los hogares individuales están equipados de forma similar: con electrodomésticos como lavadoras, cocinas, lavavajillas y refrigeradores. Aunque algunos de ellos se utilizarán menos, su producción por sí sola conlleva un mayor consumo de energía.

## **La vivienda en el STS**

El modo de vida de las personas depende en gran medida de la cultura, las preferencias individuales y la fase de la vida de las personas. Por lo tanto, en nuestro escenario, siguen existiendo todos los modos de vida: hogares individuales, casas familiares, pisos compartidos, etc. Sin embargo, existe una tendencia hacia la comunidad que va más allá de la familia nuclear, lo que se traduce en la necesidad de apartamentos más grandes, proyectos de viviendas (intergeneracionales), ecoaldeas, etc. Esta tendencia seguirá permitiendo la existencia de espacios privados individuales, mientras que las salas de recreo (como las salas de deporte, los cuartos de reparación y, posiblemente, las salas de estar y las cocinas), así como los electrodomésticos (como lavadoras y secadoras, y posiblemente el lavavajillas, los refrigeradores y los televisores) se comparten en gran medida. Estos cambios tienen dos efectos en cuanto a la reducción de las emisiones de GEI: En primer lugar, se reduce la superficie de piso por persona, lo que se traduce en una menor demanda de calefacción. En segundo lugar, el número de electrodomésticos disminuye significativamente. Para que esta disminución no se vea compensada por la reducción de la vida útil de los productos, se aumenta la durabilidad en el STS. Como efecto secundario beneficioso, estas nuevas modalidades de vivienda pueden servir para aumentar los espacios de interacción y de creación de comunidad.

En cierto sentido, esta tendencia ya está en marcha, aunque solo en pequeñas partes de la población. Algunos ejemplos inspiradores de viviendas comunales sostenibles son:

- Los apartamentos agrupados son un nuevo concepto que combina las ventajas de los espacios de vida compartidos y los apartamentos pequeños. Suelen tener el objetivo adicional de crear un espacio vital en el que personas con diferentes orígenes se conozcan, dispersando prejuicios y formando amistades especiales.<sup>90</sup>
- Las comunidades de viviendas cooperativas para personas mayores, como las que se conocen en EE.UU.,<sup>91</sup> son corporaciones en las que las personas mayores son propietarias colectivamente de su edificio con otros residentes. Se organizan como organizaciones sin ánimo de lucro.
- En todo el mundo, la gente ha fundado ecoaldeas para explorar nuevas (y a veces muy antiguas) formas de vivir juntos de forma sostenible y colaborativa.<sup>92</sup>
- El sindicato de viviendas ofrece asesoramiento y apoyo financiero a los proyectos de viviendas autogestionadas.<sup>93</sup>
- En Alemania, las gremiales estudiantiles invitan a los estudiantes a convivir con las personas mayores. Un ejemplo es la campaña: "Vivir para ayudar"<sup>94</sup>

En nuestro escenario, no solo nos basamos en el cambio social que se traduce en una disminución de la superficie habitable: En lo que respecta al parque de edificios, suponemos que el aislamiento y los edificios ecológicos se convertirán en la norma (véase el recuadro 18). Además, suponemos que muchos edificios se renovarán de forma que permitan una mayor convivencia.

---

90 Véase, por ejemplo, <https://www.kalkbreite.net/en/kalkbreite/habitation-kalkbreite/clusterapartments/>

91 Véase, por ejemplo, <https://www.seniorliving.org/cooperative-housing/>

92 Véase, por ejemplo, <https://ecovillage.org/> para una buena visión de conjunto.

93 <https://www.syndikat.org/en/>

94 "Wohnen für Hilfe" (Vivir para ayudar) es un proyecto dirigido por el sindicato de estudiantes de Schleswig-Holstein <https://www.studentenwerk.sh/de/wohnen/wohnen-fuer-hilfe/projektidee/index.html> (última visita: 10 de octubre de 2020)

## **Supuestos del modelo**

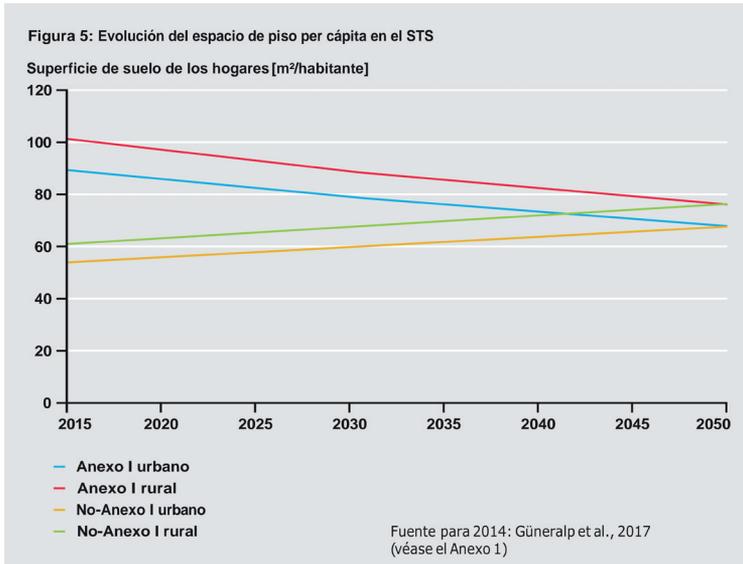
### **Países del Anexo I**

La figura 5 muestra la evolución del espacio de piso por persona en los países del Anexo I y en los que no lo son, así como en las zonas rurales y urbanas.

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el hogar medio de la OCDE está compuesto por 2.6 personas. Suponemos que se duplica el número de personas por hogar desde 2020 hasta 2050, acompañado de un aumento del tamaño de las casas en un 50%, lo que disminuye el espacio vital individual en un 25%. Dejamos constante el número de aparatos por hogar. Como suponemos que se duplica el número de personas por hogar, el número de aparatos por persona se reduce a la mitad. Al mismo tiempo, duplicamos el uso de los electrodomésticos (excepto los refrigeradores, que de todos modos funcionan las 24 horas, y no duplicamos del todo los televisores, ya que pueden compartirse) y su durabilidad. El efecto resultante es una reducción de la producción de electrodomésticos.

### **Países no incluidos en el Anexo I**

Para estos países, aumentamos el tamaño de los hogares en un 20% hasta 2050 y no cambiamos el número de personas por hogar después de ello. El resultado es una superficie por persona similar a la de los países del Anexo I en 2050. No modificamos el número de electrodomésticos por hogar.



## Políticas y medidas

Imaginamos el aumento de personas por hogar como un cambio cultural voluntario que se basa en las formas de vida comunal ya existentes en el Norte Global y en el Sur Global. Si bien experimentamos que muchas personas del Norte Global se sienten relativamente aisladas y apreciarían más comunidad, entendemos que este cambio no será para todos. Por ello, imaginamos sobre todo medidas de "atracción" a nivel individual. Al mismo tiempo, se necesitan políticas de "empuje" para las clases sociales que se sienten con derecho a grandes espacios habitables por el mero hecho de poder costearlos, y para los inversores de capital que construyen apartamentos grandes y caros, y que a menudo prefieren dejar los apartamentos vacíos en lugar de bajar el alquiler. Algunas medidas concretas son:

- prácticas de adjudicación de ciudades y comunidades que favorezcan las prácticas de vivienda asequible y sostenible
- ayudas financieras/ventajas fiscales para los proyectos de vivienda comunitaria (pública)
- acceso fácil y preferente a los bienes inmuebles comunales para los proyectos de vivienda comunal (pública)
- elevadas tasas por espacios habitables no apropiados

- socialización de los espacios habitables a través de la expropiación cuando los indicadores del mercado no conducen a tamaños de apartamentos asequibles y sostenibles
- centros de intercambio y de información para las personas que buscan oportunidades de vivienda comunitaria
- programas educativos sobre proyectos y alternativas ya existentes
- aumento de los tiempos mínimos de garantía de los electrodomésticos.

## 5.6 Sector alimentario: Dietas sostenibles y carne de rumiantes

### Statu Quo

La agricultura mundial es otra fuente sustancial de las emisiones anuales de GEI del mundo. Si se tienen en cuenta las emisiones derivadas de las actividades de todo el ciclo de producción y consumo –incluida la deforestación por la expansión de las tierras de cultivo, los fertilizantes químicos, la pérdida de carbono de los suelos, el transporte, el procesamiento y empaquetado, la congelación, la calefacción y el desperdicio de alimentos–, nuestro sistema alimentario industrial mundial representa entre el 21 y el 37% de las emisiones de GEI según el IPCC,<sup>95</sup> o incluso hasta el 44-57% según los cálculos de la ONG internacional Grain.<sup>96</sup>

Los movimientos campesinos y agroecológicos mundiales afirman que la agroecología campesina –un sistema alimentario basado en la soberanía alimentaria, la agricultura a pequeña escala y la agroecología– no solo podría reducir drásticamente las emisiones de la agricultura, sino que, de hecho, ayudaría a construir el almacenamiento de carbono en los suelos y los ecosistemas agrícolas. Desgraciadamente, la Calculadora Global no nos permitió modelar una transformación

95 IPCC, 2019. Resumen para responsables de políticas. En: *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [Shukla, P.R. et al. (eds.)], <https://www.ipcc.ch/srcl/chapter/summary-for-policymakers/>

96 Grain, 2016. The great climate robbery. <https://www.grain.org/article/entries/5354-the-great-climate-robbery>

tan amplia que se alejara del sistema alimentario industrial. De hecho, ninguno de los modelos climáticos dominantes a nivel internacional es capaz de visualizar dicha transición agrícola. La incapacidad de tener en cuenta esta transición conduce a una excesiva confianza en el cambio tecnológico y en el aumento de la eficiencia (véase más adelante la crítica de la intensificación agrícola y de la intensificación) en lugar de transformaciones en la forma en que producimos, distribuimos y consumimos los alimentos y en cómo tratamos la tierra, las comunidades y los animales.

Por lo tanto, decidimos centrarnos en cambiar un número selecto de aspectos del sistema alimentario actual que serían relativamente fáciles de aplicar y que están en consonancia con las directrices de salud y nutrición de la OMS:<sup>97</sup> reducción del desperdicio de alimentos, dietas más saludables y reducción de la producción y el consumo de carne de rumiantes.

En la actualidad, hasta un tercio de los alimentos producidos en el mundo para el consumo humano cada año, nunca se come; se pierde o se desperdicia.<sup>98</sup> Se tira porque no se ha podido vender antes de la fecha de caducidad, o porque su forma y tamaño no satisfacen las expectativas del consumidor, o debido a que se ha puesto demasiada cantidad en los mostradores de venta, o bien porque los consumidores han comprado más de lo que podían comer, o porque no se ha almacenado adecuadamente o debido a que los restaurantes han tirado lo que no ha sido comido. Una parte menor se desperdicia debido a las limitaciones de las técnicas de recolección, el almacenamiento y las instalaciones de refrigeración. Aunque hay que hacer mucho para acabar con el hambre y la inanición,<sup>99</sup> y el acceso a los alimentos y su asignación juegan un papel importante en ello, gran parte del actual despilfarro de alimentos podría evitarse.

En cuanto a las dietas, el consumo excesivo y poco saludable es un fenómeno generalizado en el Norte Global. La persona media

---

97 Véase <http://tool.globalcalculator.org/gc-lever-description-v23.html?id=33/en> y OMS, 2004. Food and nutrition needs in emergencies.

98 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>

99 Detener el hambre y la inanición no consiste, por supuesto, únicamente en la reasignación de alimentos, ya que el hambre en el mundo tiene sus raíces en los conflictos por la tierra y la expulsión de la misma, la pobreza y la desigualdad estructural en las sociedades, incluida la desigualdad de género, las relaciones comerciales desiguales, la mala gobernanza y los conflictos, las catástrofes naturales, incluida la crisis climática, y el despilfarro de recursos.

de los países del Anexo I consume 2,748 kilocalorías (kcal) al día, mientras que las directrices de la OMS recomiendan 2,100 kcal por persona y día.<sup>100</sup>

En el Norte Global el consumo excesivo es particularmente prevalente, incluyendo el consumo de carne y productos lácteos. También es excesivamente injusto: por ejemplo, los habitantes de los países de altos ingresos del Norte Global consumen hasta 120 kg de carne cada año mientras que, en otras partes del mundo, esta cifra se reduce a 10 kg (cifras de 2017).<sup>101</sup> Por supuesto, dentro de los países y las poblaciones, también hay grandes disparidades que no se reflejan en las cifras promedio que se dan aquí. El consumo excesivo y, en particular, las dietas ricas en carne y lácteos son importantes impulsores de las emisiones de GEI en la agricultura. Las tendencias muestran un aumento del consumo de carne en las últimas décadas en la mayor parte del mundo, aunque con las disparidades y desigualdades globales mencionadas anteriormente. Se prevé que la producción mundial de carne siga aumentando,<sup>102</sup> y que las emisiones de GEI derivadas de ella aumenten en consecuencia. La producción de carne de rumiantes –como la de la carne de vacuno y de cordero– tiene la mayor huella climática de todas las fuentes de carne.<sup>103</sup>

El enfoque tecnológico para la mitigación en la agricultura es la intensificación. Intensificar significa producir más por unidad de insumo. En el caso de la producción de carne, este enfoque pretende reducir las emisiones por kilo de carne, en lugar de la cantidad total de carne que se produce a nivel mundial. Partimos de la base de que forzar la intensificación en la ganadería industrial es problemático por una serie de razones, como el bienestar de los animales, los impactos ecológicos y sobre la biodiversidad, y las condiciones laborales y sanitarias.<sup>104</sup> En lugar de seguir produciendo cada vez más carne de forma más eficiente y a menor costo, una transformación climáticamente justa de la agricultura debe incluir menos, pero mejores, carne y productos lácteos.

---

100 Véase <http://tool.globalcalculator.org/gc-lever-description-v23.html?id=33/en> y OMS, 2004. Necesidades alimentarias y nutricionales en situaciones de emergencia.

101 <https://ourworldindata.org/meat-production#which-countries-eat-the-most-meat>

102 GRAIN/Instituto de Política Agrícola y Comercial (IATP), 2018. Emission impossible: How big meat and dairy are heating up the planet, p. 4. <https://www.iatp.org/sites/default/files/2018-08/Emissions%20impossible%20EN%2012.pdf>

103 Fundación Heinrich Boell, 2014. Atlas de la carne, <https://www.boell.de/en/meat-atlas>

104 Ayuda en Acción, 2019, Principios para una transición justa en la agricultura, <https://actionaid.org/publications/2019/principles-just-transition-agriculture>

## El sector alimentario en el STS

En nuestro escenario, suponemos que el consumo de alimentos en el Norte Global se reduce en un 23,5% para 2050. Este cambio es el resultado de la reducción de la ingesta calórica diaria a 2.100 kcal por persona y día, que se consigue mediante dietas más saludables en línea con las directrices dietéticas de la OMS. En general, una menor ingesta de calorías también contribuye a reducir el desperdicio de alimentos a nivel de consumo, lo que supone un ahorro adicional de emisiones.

Además, suponemos que el consumo de carne se reduce significativamente, ya que la producción de carne, especialmente la de rumiantes, es una fuente importante de emisiones de GEI. Por ello, asumimos no solo una reducción significativa del consumo de carne de 344 a 135 kcal por persona y día, sino también una reducción de la cuota de carne de rumiantes. Consideramos que estos cambios están justificados y son factibles por una serie de razones:

- comer menos carne (de rumiantes) no solo reduce las emisiones sino que también mejora la salud.
- vemos que gran parte de la población mundial vive con una dieta que está menos basada en la carne. Estas dietas saludables se encuentran, por ejemplo, en Guyana, Turquía e India, según un informe publicado en *The Lancet*, una de las revistas médicas más antiguas y respetadas del mundo.<sup>105</sup>
- Incluso en las regiones con un alto consumo de carne, vemos desarrollos esperanzadores como el vegetarianismo y el veganismo, que cabe esperar que crezcan a medida que los productos vegetales sustitutivos de la carne estén cada vez más disponibles y mejorados.

Esperamos que la reducción del consumo de carne se produzca como un cambio cultural facilitado a través de medidas que lleven a producir menos carne, pero de mejor calidad, al tiempo que se reduzcan los precios de las dietas orgánicas que requieren menos recursos. Así, suponemos un cambio mayor en la producción y el consumo de alimentos, hacia una agricultura orgánica y sostenible, y una preparación y un consumo más conscientes. Este cambio se ve facilitado por la re-

---

105 Imamura, F. y otros, 2015. Calidad de la dieta entre hombres y mujeres en 187 países en 1990 y 2010: una evaluación sistemática. *The Lancet Global Health*, Vol. 3, Número 3, E132-E142.

ducción de la jornada laboral y la desaceleración de la vida cotidiana (véase la sección 7).

Cuando se desperdicien menos alimentos y se consuma menos carne en el Norte Global, se necesitará menos tierra para cultivar alimentos y forraje para el ganado, o se podrán cultivar alimentos en sistemas agrícolas extensivos más sostenibles. El resultado será una mayor proporción de agricultura sostenible y una gran proporción de tierras de cultivo en las que los ecosistemas naturales y biodiversos de bosques y praderas puedan volver a crecer y ser cuidadosamente restaurados. Ambos tienen un importante potencial de secuestro de carbono natural, al igual que las prácticas agrícolas integradas, como la agroecología y la agrosilvicultura, que también son difíciles de visualizar en los modelos climáticos. La cuestión del secuestro de carbono se retomará en la sección 5.7.

## **Supuestos del modelo**

### **Países del Anexo I**

- Asumimos una reducción del consumo de alimentos en un 23,5% que resulta de una reducción de la ingesta calórica por persona de acuerdo con las directrices de la OMS de 2,748 kcal/día (2014) a 2,100 kcal/día (2050).
- Suponemos que el consumo de carne se reduce significativamente de 344 kcal en 2013 a 135 kcal por persona/día en 2030 y se mantiene constante a partir de entonces.
- Como la producción de carne de rumiantes es especialmente intensiva en emisiones de GEI, suponemos una reducción de las calorías de la carne de vacuno en el total de calorías de la carne de alrededor del 21% en 2013 al 10% en 2050.

### **Países no incluidos en el Anexo I**

- Para 2030 y 2050, suponemos que no hay cambios en la ingesta calórica por persona en comparación con 2014. En 2014, se calculó que el consumo medio diario de calorías era de unas 2.276 kcal/

persona/día.<sup>106</sup>

- Para 2030 y 2050, suponemos que no hay cambios en el consumo de carne en comparación con 2013, cuando el consumo medio diario de carne en los países no incluidos en el Anexo I se situaba en unas 173 kcal/persona/día.
- En 2013, la carne de rumiantes representaba una cuota de alrededor del 14% del total de calorías cárnicas consumidas por las poblaciones de África, Sudamérica y Asia. Para nuestro modelo, este porcentaje se mantuvo constante hasta 2030 y 2050.

### **El Mundo: Transición para abandonar la agricultura industrial**

- No suponemos un aumento de la productividad agrícola.
- Suponemos el fin de los sistemas de confinamiento (ovino, caprino, vacuno, avícola)
- Prevedemos una disminución generalizada de los residuos de cultivos y de carne en la producción. En el caso de los desechos de cultivos, suponemos que el despilfarro se reduce del 24% al 10%, y en el caso de la carne, del 19% al 5% (cambios de 2011 a 2050).

## **Políticas y medidas**

Imaginamos que los cambios en la dieta se apoyan en las siguientes políticas y medidas

- normas comerciales menos estrictas en cuanto al aspecto y la forma de las frutas y verduras
- integración de los residuos alimentarios en los sistemas de cumplimiento de las normas de higiene alimentaria
- mejora de la educación sobre la producción de alimentos/carne y sus impactos, y sobre las dietas vegetarianas y veganas
- supresión de los subsidios a la producción de carne y a la ganadería industrial

---

<sup>106</sup> Nótese que esta es una cifra promediada entre los países materialmente más pobres y los llamados países en desarrollo y, por lo tanto, no refleja las grandes disparidades y desigualdades en el suministro y acceso a alimentos nutritivos y saludables en cantidad y calidad suficientes en y entre esos países, así como entre el Sur Global y el Norte Global. El hecho de que 690 millones de personas sufran hambre y malnutrición (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>) mientras se producen suficientes alimentos implica la necesidad urgente de adoptar medidas políticas para abordar las desigualdades estructurales del sistema alimentario mundial.

- internalización de todos los costos externos de la producción de carne
- reducción de la cuota de platos a base de carne en las instituciones públicas
- opción de elegir comida vegetariana o vegana en comedores y cafeterías

## **5.7 Cambios en el uso de la tierra y secuestro de CO<sub>2</sub>**

Los cambios dietéticos en los países del Anexo I hacia dietas más sanas y un menor consumo de carne, especialmente de rumiantes, harían que se dejaran de necesitar grandes extensiones de tierra agrícola para la producción de alimento para animales como la soja y el maíz. Estas tierras, o parte de ellas, podrían ser devueltas a los ecosistemas naturales. A través de la recuperación de los ecosistemas naturales, como los bosques y las praderas, puede extraerse el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y almacenarlo en suelos y materia vegetal, lo que se denomina secuestro de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, calcular exactamente la cantidad de CO<sub>2</sub> que podría almacenarse devolviendo la tierra al estado de ecosistemas naturales en lugar de la explotación agroindustrial es mucho más complejo de lo que podría lograrse con la Calculadora Global (o cualquier otro modelo global). Habría que identificar las hectáreas exactas y, sobre todo, las ubicaciones de las tierras agrícolas que se "liberarían" del uso agrícola intensivo y comparar los resultados con un mapa de biomas de los ecosistemas para identificar a qué tipo de ecosistema se podría devolver una zona determinada. También implicaría trabajar simultáneamente con las comunidades locales y los pueblos indígenas, así como tener en cuenta los cambios de bioma debidos a los cambios climáticos. Todos estos factores son importantes si el objetivo es una restauración ecológica de los ecosistemas naturales y no la forestación en zonas que no son tradicionalmente forestales.

La Calculadora Global, sin embargo, no presenta este nivel de detalle y complejidad y se limita a suponer una vuelta a los pastizales y bosques naturales, independientemente de las condiciones del bioma. Para el STS, decidimos mantener el nivel de secuestro de CO<sub>2</sub> deliberadamente en el extremo inferior de lo que es potencialmente

posible. Asumimos un reparto de 20/80 entre los pastizales naturales –que tienen tasas de secuestro de CO<sub>2</sub> más bajas– y la recuperación de los bosques.

Preferimos tratar esas eliminaciones de carbono de los ecosistemas naturales como una red de seguridad en lugar de depender excesivamente de ellas para las rutas hacia 1.5 °C por varias razones:

- como se ha descrito anteriormente, las limitaciones del modelo conducirían inevitablemente a la inexactitud, en particular cuando se asumen grandes cantidades de CO<sub>2</sub> eliminadas de la atmósfera a través de la restauración de los ecosistemas
- tratar las eliminaciones como separadas y adicionales mitigaciones potenciales, en lugar de "compensarlas" con las emisiones fósiles e industriales, impide que se utilicen como compensaciones o como excusa para una reducción lenta e insuficiente de las emisiones
- hay preocupaciones (legítimas) en torno a la estabilidad y permanencia del CO<sub>2</sub> almacenado en los ecosistemas naturales. Podemos suponer sin temor a equivocarnos que la permanencia y la estabilidad son mayores en los ecosistemas naturales y biodiversos que en las plantaciones de árboles de monocultivo "de carbono", pero el potencial de secuestro de los ecosistemas del mundo también puede cambiar debido a los cambios climáticos

No obstante, creemos que el potencial real de secuestro de CO<sub>2</sub> en el sector de la tierra a través de enfoques basados en los derechos y en los ecosistemas es mayor que el que –por las razones expuestas anteriormente– suponemos para el STS.

El potencial de estos enfoques, así como las formas de llevarlos a cabo, se exponen con más detalle en el anexo 2.

### **Recuadro 6: Retroalimentación de los impactos climáticos**

La Calculadora Global no tiene en cuenta la retroalimentación de los impactos climáticos. Esta falta de retroalimentación significa que, por ejemplo, no se modelan los efectos negativos o positivos del cambio de temperatura hasta 2050 en la producción agrícola. Aunque este inconveniente es una desventaja desde el

punto de vista de la representación de la realidad, hay razones para suponer que no produce efectos significativos en los resultados. Una razón importante es que la mayor parte de los daños relacionados con el clima en la economía se prevén para niveles de calentamiento superiores a 2 °C y, por tanto, es poco probable que se materialicen antes de 2050, cuando las temperaturas aumenten mucho menos.<sup>107</sup> Teniendo en cuenta lo anterior, y el hecho de que nuestro escenario se plantea como una senda de reducciones profundas, podemos estar relativamente seguros de que en nuestro escenario, para 2050, las temperaturas no habrán aumentado hasta niveles que provoquen un incremento sustancial de los impactos climáticos. La falta de retroalimentación climática también implica que los cambios inducidos por el clima en la superficie cubierta por hielo o desiertos no estarán representados en la Calculadora Global.

## 5.8 Parámetros tecnológicos, agrícolas y de uso del suelo

Aunque el escenario se centra en analizar el efecto de más cambios sociales y nace de una mentalidad escéptica respecto al tecnosolucionismo, estamos de acuerdo en que las mejoras tecnológicas, los cambios en la eficiencia y la innovación en combinación con los cambios en el estilo de vida son necesarios para reducir las emisiones de forma eficaz. A continuación se describen nuestras hipótesis sobre los cambios técnicos.

En contraste con los parámetros de estilo de vida, para los que elegimos parámetros diferentes para los países del Anexo I y los que

<sup>107</sup> Por ejemplo, utilizando modelos de agricultura basados en procesos Li, T. et al (2015, Uncertainties in predicting rice yield by current crop models under a wide range of climatic conditions. *Global Change Biology*, Vol. 21, Issue 3, 1328-1341) informan de una pérdida de la cosecha media del 5.3% por °C para el cultivo del arroz para un calentamiento de 3 °C, que aumenta al 8.3% por °C para un calentamiento de 6 °C. Un estudio estadístico sobre las cosechas en los Estados Unidos informa de una pérdida media del 8.2% por °C para el maíz y del 5.7% para la soja hasta los 3 °C, que aumenta a una pérdida media del 10.4% por °C para el maíz y del 10.6% para la soja entre 3 y 6 °C de calentamiento (Schlenker, W. y Roberts, M.J., 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *PNAS*, 106 (37), 15594-15598).

no están incluidos en el Anexo I, no distinguimos entre estos dos grupos para los siguientes parámetros. Para justificar estas elecciones y describir los inconvenientes, véase el recuadro 3.

Todos los supuestos se encuentran en la Tabla 18 del Anexo 1. En el recuadro 3 se ofrece un resumen de los principales supuestos.

**Tabla 3: Resumen de los cambios tecnológicos en el STS**

<b>Crecimiento y distribución de la población</b>	En nuestro escenario, la población de los países del Anexo 1 aumenta solo ligeramente, pasando de 1,310 millones en 2018 a 1,350 millones en 2050. El porcentaje de población urbana aumenta del 79.1 al 86.6%. La población de los países no incluidos en el Anexo I aumenta de 6,310 millones a 7,200 millones en el mismo plazo, y la proporción de población urbana pasa del 51.7 al 65.6% <sup>108</sup>
<b>Transporte</b>	Suponemos un aumento ambicioso de la eficiencia del transporte y un cambio hacia los vehículos híbridos y eléctricos/hidrógeno
<b>Edificios y electrodomésticos</b>	Suponemos mejoras ambiciosas en el aislamiento de los edificios y un cambio hacia tecnologías de calefacción con bajas emisiones de carbono. También suponemos aumentos ambiciosos en la eficiencia de los electrodomésticos
<b>Manufactura</b>	Suponemos aumentos ambiciosos en el reciclaje y mejoras de la eficiencia en el sector manufacturero. Estos aumentos incluyen la producción de hierro, acero y aluminio, productos químicos, papel y cemento
<b>Generación de energía</b>	En el caso de la biomasa, suponemos un aumento moderado del rendimiento de los cultivos energéticos con un cambio de uso de la biomasa líquida a la sólida. En cuanto a los combustibles fósiles, suponemos un cambio hacia el 100% de gas natural en 2050. En el caso de la energía nuclear, suponemos que no se seguirán construyendo más centrales, de modo que la energía nuclear se eliminará gradualmente cuando las centrales actuales lleguen al final de su vida útil. En cuanto a las energías renovables, suponemos un desarrollo ambicioso de la generación de energía eólica, solar, marina, hidroeléctrica y geotérmica, así como un aumento de la capacidad de almacenamiento de electricidad
<b>CAC</b>	Suponemos que no se utilizará la CAC
<b>Tierra y alimentos</b>	Suponemos que se abandona la agricultura industrial con sus consecuencias negativas (como la degradación del suelo, el uso excesivo del agua, la pérdida de biodiversidad o la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos) y se opta por prácticas agrícolas sostenibles y orgánicas. En consonancia con el argumento de que el hambre y la inanición deben abolirse encontrando soluciones para los conflictos sobre la tierra, la pobreza y la desigualdad estructural, las relaciones comerciales desiguales, la mala gobernanza y las catástrofes naturales, estamos convencidos de que la agricultura industrializada, con sus numerosos efectos secundarios negativos, no es la solución para acabar con el hambre en el mundo. Por lo tanto, partimos de la base de que no se producirá un aumento de la productividad agrícola (ya que esta se basaría principalmente en la agricultura industrializada con sus efectos secundarios negativos), de que se acabará con los sistemas de confinamiento y de que se reducirá de forma ambiciosa el desperdicio de productos agrícolas

<sup>108</sup> Las cifras proceden del escenario de población "Variante Media" del informe Perspectivas de la Población Mundial 2019 del PNUD y de la Revisión de las Naciones Unidas de las Perspectivas de la Urbanización Mundial 2018

## 6 Resultados del escenario

El resultado más importante de la ejecución de la Calculadora Global sobre la base de los parámetros esbozados anteriormente es el siguiente:

**El Escenario de Transformación Social (STS) representa una vía de emisión de CO<sub>2</sub> que permite que el aumento de la temperatura se mantenga por debajo de 1.5°C sin necesidad de recurrir a la energía nuclear, la captura de carbono u otras opciones de geoingeniería.**

A continuación describimos cómo, en el STS,

- la demanda final de energía se reduce mediante la eficiencia y la suficiencia
- la intensidad de CO<sub>2</sub> del sistema energético se reduce mediante el abandono de los combustibles fósiles
- los cambios en el uso de la tierra debidos a los cambios en la dieta dan lugar a un secuestro natural de carbono

### **Demanda energética final**

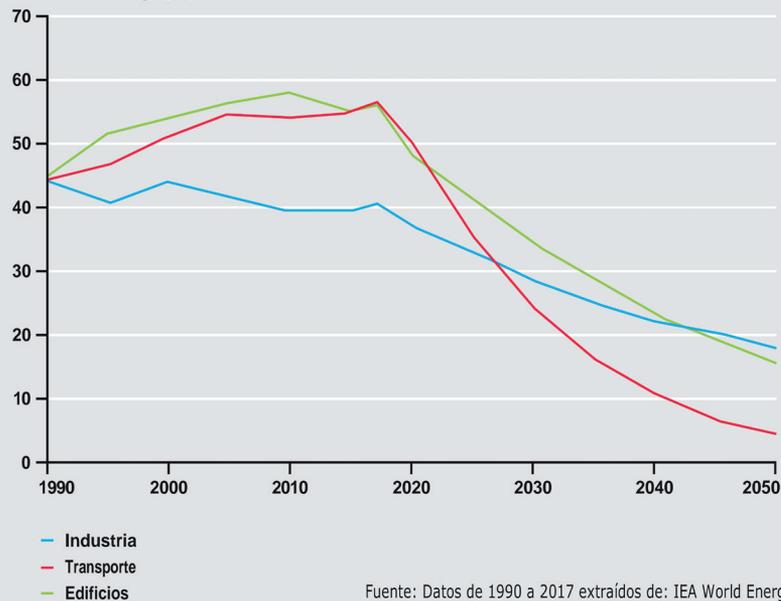
La figura 6 muestra la demanda energética final de los países del Anexo I cuando se sigue el STS. Debido tanto a la disminución de la demanda como al aumento de la eficiencia, la demanda energética final disminuye significativamente a partir de 2020. Este descenso es especialmente notable en los sectores del transporte y la construcción, mientras que el descenso en el sector industrial es lineal, menos pronunciado pero aún así significativo. El descenso lineal puede explicarse por la necesidad de la industria de suministrar una gran cantidad de materiales para la transición energética, por ejemplo, centrales eólicas o vehículos eléctricos. Por otro lado, dado que la demanda global se

reduce, hay menos necesidad de cemento para los nuevos edificios o de infraestructuras de combustibles fósiles para, por ejemplo, las plantas de gas. En la Calculadora Global, el sector industrial responde a la demanda generada, lo que significa que las capacidades de fabricación se ajustan en consecuencia.

De acuerdo con nuestro razonamiento de que es sobre todo responsabilidad de los países industrializados reducir el consumo, la reducción de la demanda de energía final es mucho menor para los países no incluidos en el Anexo I (véase la Figura 7). El descenso de la demanda se debe sobre todo a la mejora de la eficiencia, mientras que se supone que los parámetros de consumo aumentan ligeramente o, en algunos casos, se mantienen constantes.

Figura 6: Demanda de energía final en los países del Anexo I

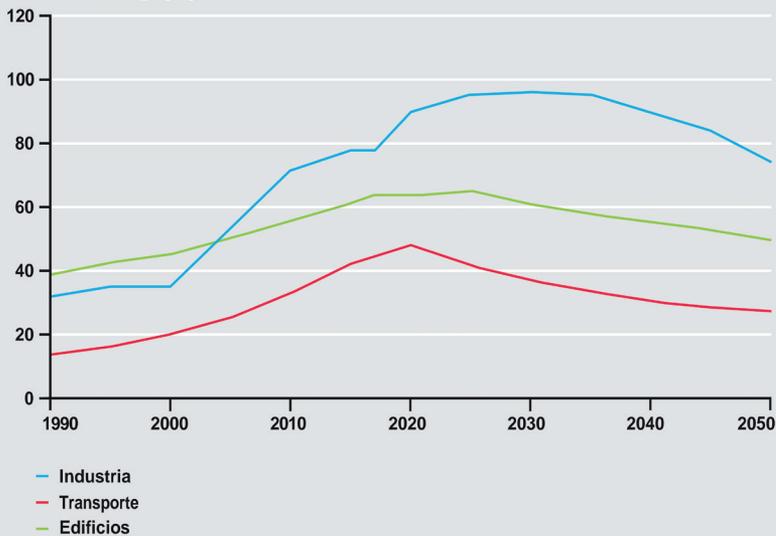
Demanda de energía [EJ]



Fuente: Datos de 1990 a 2017 extraídos de: IEA World Energy Balances 2019 <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics>. Cálculos propios a partir de 2020.

Figura 7: Demanda de energía final en los países no incluidos en el Anexo I

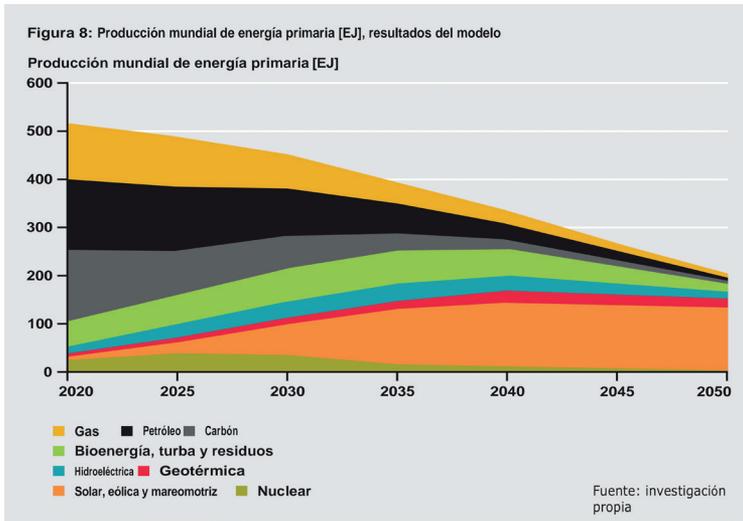
Demanda de energía [EJ]



Fuente: Datos de 1990 a 2017 tomados de Fuente: IEA World Energy Balances 2019 <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics>. Cálculos propios a partir de 2020.

## Demanda de energía primaria

Debido a la caída de la demanda de energía final, la producción de energía primaria también disminuye, con un fuerte descenso en el uso de combustibles fósiles, una eliminación gradual de la energía nuclear y una fuerte expansión de las energías renovables (véase la Figura 8). Aunque todavía se utiliza en algunos nichos, el uso de combustibles fósiles es insignificante en 2050, ya que los distintos combustibles basados en el carbono representan menos del 10% de la producción de energía primaria.

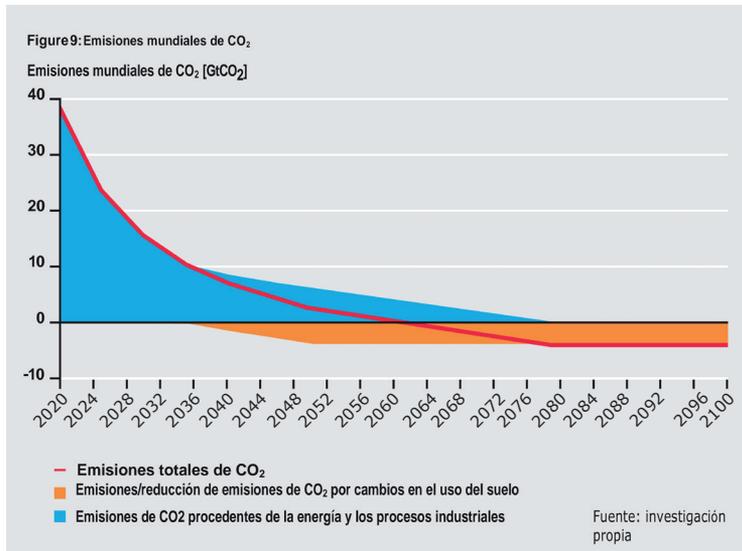


## Emisiones de gases de efecto invernadero

Según los resultados del modelo, las emisiones de GEI se reducen aproximadamente un 50% entre 2020 y 2030 y siguen disminuyendo hasta alcanzar aproximadamente el 28% de las emisiones de 2020 en 2050 (véase la figura 9). A partir de entonces, suponemos una reducción lineal en consonancia con el descenso medio de 2040 a 2050. Debido a un cambio en la alimentación hacia dietas más sanas, un menor consumo de carne y un menor desperdicio de alimentos, gran-

des áreas agrícolas pueden ser cuidadosamente restauradas en ecosistemas naturales o gestionadas de forma más sostenible, sirviendo en el proceso como sumideros de CO<sub>2</sub> (Sección 5.7). Para 2050 suponemos que esos sumideros secuestran casi 4 Gt de CO<sub>2</sub> al año. A partir de 2050, suponemos que las tasas de secuestro de carbono se mantienen constantes en ese nivel, lo que consideramos una hipótesis realista y plausible para los potenciales de secuestro de carbono a lo largo del siglo. Nuestro escenario arroja un total acumulado de 232 Gt de CO<sub>2</sub> secuestrados mediante enfoques basados en los ecosistemas.<sup>109</sup>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran una trayectoria similar y las emisiones acumuladas se mantienen muy por debajo del umbral de 2/3 de posibilidades de mantenerse por debajo de 1.5 °C, como se muestra en la Tabla 4.



109 Hay mucha incertidumbre y debate científico sobre el potencial de secuestro anual y total. Decidimos utilizar 4 Gt de CO<sub>2</sub> como cantidad máxima para el secuestro anual como interpretación conservadora de los potenciales presentados en "Missing Pathways to 1.5°C – The role of the land sector in ambitious climate action", Dooley, K. y Stabinsky, D., 2018. Véase también la sección 5.7 y el anexo 2 de este estudio.

**Tabla 4: Emisiones acumuladas [en Gt de CO<sub>2</sub>] y presupuestos de carbono restantes para mantenerse dentro de un calentamiento de 1.5°C<sup>110</sup>**

	Presupuesto de carbono restante para un 33% de posibilidades de mantenerse dentro de 1.5°C	Emisiones acumulativas en 2100 sin secuestro de carbono en el sector del uso de la tierra	Presupuesto de carbono restante para un 50% de posibilidades de no superar los 1.5°C	Presupuesto de carbono restante para un 67% de posibilidades de no superar los 1.5°C	Emisiones acumulativas para 2100 con secuestro de carbono
1.5°C	773	551	513	353	320

Nota: Como nuestro escenario comienza en 2020, hemos restado las emisiones globales de 2018 y 2019 = 33,3 Gt de CO<sub>2</sub><sup>111</sup>

### *Alcanzar las cero emisiones netas*

Desde el punto de vista de la ciencia natural, el aspecto más relevante de los escenarios de mitigación ambiciosos es la reducción amplia y rápida de las emisiones en las próximas décadas. A partir de entonces, las emisiones netas tendrán que ser cercanas o incluso inferiores a cero. El momento en que se alcancen exactamente las emisiones netas cero es mucho menos importante que la trayectoria de las emisiones del futuro próximo.

Sin embargo, en el debate político y público, el año en que las emisiones netas se convierten en cero se ha convertido en un número importante. En nuestro escenario, las emisiones netas de GEI y CO<sub>2</sub> llegan a cero en torno a 2084 y 2062, respectivamente. Una de las razones de esta fecha tardía es que el modelo no produce emisiones negativas del uso de la tierra separadas por los países del Anexo I/No Anexo I y, por tanto, no sabemos cuándo las emisiones llegarán a cero netas en los países del Anexo I. Una segunda razón es que, en el caso de algunas tecnologías de producción, el modelo no tiene implementada ninguna sustitución no fósil, aunque podría haber sustituciones disponibles. Por ejemplo, no se tiene en cuenta la posibilidad de producir acero primario con hidrógeno, por lo que se sigue dependiendo del carbón de coque. Teniendo en cuenta estas deficiencias y considerando que a) las emisiones totales de GEI de los países del Anexo I son inferiores a 1.8 Gt en 2050 (excluyendo las emisiones derivadas del uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura) y b) la

110 Presupuestos de carbono según Rogelj et al., 2018. Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

111 Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2019. <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-en-2019>

definición de una fecha para las emisiones netas cero es importante para la dinámica de los procesos políticos, creemos que alcanzar las emisiones netas cero en 2050 o incluso antes es un objetivo alcanzable y justificable para los países industrializados.

#### *Impacto de las reducciones de consumo*

Las figuras 10 y 11 muestran el impacto de la supuesta reducción del consumo en el STS. Las líneas rojas muestran la demanda energética final y las emisiones globales para un escenario con los mismos supuestos que el STS en lo que respecta a la combinación energética, las mejoras de eficiencia, la demografía, etc., pero sin la fuerte reducción del consumo. Para este escenario, asumimos que todas las tendencias de consumo se mantienen en el nivel más bajo de ambición de la Calculadora Global, lo que representa un mundo en el que las tendencias actuales de consumo continúan.

Como se muestra en la Figura 10, la demanda de energía final en los países del Anexo I se mantiene casi constante hasta 2035 en esas condiciones. Solo a partir de 2035 las mejoras en la eficiencia superan con creces el aumento del consumo.

En cuanto a las emisiones globales, la diferencia entre los dos escenarios es más pronunciada entre 2020 y 2050 (véase la Figura 11) y se reduce hacia 2100, cuando la producción de energía renovable sustituye cada vez más a los combustibles fósiles. Debido a la trayectoria de emisiones más alta, las emisiones acumuladas ascienden a 696 Gt de CO<sub>2</sub> en el escenario ejecutado sin reducciones de consumo, lo que supone menos de un 50% de posibilidades de mantenerse por debajo de 1.5°C de calentamiento global.

Figura 10: Comparación de la demanda de energía final en los países del Anexo I con y sin reducciones de consumo

Demanda de energía final en los países del anexo I [EJ]

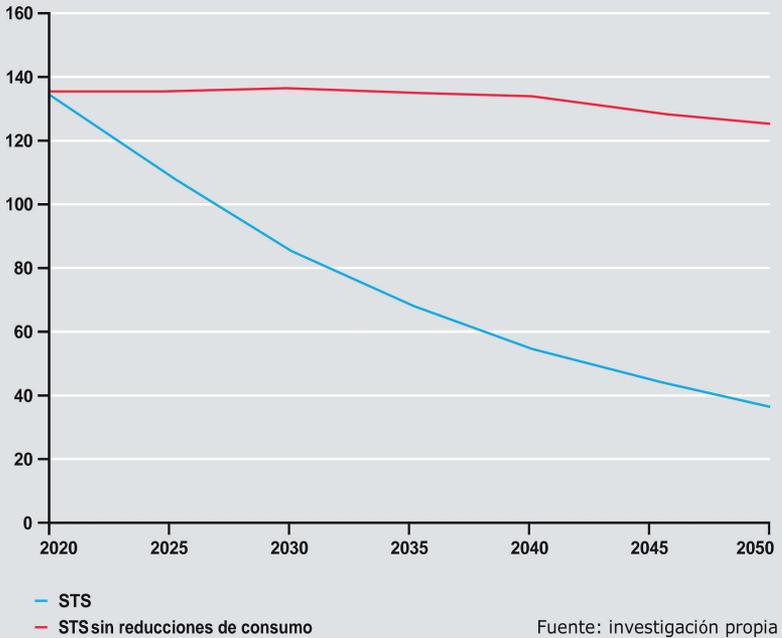
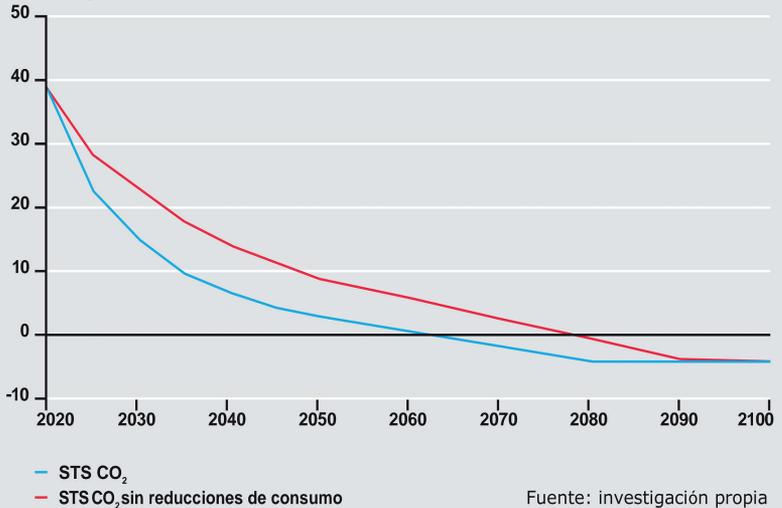


Figura 11: Comparación de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> con y sin reducciones del consumo

Emisiones globales de CO<sub>2</sub> [GT]



### **Recuadro 7: Comparación con el escenario de baja demanda energética**

Al igual que el STS, el escenario de Baja Demanda Energética (LED por sus siglas en inglés)<sup>112</sup>, que ocupó un lugar destacado en el último informe del IPCC sobre el calentamiento global de 1.5 °C (SR1.5), pretende reducir las emisiones mediante la reducción de la demanda energética (véase la sección 2). Dado que existen algunas similitudes entre el LED y el STS, resulta útil compararlos (véase la Tabla 5).<sup>113</sup>

En comparación con el STS, la demanda de energía final en el escenario LED es mayor para los países del Anexo I (2030 y 2050) y menor para los países No-Anexo I en 2030/ casi igual en 2050. En el caso de los países del Anexo I (en el LED: países del Norte Global), esta diferencia es esperable ya que nuestro objetivo era reducir la demanda energética en el Norte Global para dejar espacio al desarrollo autodeterminado en el Sur Global. La mayor demanda de energía en los países no incluidos en el Anexo I (en el LED: países del Sur Global) en el STS en 2030 indica que nuestra trayectoria asumida de alineación gradual del consumo mundial es más generosa que la trayectoria asumida en el LED.

Mientras que en el STS, la demanda total de energía final a nivel mundial es ligeramente inferior en 2030, la producción de energía primaria es mayor, lo que sugiere una combinación energética diferente (por ejemplo, la energía de carbón tiene una proporción menor de producción de energía final/transporte de energía primaria que el gas). Lo contrario ocurre en 2050, donde la menor demanda total de energía final del STS se satisface de forma más eficiente que en el escenario LED, lo que se traduce en una demanda de energía primaria mucho menor.

La proporción de energía nuclear aumenta en el escenario LED hasta el 8.9% en 2050, mientras que la energía nuclear se

112 Grubler, A. et al., 2018. A low energy demand scenario for meeting the 1.5 °C target and sustainable development goals without negative emission technologies, *Nature Energy*, Vol. 3, 515-527.

113 En primer lugar, ambos escenarios tienen como objetivo reducir la demanda de energía, y el escenario LED se centra en la eficiencia energética, mientras que nosotros incluimos también reducciones en el consumo. En segundo lugar, ambos escenarios dividen la demanda entre dos regiones y calculan la demanda fuera de un IAM.

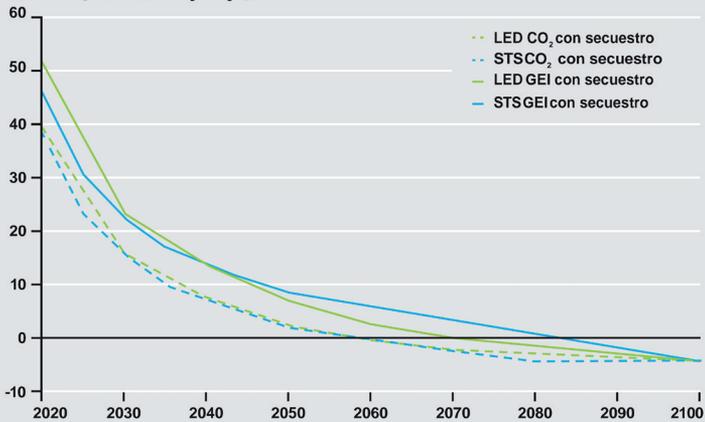
elimina progresivamente en el STS. La proporción de combustibles fósiles disminuye en ambos escenarios, mientras que la producción de energía renovable procedente de la energía solar y eólica aumenta. Aunque una rápida ampliación de las capacidades renovables es clave para reducir las emisiones en ambos escenarios, el STS permite finalmente instalar una capacidad renovable total ligeramente inferior.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> acumuladas entre 2020 y 2100 son mayores en el escenario LED, una diferencia que puede explicarse casi por completo por una mayor cantidad de captura de carbono en el STS. En general, las trayectorias de las emisiones son sorprendentemente similares, como puede verse en la figura 12.

En resumen, puede decirse que la principal diferencia entre los escenarios es que el escenario LED emplea una cantidad significativa de energía nuclear, mientras que el STS presenta medidas de suficiencia y un 25% más de secuestro de carbono.

Figura 12: Emisiones globales de GEI/emisiones de CO<sub>2</sub> en el LED y el STS

Emisiones globales [GT CO<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>eq]



Fuente: Base de datos de baja demanda energética (LED) (versión 1.0.5), <https://db1.ene.iiasa.ac.at/LEDDB> y cálculos propios

**Tabla 5: Comparación de la hipótesis STS y LED**

	STS		LED	
	2030	2050	2030	2050
Demanda de energía final Anexo I/Norte Global [EJ]	86	36	125	82
Demanda de energía final No-Anexo I/Sur Global [EJ]	193	150	175	153
Producción de energía primaria total [EJ]	447	201	378	289
Proporción de energía nuclear	7.0%	0.0%	4.3%	8.9%
Cuota de los combustibles fósiles	52.0%	9.0%	57.4%	16.0%
Producción de energía solar y eólica [EJ]	65	131	72	139
Emisiones acumuladas de CO <sub>2</sub> de 2020 a 2100 [GtCO <sub>2</sub> ]	320		391	
Total de CO <sub>2</sub> secuestrado [Gt CO <sub>2</sub> ]	232		169	

114 Los datos del STS proceden de la ejecución del modelo, los del escenario LED se han tomado de la base de datos de escenarios LED en <https://db1.ene.iiasa.ac.at/LEDDB/dsd?Action=htmlpage&page=40#>.

## 7 El Escenario de Transformación Social: esbozos de un mañana diferente

Hasta ahora, hemos descrito el STS en términos de filosofía, parame-trización y reducción de emisiones. En esta sección, ofrecemos un esbozo más holístico de la transformación de la sociedad que prevemos. Estos detalles deberían dejar claro que el STS no consiste principalmente en producir y consumir menos, sino en organizar a la sociedad de forma diferente. Lo que prevemos es un proceso emprendido colectivamente y bien meditado. El STS se basa en la convicción de que los valores y paradigmas subyacentes en la toma de decisiones políticas y económicas deben ser repensados por razones tanto ecológicas como sociales.<sup>115</sup> En lugar de centrarnos en el bienestar material –fomentar el crecimiento económico, la competencia y la obtención de beneficios–, **nos centramos en satisfacer las necesidades humanas concretas y en servir al bienestar común: fomentar la cooperación, el cuidado, la solidaridad y la sostenibilidad para lograr una buena vida para todos.**<sup>116</sup>

Por "buena vida" entendemos una vida digna y con autodeterminación que permita la satisfacción de las necesidades esenciales, incluido el bienestar material básico necesario y sostenible, y el desplazamiento, así como la protección social. El STS asume que diferentes sectores de producción y consumo se reducirán como resultado de la deliberación democrática, porque son insostenibles y/o no tienen como objetivo principal satisfacer las necesidades humanas.

---

115 Hay muchas razones para criticar el enfoque de la sociedad moderna en el crecimiento económico como paradigma político clave. El STS se basa en la crítica ecológica. Otras vertientes de la crítica son la crítica socioeconómica, la crítica cultural, la crítica del capitalismo, la crítica feminista, la crítica basada en el industrialismo, la crítica sur-norte. Véase Schmelzer, M.; Vetter, A., 2019. Degrowth/Postwachstum zur Einführung.

116 Este capítulo se ha inspirado en las siguientes fuentes: Burkhardt, C. et al., 2020. Degrowth in movement(s); Schmelzer y Vetter, *ibid*.

Para el STS, suponemos una sociedad que busca formas e instrumentos para prosperar sin un cada vez mayor nivel de consumo y producción, para prosperar más allá del crecimiento, con la redistribución de la riqueza y el trabajo como elemento fundamental. Esta suposición no es ingenua, sino que está respaldada por los resultados de un debate práctico y científico<sup>117</sup> aún pequeño pero vivo, por miles de alternativas y prácticas reales en todo el mundo y por múltiples tradiciones en la organización de la vida humana para el bienestar de cada miembro de la comunidad.

A continuación, ofrecemos un esbozo de algunos de los cambios más amplios que asumimos que forman parte del STS. Muchos de esos cambios están siendo debatidos intensamente por científicos y profesionales. Aunque fragmentarios y tentativos, son elementos prometedores de una sociedad mucho más sostenible y justa, capaz de hacer frente a la disminución de las tasas de crecimiento sin disminuir la calidad de vida y la estabilidad social. Para esta transformación, la ciencia y la investigación son tan importantes como los proyectos prácticos que experimentan con formas de vida alternativas. Muchos de los cambios que suponemos en nuestro escenario están en marcha: ya se están probando, ensayando y estableciendo nuevos estilos de vida y modos de producción y consumo, algunos incluso tienen una larga trayectoria.<sup>118</sup> Hay que tener en cuenta que la siguiente descripción no es exhaustiva ni definitiva, ya que se pueden concebir muchos futuros diferentes.

Para el STS, **suponemos que la carga tributaria se desplaza gradualmente del trabajo a los recursos y a los comportamientos perjudiciales para el medio ambiente.**<sup>119</sup> El STS supone que esto forma parte de una reforma fiscal global que no solo pone un precio elevado al CO<sub>2</sub>, así como al uso de otros recursos, sino que también pretende disminuir la desigualdad. Los sistemas fiscales progresivos, los impuestos sobre el patrimonio y los elevados impuestos sobre las herencias son instrumentos políticos que financian los servicios esenciales y la seguridad social independientemente del crecimiento eco-

---

117 Véase, por ejemplo, Kallis, G., 2018. Degrowth; Kallis, G. et al., 2018. Research on Degrowth; Victor, 2019. Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster; Jackson, T., 2016. Prosperity without growth: Economics for a finite planet.

118 Paulson, S., 2017. Degrowth: culture, power and change. *Journal of Political Ecology*, Vol. 24, No. 1.

119 Daly, H.E. and Farley, J., 2011. *Ecological Economics: Principles and Applications*; Jackson, T., 2017. *Prosperity Without Growth – Foundations for the Economy of Tomorrow*.

nómico. Al mismo tiempo, se suprimen los subsidios y las inversiones públicas perjudiciales para el medio ambiente.

Además, partimos de la base de que los servicios sociales se diseñan de manera que sean **independientes del crecimiento**<sup>120</sup>. Este diseño se combina con instrumentos que garantizan que la participación en la vida social, cultural y democrática no depende, o depende mucho menos, de tener un trabajo y ganarse la vida en el "mercado laboral". Partimos de la base de que la pérdida del empleo no está relacionada con la pérdida del estatus social o de los medios de vida, incluido el acceso a bienes esenciales como la vivienda, la electricidad, la asistencia sanitaria, la educación y las actividades de ocio, por ejemplo: deportes, museos, cines y salas de conciertos. Las necesidades humanas básicas están cubiertas. Muchos bienes básicos ya no se comercializan en los mercados; su producción y distribución se organizan mediante procesos democráticos. Nuestro STS presupone una fuerte infraestructura social. La gente no necesita sufrir un miedo existencial al perder su trabajo porque este ya no está relacionado con su capacidad de satisfacer las necesidades esenciales y/o de participar en la vida social, cultural y democrática.

Una medida concreta que se está debatiendo para alcanzar este escenario es la **reducción de la jornada laboral** (por ejemplo, a 20 o 30 horas semanales) sin pérdida de salario para los grupos de ingresos más bajos.<sup>121</sup> Combinada con una **renta básica y un salario máximo** (por ejemplo, de dos a cinco veces la renta básica), esta reducción no solo facilita una mejor asignación de la carga de trabajo de la sociedad –tanto la remunerada como la no remunerada– en una economía que no crece,<sup>122</sup> sino que también contribuye a desarrollar una perspectiva mucho más amplia del trabajo asalariado y su relación con el trabajo de cuidados. Esto es importante porque el trabajo de cuidados es la condición previa para cualquier producción y procesamiento de bienes. Abarca el trabajo de cuidados (no remunerado) (cuidado de niños, ancianos, enfermos), el trabajo honorífico, la participación cívica

---

120 Seidl, I. and Zahrt, A., 2019. *Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft*.

121 Kallis, G., 2018. Degrowth; Liebig, S. et al., 2017. *Bedingungen und Optionen der Arbeitspolitik für die Postwachstumsgesellschaft*. In: Adler, F., Schachtschneider, U. (eds.). *Postwachstumspolitik: Wege zur wachstumsunabhängigen Gesellschaft*.

122 Jackson, T., 2017. *Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow*.

y política y la educación.<sup>123</sup> En este sentido, el trabajo, la influencia y la participación se distribuirán de forma mucho más equitativa desde una perspectiva de género.

La reducción de las horas de trabajo va de la mano de una **des-aceleración general de la vida y del "bienestar del tiempo"**. Esta combinación no solo deja espacio para el tiempo de ocio y un mejor "equilibrio entre vida y trabajo". Trabajar menos en el mercado laboral también deja el espacio necesario para las actividades de autodeterminación y el compromiso político y mejora la calidad de las relaciones humanas.<sup>124</sup>

En cuanto a las empresas y los negocios, nuestro STS supone **una democratización de la toma de decisiones económicas, una mayor variedad de formas de empresa y mucha menos jerarquía**.<sup>125</sup> La economía del futuro estará dirigida por cooperativas, empresas apoyadas por la comunidad, de pequeñas empresas locales y regionales y otras formas de propiedades comunes administradas colectivamente (como casas y compañías). La producción se centra en la creación de bienes duraderos producidos de forma sostenible. Se presta atención a entornos de trabajo saludables y no explotadores. En el STS, el marco político favorece a las empresas que no se centran en la obtención de beneficios, sino en servir al bienestar común, incluyendo el bienestar de los trabajadores y la salvaguarda del medio ambiente.<sup>126</sup> Este marco podría incluir cambios en la legislación que permitan, por ejemplo, facilitar la fundación de cooperativas, reducir los impuestos para las empresas sostenibles, privilegiar el acceso a préstamos atractivos, subvenciones estatales y mejorar el acceso a la contratación pública. Como contrapartida, las empresas con ánimo de lucro tendrían una carga fiscal mucho más elevada y no obtendrían ni subsidios estatales ni acceso a la contratación pública. La producción y el consumo se

---

123 Tronto, J.C., 2013. *Caring Democracy. Markets, equality and Justice*; Winker, G., 2015. *Care Revolution: Schritte in eine solidarische Gesellschaft*; Seidl, I. and Zahrt, A., 2019. *Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft*.

124 Seidl, I. and Zahrt, A., *ibid.*; Rosa, H., 2019. *Resonance: A Sociology of Our Relationship to the World*.

125 Solón Pablo, P., 2018. *Systemwandel. Alternativen zum globalen Kapitalismus*; Akuno, K. and Nangwaya, A., 2017. *Jackson Rising: The Struggle for Economic Democracy and Black Self-Determination in Jackson*. Daraja Press. Maheshwarananda, D., 2012. *After Capitalism: Economic Democracy in Action*. Innerworld Press; Kothari, A., 2019. *Pluriverse. A Post-Development Dictionary*.

126 Kallis, G., 2018. *Degrowth*.

organizarán en torno a los bienes comunes,<sup>127</sup> la economía solidaria<sup>128</sup> y la economía circular.<sup>129</sup>

Un **marco normativo totalmente diferente** será el telón de fondo del proceso de desmantelamiento de industrias insostenibles como el sector automotriz, la aviación o la ganadería industrial. Será mediante procesos colectivos que, por ejemplo, una empresa de fabricación de autos podría decidir producir autobuses, una granja podría decidir cambiar a la agricultura ecológica, una empresa de telefonía móvil podría concentrarse en la construcción de dispositivos duraderos y actualizables. Este proceso implica la reconversión de los procesos de producción y también el abandono de sectores industriales enteros. Con una seguridad social que no se basa en el trabajo asalariado y una variedad mucho más amplia de actividades y actores económicos, este proceso deja mucho más espacio a la creatividad y a la autodeterminación del individuo.

### **Recuadro 8: Repercusiones del STS en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>130</sup>**

Dado que el STS describe una transformación socioecológica, basada en una reducción del consumo en los países del Anexo I con el objetivo de una buena vida para todos, no es sorprendente

---

127 Bollier, D. and Helfrich, S., 2019. Free, Fair, and Alive: The Insurgent Power of the Commons.

128 Nardi, J., 2015. Solidarity Economy in Europe: an emerging movement with a common vision.

129 Genovese, A. and Pansera, M., 2019. The Circular Economy at a Crossroad: Technocratic Eco-Modernism or Convivial Technology for Social Revolution?

130 La escasa complejidad de la Calculadora Global no permite un análisis cuantitativo del impacto del STS en los ODS.

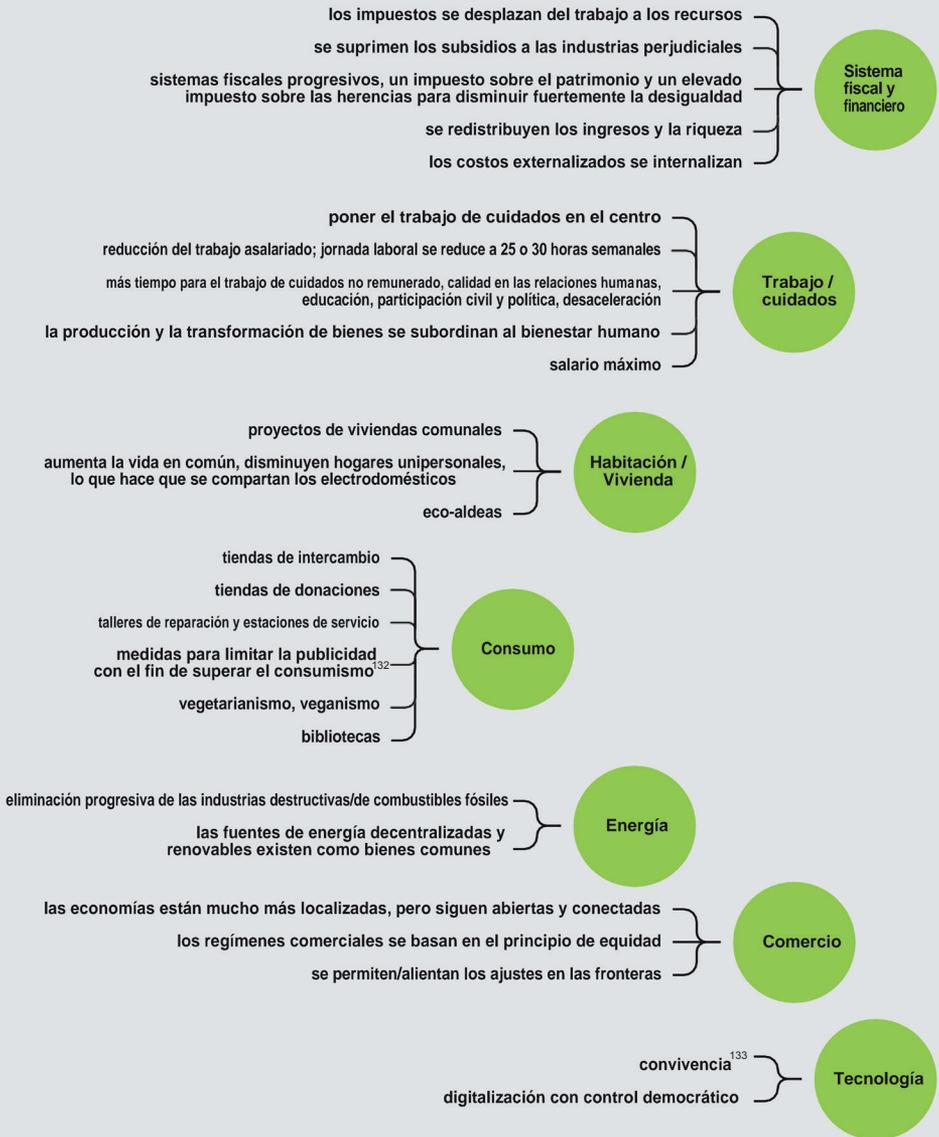
que sus impactos en los ODS sean casi todos positivos.<sup>131</sup> Por ejemplo, los cambios en el sector de la movilidad –menos tráfico, menos uso del auto, reducción de los riesgos para la salud, especialmente para la población urbana– tendrán un efecto positivo en la salud y el bienestar humanos (ODS 3) y harán que las ciudades y las comunidades sean más sostenibles (ODS 11). Asimismo, la reducción supuesta de la jornada laboral tendrá un efecto positivo en la salud y el bienestar humanos (ODS 3). La reducción supuesta del consumo de carne permite reducir la agricultura industrial. En combinación con otras medidas, como normas comerciales equitativas, esta reducción puede ayudar a aliviar el hambre al liberar tierras para la producción de alimentos para los mercados nacionales (ODS 2) y mejorar la disponibilidad de agua potable y saneamiento (ODS 6). Una menor producción de carne también reduce la presión sobre los ecosistemas y la biodiversidad (ODS 15). Una menor producción y consumo en general permite preservar los recursos naturales y reducir el uso y la liberación de productos químicos y la generación de residuos, contribuyendo a un consumo y una producción más responsables (ODS 12). Esta contribución también puede tener un efecto positivo en la vida submarina (ODS 14) y en la tierra (ODS 15).

En particular, esta transformación no se contempla como el resultado de un plan maestro que se aplica de arriba hacia abajo, sino que se desarrolla de abajo hacia arriba. El aumento de la codeterminación y la redistribución del poder son requisitos previos para que todos puedan participar en las decisiones que les afectan, ya sea en su empresa, en su barrio o en su comunidad, pueblo, ciudad, región, condado o estado nacional. Hay que repolitizar todas las esferas de la vida, en especial

---

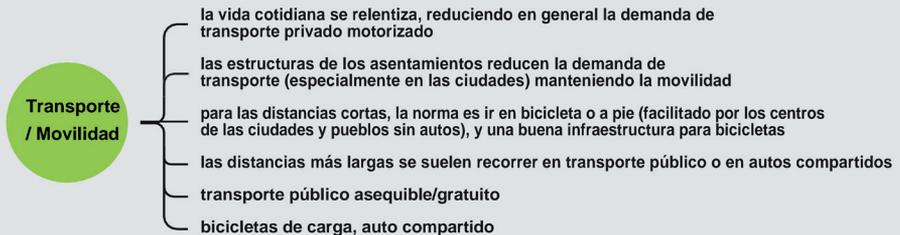
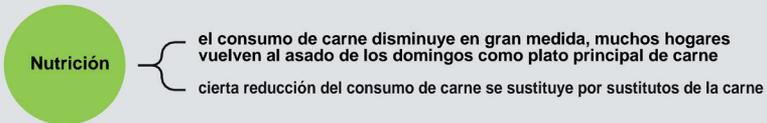
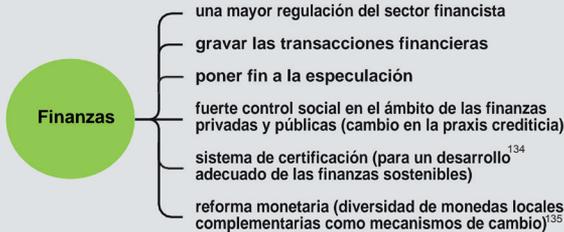
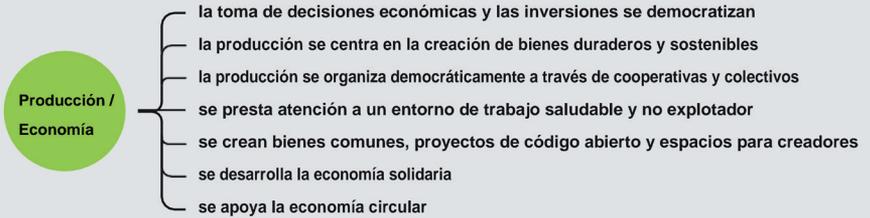
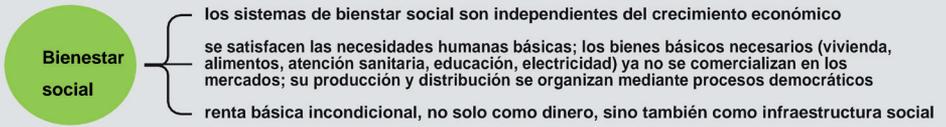
131 El único ODS que el STS afecta negativamente es el ODS 8 "Trabajo decente y crecimiento económico". Aunque creemos que el STS puede dar lugar a mejores condiciones de trabajo, por ejemplo, mediante la reducción de la jornada laboral, no consideramos que el empleo completo en el trabajo asalariado o el crecimiento económico sean objetivos significativos. Por el contrario, son medios para alcanzar objetivos –como el bienestar de la sociedad y la seguridad material– que, en nuestra opinión, pueden lograrse a través de mejores vías, como las que se esbozan en el STS. En general, la escasa complejidad de la Calculadora Global no permite un análisis cuantitativo exhaustivo del impacto del STS en los ODS. Los ejemplos que presentamos sirven para ilustrar el argumento.

**Sugerencias para una transformación socio-ecológica**



<sup>132</sup> Para más sugerencias, véase Victor, Peter A., 2019. *Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster*; Jackson, Tim, 2016. *Prosperity without growth: Economics for a finite planet*; Pickett et al., 2009. *The Spirit Level: Why More Equal Societies Almost Always Do Better*, and Piketty, Thomas, 2014. *Capital in the Twenty-First Century*.

<sup>133</sup> Adloff, F. and Heins, V., 2015. *Konvivialismus. Eine Debatte*; Les Convivialistes, 2014. *Convivialist Manifesto. A declaration of interdependence*; Illich, I., 1973. *Tools for Conviviality*



134 Fernandez, Blanca, 2013. Fostering Sustainable Finances: The consideration of a Third Party Certification Program. Prospective Innovation at Ethical Banking and Finance. Leire San-Jose, Jose Luis Retolaza (eds.), 78-99.

135 Greenham, T. and Ryan-Collins, J., 2014. Rethinking the Role of Economy and the Financial Market. Journal of Civil Society, 9(2).

la económica, para poder debatir, probar y evaluar alternativas.<sup>136</sup> Si la crisis climática solo puede evitarse reduciendo la actividad económica de alto consumo energético, esa actividad necesita un marco de transformación socioeconómica fundamental. No puede haber sostenibilidad ecológica sin justicia social.

### **Recuadro 9: Sobre la digitalización**

Cuando se habla del futuro, las tendencias tecnológicas, especialmente la digitalización, son el elefante en la habitación. Esto es algo revelador: estamos acostumbrados a pensar en el futuro en un sentido técnico, no social. Muchos defensores de la digitalización señalan los beneficios ecológicos que podrían tener esas tendencias, por ejemplo, un sistema de transporte centrado en autos eléctricos y sin conductor, totalmente ocupados y funcionando de forma eficiente, segura y sin atascos. Aunque creemos que algunas tecnologías pueden ser útiles para reducir las emisiones, como las videoconferencias, en general somos escépticos ante las afirmaciones que ven en la digitalización la solución a los problemas medioambientales. En primer lugar, la digitalización se ve sobre todo como una nueva ola de tecnología que puede utilizarse para obtener una ventaja competitiva para los países y las empresas, una forma de asegurar las cuotas de mercado. Como tal, es una promesa de crecimiento continuo que a menudo se persigue sin tener en cuenta las consecuencias sociales o medioambientales. En segundo lugar, si no se produce un cambio, el futuro digital estará marcado por las grandes empresas, que tienen el incentivo de producir más para vender más. Por ejemplo, si las grandes empresas automovilísticas son las impulsoras de los autos sin conductor, entonces intentarán vender la mayor cantidad posible de autos y no menos, sino autos compartidos. Por último, la propia digitalización impulsada por los datos se basa en una infraestructura informática cuya demanda de energía y recursos

---

136 Akuno, K. y Nangwaya, A., 2017. Jackson Rising: The Struggle for Economic Democracy and Black Self-Determination in Jackson. Maheshvarananda, D., 2012. After Capitalism: Economic Democracy in Action.

aumenta rápidamente.<sup>137</sup> En conclusión, vemos algunas posibilidades para la digitalización, pero solo si hay una supervisión democrática. Dado que no sabemos cómo será esta digitalización, no asumimos ningún cambio radical a través de la digitalización en nuestro escenario.

### **Recuadro 10: ¿Hasta qué punto es realista el STS?**

Los cambios que suponemos en nuestro escenario pueden parecer poco realistas en cuanto a su dirección, velocidad y escala. Al fin y al cabo, muchas tendencias van en la otra dirección: impulsado por el Norte Global y, cada vez más, por las llamadas economías emergentes, el consumo lleva décadas aumentando. El estilo de vida actual está profundamente arraigado en la concepción que mucha gente tiene de la normalidad y de una vida digna de ser vivida.

La catástrofe que se está produciendo ante nuestros ojos hace que sea aún más importante afirmar que los cambios que prevemos son física y técnicamente viables, mientras que los escenarios de mitigación que apuestan por la desvinculación óptima de las emisiones desde el punto de vista económico o la dependencia de las tecnologías de "emisiones negativas" a gran escala han sido evaluados críticamente en términos de limitaciones e incertidumbre.<sup>138</sup>

En lo que respecta al STS, la noción de "poco realista" se deriva principalmente de las suposiciones sobre las limitaciones actuales de la sociedad: una reducción de las partes de nuestra economía que generan muchas emisiones

- a) destruye los modelos de negocio establecidos que son rentables,
- b) destruye los puestos de trabajo actuales, o

137 Andrae y Edler prevén que el consumo de electricidad de las tecnologías de la comunicación alcance el 21% del consumo total de electricidad a nivel mundial, siendo las redes de acceso y los centros de datos los principales impulsores del aumento. Véase Andrae, S.G. y Edler, T., 2015. On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. *Challenges*, 6(1), 117-157.

138 Smith, P. et al., 2016. Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions. *Nature climate change*, 6(1), 42-50.

- c) choca con los hábitos de vida establecidos
- d) conduce a una disminución de las tasas de crecimiento económico.

Sin embargo, dada la amenaza a la que nos enfrentamos –un clima global cambiante con consecuencias desastrosas–, estos supuestos deben ser considerados como retos que pueden superarse, no como argumentos en contra de una transformación integral de la sociedad como tal. La tarea de la comunidad científica –incluidas las ciencias naturales y sociales– es informar de este debate presentando una imagen del presente y de los posibles futuros y ayudando a idear soluciones. Por ejemplo, la investigación en consonancia con un debate social global podría (a) mostrar que las personas podrían beneficiarse de un cambio en los patrones de estilo de vida en muchos aspectos,<sup>139</sup> (b) animar a restringir la influencia política y económica de aquellos que se benefician de los devastadores modelos de negocio actuales, (c) ayudar a repensar el papel de los puestos de trabajo para permitir a las personas llevar una vida digna,<sup>140</sup> o (d) decirnos en qué medida las economías y las sociedades pueden organizarse sin depender del crecimiento económico.<sup>141</sup> Todos estos asuntos lo están debatiendo científicos, movimientos sociales y algunos políticos. Estamos convencidos de que la sociedad siempre puede reestructurarse y que la cuestión de lo que se considera realista o preferible depende en gran medida del debate social.

De hecho, en cada vez más sectores de la sociedad, la gente se está reconsiderando no solo su propio estilo de vida, sino también la agenda general de la sociedad hacia una mayor producción y consumo.<sup>142</sup> En muchos lugares, los llamamientos a la justicia climática se unen a las luchas por la igualdad de derechos, los

139 Diener, E. and Seligman, M.E.P., 2004. Beyond Money: Toward an Economy of Well-Being. *Psychological Science in the Public Interest*, 5(1), 1–31.

140 Koepf, R. et al., 2015. Arbeit in der Postwachstumsgesellschaft. Diagnosen, Prognosen und Gegenentwürfe. Eine kommentierte Literaturübersicht. [http://www.kolleg-postwachstum.de/sozwgmedia/dokumente/WorkingPaper/wp6\\_2015.pdf](http://www.kolleg-postwachstum.de/sozwgmedia/dokumente/WorkingPaper/wp6_2015.pdf); Graeber, D., 2018. Bullshit jobs.

141 Lange, S. and Jackson, T., 2019. Speed up the research and realization of growth independence. *Ökologisches Wirtschaften*, 1, pp. 26-27.

142 Ejemplos son las grandes protestas de la sociedad civil que se han formado en torno a las cumbres del clima, pero que desde entonces se han convertido en un movimiento global. También son ejemplos todos los movimientos de los pueblos indígenas que luchan por preservar su tierra y su forma de vida.

derechos de los trabajadores, la justicia social, los derechos de género y de las mujeres o los derechos a la tierra. Creemos que estos movimientos, en cooperación con políticos progresistas, trabajadores, profesores, periodistas, agricultores, líderes empresariales, funcionarios del gobierno, etc., pueden lograr un cambio rápido mientras se toma el tiempo necesario para los procesos democráticos. El papel de la ciencia es presentar posibles vías para estos cambios.

Al final, también creemos que no hay alternativa, ya que las políticas de crecimiento son un obstáculo no solo para reducir el consumo y la producción, sino para el propio cambio. Estas se apoyan en un sistema económico impulsado por los combustibles fósiles y lo perpetúan.

## 8 Conclusión

En este estudio, nos propusimos explorar un tipo diferente de escenario de mitigación de las emisiones de GEI. Uno que no se base únicamente en el cambio técnico, sino en una reducción del consumo y la producción en los países del Anexo I. Más exactamente, una reducción de

- el transporte en auto, mediante una reducción global de la distancia recorrida, un aumento de la ocupación del automóvil y un cambio en el reparto modal
- el transporte por avión
- el transporte de mercancías por tierra
- el espacio vital por persona
- los electrodomésticos por persona
- el consumo de alimentos, y en específico de carne.

Creemos que estos cambios no pueden producirse únicamente a través del consumo responsable, sino que tienen que formar parte de una transformación socioeconómica más amplia, planificada democráticamente, cuyo centro sea la satisfacción de las necesidades de las personas. En el apartado 7 presentamos un esbozo de cómo puede producirse esta transformación.

Teniendo en cuenta un punto de partida muy diferente para los países no incluidos en el Anexo I, asumimos un aumento en el consumo de materiales, lo que lleva a niveles que están en concordancia, o incluso por encima, de las tasas de consumo de los países del Anexo I en 2050.

Aunque la atención se centró en el análisis del efecto de la reducción del consumo, el escenario presenta también una ambiciosa trayectoria de cambio tecnológico. La diferencia con los escenarios de mitigación habituales es la escasa dependencia de las tecnologías de emisiones negativas y el abandono progresivo de la energía nuclear.

Los impactos de las medidas descritas en relación con el clima se calcularon con la Calculadora Global, una herramienta de modelado mucho más sencilla y, por tanto, más transparente que las IAM.

Los resultados muestran que, reduciendo el consumo en los países del Anexo I, es posible mantenerse dentro del presupuesto global de carbono correspondiente a un calentamiento global no superior a 1.5°C con solo una cantidad limitada de secuestro de carbono basado en los ecosistemas, sin utilizar las llamadas tecnologías de "emisiones negativas" y eliminando gradualmente la energía nuclear.

Es de esperar que estas reflexiones inicien una discusión sobre la viabilidad y la conveniencia de los escenarios basados en la transformación socioeconómica en contraste con los escenarios centrados en la tecnología. Estas discusiones deberían centrarse menos en la elección, los riesgos y la asequibilidad de las tecnologías y más en la cuestión de cómo quiere vivir la sociedad en el futuro. En consecuencia, estos debates deben ser lo más inclusivos posible para que no solo limitemos el cambio climático, sino que aumentemos el bienestar humano y logremos una buena vida para todos.

## ANEXO 1 - SUPUESTOS DEL MODELO

### Reducción del transporte de pasajeros por carretera

#### Transporte de pasajeros por carretera

Para los países del Anexo I, suponemos una reducción hasta los niveles de 1990 (es decir, una reducción del 17%) de pkm/persona en una trayectoria lineal desde 2020 hasta 2030 (véase la Tabla 7).<sup>143</sup> A partir de ese momento, suponemos una reducción adicional del 20% hasta 2050. Suponemos que el 70% de la carga de reducción se debe a una reducción de pkm/persona en las zonas urbanas, donde la disminución del transporte es mucho más fácil (véase más adelante). El 30% restante se consigue reduciendo los pkm/persona en las zonas rurales.

Tabla 7: Escenarios de demanda de transporte urbano y rural

Variable	países		2015	2030	2050
Demanda de transporte de pasajeros (pkm/persona/año)	Anexo I	Urbano	11717	9293	7526
		Rural	25674	24635	23878
	No-Anexo I	Urbano	4190	5620	7526
		Rural	1867	11300	23878

En el caso de los países no incluidos en el Anexo I, suponemos que se alcanzará la demanda de transporte de los países del Anexo I en 2050.

#### Reducción de la cuota de autos (en comparación con otros modos de transporte)

Debido a las distancias más cortas y a la mejora del transporte público, suponemos que el uso del auto se desplaza hacia el senderismo, la

<sup>143</sup> Los datos proceden del informe 2017 ITF Transport Outlook 2017 y utilizan las cifras de la OCDE como aproximación a las de los países del anexo 1.

bicicleta, los autobuses y los trenes. En las zonas urbanas, la proporción del transporte en auto cae del 64% en 2015 al 12% en 2050. En el caso de las zonas rurales, el porcentaje desciende del 84% al 40%.

En el caso de las zonas urbanas, suponemos cambios más ambiciosos en el reparto modal, ya que en ellas es más fácil dejar de utilizar el auto. Suponemos que el reparto modal cambia a partir de 2020 y se desplaza linealmente hacia el promedio de las 50 ciudades "más libres de autos" de Europa (véase la Tabla 8). El objetivo se alcanza para toda la población urbana en 2040. De 2040 a 2050, la cuota de transporte en auto se reduce de nuevo a la mitad para representar un cambio hacia ciudades sin coches en algunos lugares. La figura 13 muestra el reparto modal resultante.<sup>144</sup>

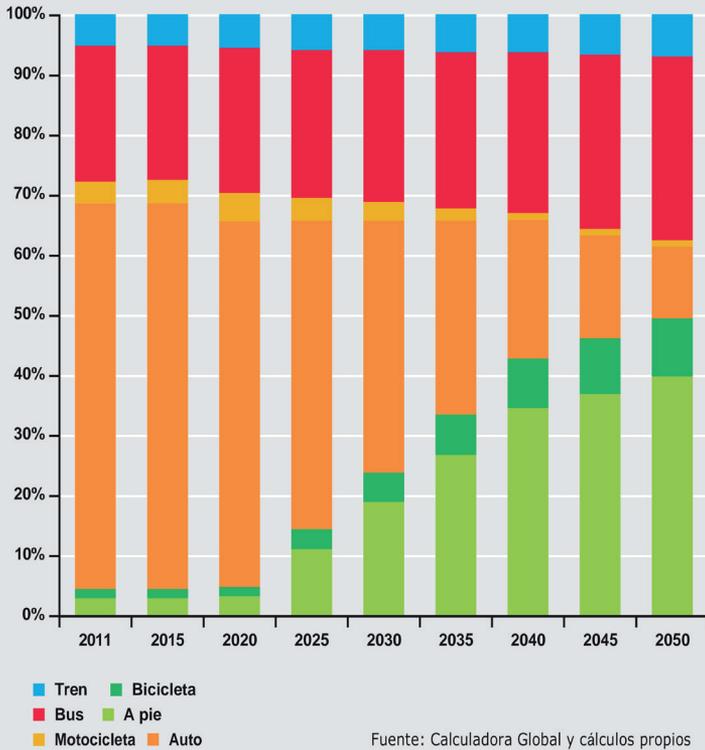
**Tabla 8: Cuotas medias de los distintos modos de transporte en las 50 ciudades europeas con menos tráfico de automóviles**

	A pie	Bicicleta	Transporte público	Auto
Cuota media	34.5%	8.34%	33.1%	24.08%

Cálculo propio, fuente de datos: [http://www.epomm.eu/tems/result\\_cities.phtml?new=1](http://www.epomm.eu/tems/result_cities.phtml?new=1)

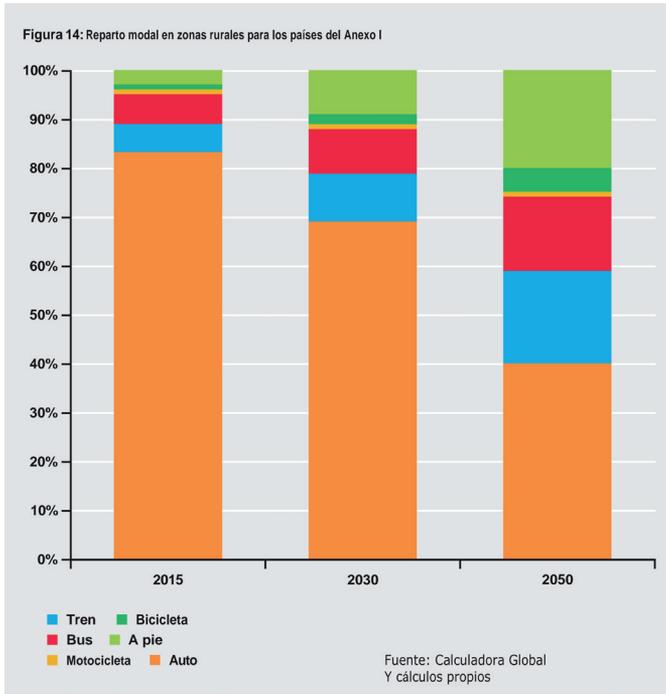
<sup>144</sup> La figura sólo muestra los datos de la población que vive en lo que en el modelo se denomina "ciudades automóvil" y "ciudades tránsito".

Figura 13: Reparto modal en zonas urbanas para los países del Anexo I



Debido a que las distancias más largas impiden el cambio a la bicicleta/transporte público, suponemos un cambio menos pronunciado del tráfico de automóviles en las zonas rurales. La figura 14<sup>145</sup> muestra el reparto modal resultante en las zonas rurales. Esperamos un aumento del tráfico de autobuses hasta el 15%; del tráfico de trenes y de los desplazamientos a pie hasta el 20% y de la bicicleta hasta el 6%. La cuota de motos y autos se mantiene constante en los niveles de 2015.

145 La figura solo muestra los datos de la población que vive en lo que en el modelo se denomina "rural desarrollado".



La Tabla 9 muestra los repartos modales resultantes en los países del Anexo I y No incluidos en el Anexo I para la situación del 2015 y la evolución propuesta según nuestro escenario. La media de los países del Anexo y No incluidos en el Anexo I se extrajo de ITF Transport Outlook 2017<sup>146</sup> para los casos de auto urbano de pasajeros, auto rural de pasajeros y tren rural de pasajeros. Para los países del Anexo I, los porcentajes de autobuses y trenes se han extraído del Statistical Pocketbook 2017<sup>147</sup> statistics on transport for the European Union as an approximation. Los porcentajes de bicicletas y desplazamientos a pie se toman directamente de la Calculadora Global (CG), que distingue entre zonas urbanas y rurales y países desarrollados y en desarrollo. Los porcentajes de las zonas urbanas de los países desarrollados de la CG se toman para los países del Anexo I, y los porcentajes rurales de los países desarrollados de la CG se aplican a los porcentajes rurales de los países del Anexo I. Las cuotas rurales de los países en desarrollo del CG se aplican a las cuotas rurales de los países no incluidos en el Anexo I.

146 [https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2017\\_9789282108000-en](https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2017_9789282108000-en)

147 [https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017\\_en](https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017_en)

## Aumento de la ocupación del auto

Debido a la desincentivación de la propiedad del coche, a los costosos espacios de estacionamiento y a la tendencia a compartir el coche, la ocupación del coche aumenta de 1.6 (1.8 en las zonas rurales) en 2015 a 2.5 personas/coche.

Las ocupaciones de 2015 se extraen del CG para los países del Anexo I. Para los países no incluidos en el Anexo I, las ocupaciones se fijan en un 20% más altas que las de los países del Anexo I. Los datos sobre las tasas de ocupación de los vehículos son difíciles de obtener de una manera consistente en todos los países, ya que la mayoría de las cifras se refieren al caso particular de los autos de pasajeros. En los países del Sur, encontramos tasas de ocupación de automóviles tan bajas como el 1.4 para Sudáfrica<sup>148</sup> y tan altas como el 3.1 para la India<sup>149</sup>. En Pekín (China), el promedio de ocupación de vehículos por viaje se redujo de 1.56 en 2000 a 1.26 personas en 2006, lo que indica un aumento del uso de automóviles solos.<sup>150</sup> Dada tal heterogeneidad, nos apoyamos en los datos del modelo AIM (Asia-pacific Integrated Model)/Transport en Mittal et al 2017.<sup>151</sup> Observamos que las diferencias de ocupación de automóviles entre la UE25 (proxy de los países del Anexo I) y las regiones de Brasil, China y África oscilan entre el +5% y el +32%. Por lo tanto, tomamos el valor en cierta forma intermedio de +20% como representativo de las mayores ocupaciones de vehículos en los países del Sur Global. También aplicamos este factor a todos los tipos de vehículos en la CG (por ejemplo, las ocupaciones de autobuses y trenes en los países no incluidos en el Anexo I son también un 20% más altas que las de los países del Anexo I), lo que refleja la falta de mejores datos para una suposición más informada.

---

148 Merven, B. et al., 2012, Quantifying the Energy Needs of the Transport Sector for South Africa: A Bottom Up Model, Universidad de Ciudad del Cabo.

149 Singh, S., 2006. The demand for road-based passenger mobility in India: 1950-2030 and relevance for developing and developed countries. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 6(3).

150 Darido, G., 2009. Urban Transport and CO2 Emissions: Some Evidence from Chinese Cities (No. 18863). Banco Mundial.

151 Mittal, S. et al., 2017. Key factors influencing the global passenger transport dynamics using the AIM/transport model. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 373-388.

**Tabla 9: Escenario de reparto modal**

		2015	2030	2050
Países del Anexo I (en %)	Auto urbano de pasajeros	64	42	12
	Tren urbano de pasajeros	5	6	7
	Autobús urbano de pasajeros	22	25	31
	Motocicleta urbana de pasajeros	4	3	1
	Bicicleta urbana de pasajeros	1	5	10
	Pasajero urbano a pie	3	19	40
	Auto de pasajeros rural	84	69	40
	Tren rural de pasajeros	6	10	19
	Autobús rural de pasajeros	6	9	15
	Motocicleta rural de pasajeros	1	1	1
	Bicicleta rural de pasajeros	1	2	5
	Pasajero rural a pie	3	9	20
Países no incluidos en el Anexo I (en %)	Auto urbano de pasajeros	48	45	40
	Tren urbano de pasajeros	15	16	19
	Autobús urbano de pasajeros	13	14	15
	Motocicleta urbana de pasajeros	5	5	1
	Bicicleta urbana de pasajeros	6	6	6
	Pasajero urbano a pie	12	15	20
	Auto de pasajeros rural	24	30	40
	Tren rural de pasajeros	20	20	20
	Autobús rural de pasajeros	13	13	15
	Motocicleta rural de pasajeros	14	11	5
	Bicicleta rural de pasajeros	23	20	14
	Pasajero rural a pie	6	6	6

**Tabla 10: Supuestos de ocupación de automóviles**

Variable		2015	2030	2050	
Ocupaciones (personas/transporte)	Países del Anexo I	Motocicleta urbana de pasajeros	1.1	1.2	1.3
		Auto de pasajeros urbano	1.6	1.9	2.5
		Autobús urbano de pasajeros	27	29	32
		Tren urbano de pasajeros	384	417	461
		Auto rural de pasajeros	1.8	2.1	2.5
		Autobús rural de pasajeros	27	29	32
		Tren rural de pasajeros	384	417	461
	Países no incluidos en el Anexo I	Motocicleta urbana de pasajeros	1.3	1.3	1.3
		Auto de pasajeros urbano	1.9	1.9	1.9
		Autobús urbano de pasajeros	32	32	32
		Tren urbano de pasajeros	461	461	461
		Auto rural de pasajeros	2.2	2.2	2.2
		Autobús rural de pasajeros	32	32	32
		Tren rural de pasajeros	461	461	461

Para nuestro escenario, suponemos un aumento lineal de la ocupación de los autos de 2020 a 2050 de hasta 2.5 personas/auto en las zonas urbanas y rurales de los países del Anexo I. También suponemos un aumento del 20% de pasajeros en trenes y autobuses. En los países no incluidos en el Anexo I, suponemos que la ocupación se mantiene constante a partir de 2015.

## Aviación comercial

La tabla 11 muestra el número medio de vuelos por persona de 1991 a 2018 en los países del Anexo I<sup>152</sup> y en los países no incluidos en el Anexo I.<sup>153</sup> Como puede verse, la aviación está distribuida de forma desigual y ha experimentado un aumento en los países del Anexo I y en los países no incluidos en el Anexo I. Para nuestro escenario, suponemos un descenso de los viajes aéreos a partir de 2020 hasta un vuelo por persona en 2025 y 0.33 vuelos por persona en 2050. Para los países no incluidos en el Anexo I, suponemos un aumento constante hasta 0.6 vuelos en 2050. Dado que la aviación no se parametriza ni a través de los km recorridos ni a través del número de vuelos, utilizamos las reducciones relativas descritas anteriormente para llegar a los siguientes datos de pkm:

Tabla 11: Supuestos para la aviación

Variable	Países	2017	2020	2025	2030	2050
Número medio de vuelos por persona	Anexo I	1.74	1.8	1	0.5	0.33
	No-Anexo I	0.31	0.35	0.4	0.5	0.55
Distancia media recorrida en avión/persona (pkm/persona/año)	Anexo I	3277.56	3166.45	1759.14	879.57	580.52
	No-Anexo I	622.48	711.05	888.82	977.7	1066.58
Distancia total (bil.km)	Anexo I	4000.88	4148.05	2304.47	1152.24	760.48
	No-Anexo I	3698.54	4486.74	5608.43	6169.27	6730.11

152 Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial (Banco Mundial). El Anexo I excluye los siguientes países debido a las restricciones de datos: Dinamarca, Estonia, Croacia, Lituania, Letonia, Noruega, República Eslovaca, Eslovenia, Suecia y Ucrania.

153 Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial (Banco Mundial). Debido a las restricciones de datos, los países no incluidos en el Anexo I están representados por: Angola, Emiratos Árabes Unidos, Argentina, Antigua y Barbuda, Burkina Faso, Bangladesh, Bahamas, Bolivia, Brasil, Brunei, Darussalam, Bután, Botsuana, Chile, China, Camerún, Colombia, Cabo Verde, Costa Rica, Cuba, Argelia, Ecuador, Egipto Rep. Árabe, Etiopía, Fiyi, Indonesia, India, Rep. Islámica de Irán, Israel, Jordania, Kenia, Rep. de Corea, Kuwait, RDP de Laos, Libano, Libia, Sri Lanka, Marruecos, Madagascar, México, Myanmar, Mozambique, Mauritania, Mauricio, Malawi, Malasia, Namibia, Nigeria, Pakistán, Panamá, Perú, Filipinas, Papúa Nueva Guinea, Rep. Dem. Popular de Corea, Portugal, Paraguay, Catar, Arabia Saudí, Sudán, Senegal, Singapur, Islas Salomón, El Salvador, Surinam, Seychelles, República Árabe Siria, Tailandia, Tonga, Túnez, Tanzania, Uganda, Venezuela, RB Vietnam, Vanuatu, Yemen, Rep. Sudafricana, Zimbabwe.

## Transporte de mercancías por tierra

El transporte total de mercancías por tierra, incluyendo el realizado por carretera y por ferrocarril aéreo, ascendió a unos 24,103 Gt-kilómetros en 2014, lo que supone un aumento de aproximadamente el 59% en comparación con 1990 (15,098 Gt-kilómetros, cálculos propios basados en las estadísticas de transporte de la OCDE).<sup>154</sup> Para el año 2014, combinamos las cifras de la OCDE y de Rusia para el transporte de mercancías como representante de la demanda de transporte terrestre de mercancías en los países del Anexo I y combinamos las de China e India como representante de los países no incluidos en el Anexo I.

Para los países del Anexo I, suponemos una vuelta a los niveles de 1990 en 2050, lo que significa una reducción lineal del 62%. Para los países no incluidos en el Anexo I, suponemos un aumento del 20% hasta 2050.

Tabla 12: Supuestos para el transporte de mercancías por tierra [Gt/km/año]

	2014	2030	2050
Países del Anexo I	13258	9735	5038
Países no incluidos en el Anexo I	10946	11884	13135

Los valores de transporte nacional e internacional se han tomado de la CG y se han aplicado a ambos conjuntos de países, véase la Tabla 13. Como queremos representar una relocalización del comercio en nuestro escenario, suponemos una reducción a la mitad de la cuota de los viajes internacionales hasta el 9% del total del transporte de mercancías por tierra en los países del Anexo I. Para los países no incluidos en el Anexo I, dejamos constantes los porcentajes.

Tabla 13: Supuestos del transporte terrestre de mercancías nacional e internacional

Variable			2014	2030	2050
Cuota del transporte de mercancías (en %)	Países del Anexo I	Nacional	82	86	91
		Internacional	18	14	9
	Países no incluidos en el Anexo I	Nacional	82	82	82
		Internacional	18	18	18

<sup>154</sup> <https://data.oecd.org/transport/freight-transport.htm>

## Vivienda

### Superficie por persona

Según la base de datos de familias de la OCDE, el hogar medio de la OCDE estaba compuesto por 2.6 personas en 2011.<sup>155</sup> Suponemos una duplicación de personas por hogar desde 2020 hasta 2050, acompañada de un aumento del tamaño de las casas en un 50%, lo que supone una disminución del espacio vital individual en un 25%. Para los países no incluidos en el Anexo I, suponemos una convergencia lineal del espacio de piso por persona, a los niveles del Anexo I, para 2050.

Para el modelo, esa suposición se traduce en una disminución de la superficie de piso por hogar, ya que esta es la métrica utilizada en el modelo. Los valores de m<sup>2</sup> por hogar se obtienen del análisis global de Güneralp et al., 2017.<sup>156</sup> Para los valores urbanos de la tabla 14, suponemos que los valores de la superficie de piso residencial por persona de los países con un ingreso medio superior a 30,000 USD/año son representativos de los países del Anexo I y que los valores de la superficie de piso que suelen encontrarse en los países con un ingreso medio inferior a 5,000 USD/año son representativos de los países no incluidos en el Anexo I.

Tabla 14: Supuestos de superficie por hogar

Variable		2014	2030	2050	
Superficie de los hogares (m <sup>2</sup> /persona)	Países del Anexo I	Urbano	89.9	78.7	67.4
		Rural	101.6	88.5	75.8
	Países no incluidos en el Anexo I	Urbano	53.2	59.5	67.4
		Rural	60.1	67.1	75.8

155 OCDE, 2011. Doing Better for Families, <https://www.oecd.org/social/soc/doing-betterforfamilies.htm>, p. 19.

156 Güneralp, B. et al., 2017. Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use through 2050. Proceedings of the National Academy of Sciences 114.34 (2017), 8945-8950.

## **Número de aparatos (unidades/hogar)**

El modelo abarca los siguientes aparatos: refrigeradoras, lavavajillas, lavadoras, secadoras y televisores. Sugerimos que se mantenga el número de aparatos/hogar. Como suponemos que se duplica el número de personas por hogar, el número de electrodomésticos por persona se reduce a la mitad.

Al mismo tiempo, duplicamos el uso de los electrodomésticos (excepto de las refrigeradoras, que funcionan las 24 horas de todos modos, y no duplicamos del todo los televisores, ya que se pueden compartir) y duplicamos su durabilidad. El efecto resultante es una reducción de la producción de electrodomésticos.

Para los países no incluidos en el Anexo I, suponemos que no hay cambios en el número de aparatos por hogar.

## Sector alimentario

### Consumo de alimentos y dieta

Para los países del Anexo I (ver tabla 15), el consumo total de alimentos de 2014 se equipara a la media de los países desarrollados, 2748 kcal/persona/día, tomada del informe Perspectivas Agrícolas 2015-2024 de la OCDE.<sup>157</sup> A partir del mismo informe, calculamos el consumo medio de calorías en los países no incluidos en el Anexo I tomando la media entre los países "menos desarrollados" y los países en desarrollo, que asciende a 2276 kcal/persona/día. Para los países no incluidos en el Anexo I, en el STS suponemos que el consumo de calorías se mantiene en este nivel medio y que, en 2050, el consumo de calorías por persona sigue siendo de 2276 kcal/persona/día. En el caso de los países del Anexo I, suponemos una reducción de la producción de alimentos que, o bien se deriva de la reducción de la ingesta de calorías por persona a 2100 kcal/día, lo que está en consonancia con las directrices de la OMS, o bien de la reducción del desperdicio de alimentos, que por otra parte no está representada en el modelo.

Tabla 15: Supuestos para el consumo total de calorías

Variable		2014	2030	2050
Consumo de calorías (kcal/persona/año)	Países Anexo I	2748	2424	2100
	Países No-Anexo I	2276	2276	2276

El consumo de carne en los países del Anexo I y en los países no incluidos en el mismo se muestra en la figura 15 y en la tabla 17. La figura muestra el consumo medio de carne en kcal por día y por persona en el mundo, en los países del Anexo I y en los países con una dieta saludable (Chad, Guyana, Mali, Myanmar, Turquía, India) según un informe de Lancet.<sup>158</sup> Para el STS, suponemos una reducción del consumo de carne en los países del Anexo I a 135 kcal/día y

157 <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>

158 Calidad de la dieta entre hombres y mujeres de 187 países en 1990 y 2010: una evaluación sistemática

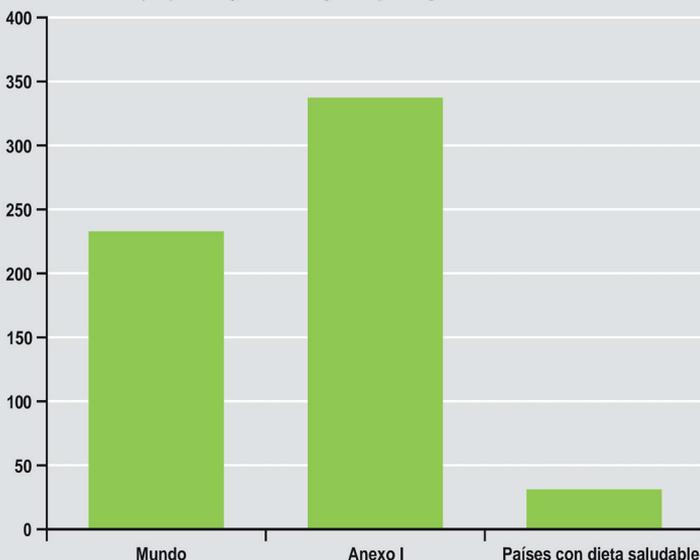
persona para 2030 y niveles constantes de consumo de carne a partir de entonces. 135 kcal/día corresponden aproximadamente a 54g por día. En el caso de los países no incluidos en el Anexo I, suponemos que no hay cambios en el consumo de carne. Para esta categoría, los valores de consumo de carne para 2013 se situaron en unas 173 kcal/persona/día. Los valores se obtuvieron como promedios poblacionales ponderados para las regiones de África, Asia y América del Sur a partir de las Hojas de Balance de Alimentos de la FAO en la base de datos FAOSTAT.

**Tabla 16: Supuestos para calorías de carne**

Variable		2013	2030	2050
Consumo de calorías (kcal/persona/año)	Países Anexo I	344	135	135
	Países No-Anexo I	173	173	173

**Figura 15: Consumo de carne por persona para el mundo, países del Anexo I y países con una dieta saludable (promedios ponderados por población)**

Consumo de carne por persona y día en 2013 [kcal/cápita/día]



Fuente: cálculos propios, basados en: <http://www.fao.org/faostat/en/>

## Carne de rumiantes

Para las emisiones de GEI, el tipo de carne es importante. La carne de rumiantes, como la de vacuno, es más intensiva en CO<sub>2</sub> que la de no rumiantes, como la de cerdo y la de aves de corral. En Europa, Estados Unidos y Canadá, la cuota de calorías de carne de vacuno en el total de calorías de carne era de aproximadamente el 21% en 2013, véase la Tabla 17. Suponemos una reducción lineal de la proporción de carne de rumiantes hasta el 10% en 2050.

En el caso de los países no incluidos en el Anexo I, mantenemos constante la cuota hasta 2013. Aproximamos este valor de la cuota que proviene de rumiantes en el total de calorías de carne tal como se da en la población ponderada media de África, América del Sur y Asia, lo que da como resultado un 14% aproximadamente. Los datos utilizados se extrajeron de las hojas de balance de alimentos de la FAO en la base de datos FAOSTAT.<sup>159</sup>

Tabla 17: Escenario de la cuota de consumo de calorías de carne proveniente de rumiantes

Variable		2013	2030	2050
Cuota de carne de rumiantes (%)	Países Anexo I	21	16	10
	Países No-Anexo I	14	14	14

<sup>159</sup> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

## Parámetros de tecnología, agricultura y uso de la tierra

La siguiente tabla muestra en detalle nuestros supuestos para tecnología, agricultura y uso de la tierra. Para una descripción detallada de los parámetros, remitimos a la documentación de la Calculadora Global.<sup>160</sup>

**Tabla 18: Supuestos tecnológicos del STS**

	2011	2050	Nivel de GC
<b>Transporte</b>			
Eficiencia para auto de pasajero con motor de combustión interna (litros de gasolina equivalente (lge) por 100 km)	8.6	4.3	3
Eficiencia para auto con motor eléctrico (lge por 100 km)	2.4	1.9	3
Eficiencia de carga – camión ligero doméstico (lge por 100 km)	10	5.1	3
Eficiencia de carga – avión internacional (lge por 100 km)	1200	648	3
% de autos urbanos de pasajeros que son de hidrógeno o eléctricos	0	35	3
% de trenes urbanos de pasajeros propulsados por electricidad	90	97	3
% de vehículos ligeros de carga con cero emisiones (eléctricos y de hidrógeno)	0	25	3
% de vehículos ligeros de carga con cero emisiones (por ejemplo, híbridos)	0	15	3
<b>Edificios y aparatos</b>			
Índice de pérdida de calor de los hogares urbanos (giga vatios/millones de hectáreas °C)	17	6	3
Índice de pérdida de calor para los hogares rurales GW (Mha)	19	6	3
Índice de pérdida de calor en edificios no residenciales GW (M ha)	15	6	3

<sup>160</sup> <http://www.globalcalculator.org/>

% de calefacción de espacios utilizando tecnologías bajas en carbono (bombas de calor y energía solar)	2	45	
% de enfriamiento de espacios usando energía solar	0	15	3
% de sistemas de agua caliente que utilizan agua calentada por sol	3	50	3
% de cocinas que utilizan electricidad	20	68	3
% de bombillas LED	0	50	3
Potencia utilizada por un televisor urbano medio (vatios)	250	192	3
Potencia utilizada por un refrigerador urbano medio (vatios)	66	40	3
<b>Manufactura</b>			
Proporción de productos que habrían sido hechos de acero en 2011 pero que en su lugar están hechos de madera	0	3.5	3
Proporción de productos que habrían sido hechos de acero en 2011 pero que en su lugar están hechos de aluminio	0	1	3
Proporción de productos que habrían sido hechos de acero en 2011 pero que en su lugar están hechos de plástico	0	0.5	3
Proporción de productos que se habrían fabricado con cemento en 2011 pero que en su lugar se han fabricado con madera	0	8	3
Proporción de productos que se habrían fabricado con cemento en 2011 pero que en su lugar se han fabricado con plástico	0	2.5	3
Mejoras en la eficiencia energética de los actuales procesos tradicionales de producción de acero en hornos de fundición (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de acero, en comparación con 2011)	0	7	3
Mejoras en la eficiencia energética de los actuales procesos de producción de aluminio primario (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de aluminio, en comparación con 2011)	0	5	3
Mejoras en la eficiencia energética de los actuales procesos de producción de aluminio reciclado (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de aluminio en comparación con 2011)	0	5	3
Cambios hacia diferentes procesos de producción de Químicos de Alto Valor (HVC por sus siglas en inglés), provocando una reducción de la energía necesaria para producir HVC (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de HVC, en comparación con 2011)	0	10	3
Mejoras en la eficiencia energética de los procesos actuales de producción de HVC (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de HVC, en comparación con 2011)	0	10	3
Mejoras en la eficiencia energética de los procesos actuales de producción de amoníaco (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de amoníaco, en comparación con 2011)	0	15	3

Mejoras en la eficiencia de los procesos actuales de producción de metanol (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de metanol, en comparación con 2011)	0	15	3
Cambio hacia diferentes procesos de producción de papel virgen, provocando una reducción de la energía necesaria para producir papel virgen (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de papel, en comparación con 2011)	0	10	3
Mejoras en la eficiencia energética de los procesos actuales de producción de papel virgen (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de papel, en comparación con 2011)	0	30	3
Mejoras en la eficiencia energética de los procesos actuales de producción de papel reciclado (% de reducción de la energía necesaria para producir 1 tonelada de papel, en comparación con 2011)	0	30	3
Emisiones globales capturadas mediante CAC	0	0	1
Eliminación de gases de efecto invernadero (Gt CO <sub>2</sub> /año)	0	0	1
<b>Generación de energía</b>			
Aumento del % promedio mundial del rendimiento de los cultivos energéticos, en comparación con 2011	0	20	1
Rendimiento promedio mundial de los cultivos energéticos (W por m <sup>2</sup> )	0.38	0.46	1
Rendimiento promedio mundial en masa de cultivos energéticos, si se trata de cultivos energéticos leñosos (18 megajulios por kg medidos como Valor Calorífico Inferior (VCI))	7	8	1
% promedio mundial de bioenergía total como líquido	40	20	1
% promedio mundial de bioenergía total como sólido	60	80	1
Cuota de carbón (y posiblemente de biomasa)	61	0	3
Cuota de petróleo	7	0	3
Cuota de gas natural	32	100	3
% de plantas de combustible de carbón (posiblemente de biomasa) que son más eficientes (ya sean ultra-supercríticas o supercríticas)	25	50	3
% de plantas de combustible de petróleo que son más eficientes	30	65	3
% de plantas de combustible de gas natural que son más eficientes (turbinas de gas de ciclo combinado)	65	100	3
GW de capacidad de energía nuclear	364	0	1
GW de capacidad de energía eólica	238	4710	4
TWh de electricidad eólica generada anualmente (neta)	440	13184	4
GW de capacidad hidroeléctrica	970	2101	4

TWhde electricidad hidroeléctrica generada anualmente (neta)	3656	7919	4
GW de capacidad de energía marina	0.5	237	4
TWh de electricidad marina generada anualmente (neta)	1	623	4
GW de capacidad total de energía solar	71	4149	4
TWhde electricidad solar total generada anualmente (neta)	63	10400	4
GW de capacidad de almacenamiento de electricidad	11	289	4
TWh de electricidad geotérmica generada anualmente (neta)	73	2153	4
GW de capacidad de almacenamiento de electricidad	120	800	4
<b>Tierra y alimentos</b>			
Aumento del rendimiento medio mundial de los cultivos (% del rendimiento de 2011)	100	100	1
Rendimiento medio mundial de la energía de alimentos cosechada de los cultivos de alimentos (W/m <sup>2</sup> )	0.1	0.1	1
% promedio mundial de carne de vacas y otros bovinos procedentes de animales en sistemas confinados	6	0	1
% promedio mundial de carne de ovejas y cabras procedente de animales en sistemas confinados	1	0	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de las vacas y otros bovinos en sistemas confinados (% de energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	5	5	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de ovejas y cabras en sistemas confinados (% de energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	5	5	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de las aves de corral en sistemas confinados (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	24.4	24.4	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de los cerdos en sistemas confinados (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	27.1	27.1	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de la leche de vacas producida en sistemas confinados (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía de la leche)	7.8	7.8	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de los huevos producidos en sistemas confinados (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía de los huevos)	13	13	1
Promedio mundial de vacas y otros bovinos por hectárea de pasto	0.6	0.6	1
Promedio mundial de ovejas y cabras por hectárea de pasto	3.1	3.1	1

Eficiencia de conversión alimenticia de las vacas para carne y otros bovinos alimentados con pastos (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	2	2	1
Eficiencia de la conversión alimenticia de ovejas y cabras alimentadas con pastos (% de la energía de entrada de biomasa convertida en energía cárnica)	2	2	1
% de residuos de cultivos en granja que se recogen para la generación de energía	10	10	1
% del contenido energético de los cultivos cosechados que se desperdicia a lo largo de la cadena de valor alimentaria (entre la granja y el consumo)	24	10	1
% del contenido energético de la carne que se desperdicia a lo largo de la cadena de valor alimentaria (entre la granja y el consumo)	19	5	1
% recolectado de energía procedente de cosechas desperdiciadas, o bioenergía	1	30	1
% recolectado de energía procedente de carne desperdiciada, o bioenergía	1	30	1
% recolectado de energía procedente de productos lácteos desechados, o bioenergía	0.1	10	1

## **ANEXO 2 - SOBRE EL SECUESTRO DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE DE ENFOQUES BASADOS EN LOS ECOSISTEMAS Y LA FALACIA DEL "CERO NETO"**

### **Enfoques de justicia climática y basados en los ecosistemas en el sector de la tierra**

Existe un intenso debate científico y político en torno al potencial de los enfoques basados en los ecosistemas y otros enfoques de justicia climática en el sector de la tierra para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global a 1.5 °C.<sup>161</sup> Un estudio importante desde la perspectiva de la justicia climática es el de 2018 "Missing Pathways to 1.5°C - The role of the land sector in ambitious climate action", publicado por la Alianza Clima, Tierra, Ambición y Derechos (CLARA por sus siglas en inglés).<sup>162</sup> El informe examina el potencial de mitigación y secuestro de carbono en la transformación de la agricultura y en la protección y restauración cuidadosa de los bosques y otros ecosistemas naturales.

Muestra cómo los enfoques basados en los ecosistemas en el sector de la tierra y los cambios del sistema agroecológico en la producción y el consumo de alimentos podrían aportar más de 13 Gt

---

161 Véase Griscom, B.W. et al., 2017. Natural Climate Solutions, PNAS, 114(44), 11645-11650 para el trabajo académico que contribuyó a iniciar el debate sobre los potenciales de las NBS en el contexto climático; hoy en día existen muchos programas de investigación, conferencias internacionales e iniciativas multilaterales y empresariales en el ámbito de las NBS.

162 CLARA es una red internacional de la sociedad civil formada por organizaciones y movimientos que trabajan por un enfoque de la mitigación del cambio climático en el sector de la tierra basado en los derechos y los ecosistemas. Informe: Dooley, K. y Stabinski, D., 2018. Missing Pathways to 1.5°C: The role of the land sector in ambitious climate action, Climate Land Ambition and Rights Alliance, <https://www.climatelandambitionrightsalliance.org/report>. El resto de esta subsección se basa en datos e información del informe "Missing Pathways" de CLARA.

de CO<sub>2</sub>eq/año en emisiones evitadas, y casi 10 Gt de CO<sub>2</sub>eq/año en carbono secuestrado en la biosfera para 2050. Una prioridad clave identificada en el informe es el fortalecimiento de los sistemas de tenencia comunitarios, ya que las tierras y los bosques gestionados por las comunidades siguen protegiendo grandes cantidades de carbono almacenado en ellos como reservas de carbono.<sup>163</sup>

Estos tres pilares clave se basan en las siguientes estrategias más específicas de mitigación y adaptación al clima en el sector de la tierra.

### **Fortalecimiento de los derechos territoriales indígenas y comunitarios**

Más de 1.000 Gt de CO<sub>2</sub> están almacenadas en tierras gestionadas colectivamente en todos los biomas forestales. Esta cifra, de hecho, representa solo una fracción del carbono almacenado actualmente en las tierras gestionadas colectivamente, ya que se carece de datos sobre grandes áreas. Los pueblos indígenas y las comunidades locales suelen estar a la vanguardia de la lucha contra la deforestación a través de la agricultura y la minería de productos básicos. La gestión forestal indígena y comunitaria ha protegido muchos ecosistemas forestales durante siglos y también ha salvaguardado la biodiversidad, la seguridad alimentaria y los medios de vida de las personas y las comunidades, al tiempo que ha protegido el carbono almacenado en esos bosques. Sin embargo, los derechos de tenencia de la tierra son a menudo inseguros. Por lo tanto, un primer paso clave es fortalecer y asegurar los derechos de las tierras indígenas y comunitarias.<sup>164</sup>

### **Restaurar los bosques y otros ecosistemas**

Es necesario detener inmediatamente la pérdida y degradación adicional de los bosques primarios, las turberas y los pastizales debido a su conversión en tierras de cultivo. La protección de los ecosistemas existentes debe ser la primera prioridad a la hora de abordar las crisis

---

163 Dooley y Stabinski, 2018, *ibid*, p. 3.

164 Véase la parte 1, págs. 5 y ss. del informe de CLARA "Missing Pathways to 1.5°C".

del clima y la biodiversidad, debido al carbono que almacenan, que no debe liberarse a la atmósfera. Los ecosistemas naturales biodiversos son también parte integral de la adaptación al cambio climático.

Además, existe potencial en la restauración cuidadosa y ecológica de los ecosistemas degradados. Permitir que los bosques secundarios se recuperen completamente hasta convertirse en bosques primarios es la mejor estrategia de mitigación. Esta recuperación debe incluir tiempos de rotación más largos y tasas de cosecha reducidas. Y lo que es más importante, el potencial de secuestro de la restauración de los ecosistemas puede lograrse sin necesidad de más tierras.

La ampliación de la superficie de los bosques naturales es una tercera estrategia clave. La restauración de la cubierta forestal es especialmente importante para proteger los bosques primarios restantes y ayuda a ampliar la superficie de bosques primarios intactos. Desde el punto de vista del clima y la biodiversidad, la regeneración natural o asistida de los bosques nativos es la intervención más eficaz. Las plantaciones de monocultivos de árboles, por el contrario, tienen tasas mucho más bajas de secuestro, mayores riesgos de reversión (cuando el CO<sub>2</sub> secuestrado se libera de nuevo a la atmósfera a través de las moscas forestales, por ejemplo) y también tienen un menor valor para los medios de vida y el sustento de las comunidades locales.<sup>165</sup>

## **Transformar la agricultura**

Un cambio de la agricultura industrial hacia la –en términos generales y utilizado en el informe CLARA en un sentido holístico–, agroecología, permite una reducción de emisiones mucho mayor y un potencial de secuestro en la agricultura. Las emisiones de la agricultura pueden reducirse mediante enfoques agroecológicos de la producción de alimentos, la reducción del uso de fertilizantes sintéticos con nitrógeno y los cambios en el cultivo del arroz que reducen las emisiones de metano. Otra opción significativa de mitigación es cambiar la forma de producir carne y productos lácteos. El enfoque general consistiría en producir menos y mejor ganado limitando la producción de piensos y recurriendo a los pastizales naturales y a los residuos de alimentos para alimentar al ganado ("enfoque ecológico de las sobras"). Este enfoque implica reducir el número total de cabezas de ganado y, por

---

<sup>165</sup> Véase la parte 2, págs. 9 y ss. del informe de CLARA "Missing Pathways to 1.5°C".

tanto, la cantidad de carne y lácteos producidos y consumidos.

Otras reducciones de las emisiones provienen de dietas más saludables (y, por tanto, de menores cantidades de carne, lácteos y consumo general de calorías, de forma similar a los supuestos del STS), que también hacen que la tierra cultivable esté disponible para la restauración o el cambio del sistema alimentario. La transformación de los sistemas alimentarios incluiría la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, la reducción del número de millas recorridas por los alimentos y la reducción de los invernaderos calentados con combustibles fósiles.

Además, cuando la agrosilvicultura es posible, la integración de los árboles en los paisajes agrícolas puede secuestrar CO<sub>2</sub> y aumentar la diversidad agrobiológica.<sup>166</sup>

## **Limitaciones de los enfoques basados en los ecosistemas**

Muchos de los enfoques basados en los derechos y en los basados en los ecosistemas en el sector de la tierra no pueden ser modelados por la Calculadora Global (o por cualquier IAM, en realidad). Esta limitación es especialmente cierta en el caso del cambio hacia prácticas agroecológicas, el fortalecimiento de los derechos comunales sobre la tierra para proteger los ecosistemas ricos en carbono existentes y la restauración de ecosistemas naturales complejos.

Sin embargo, investigaciones de abajo arriba y cualitativas como el informe de CLARA "Missing Pathways to 1.5°C" muestran que estos enfoques son claramente factibles y están listos para ser implementados, y que el CO<sub>2</sub> secuestrado en ecosistemas naturales ricos en biodiversidad se almacena de forma más estable que, por ejemplo, el de las plantaciones forestales de monocultivos.<sup>167</sup> o obstante, existen preocupaciones legítimas en torno a la estabilidad de los ecosistemas y, por consiguiente, en torno a cualquier CO<sub>2</sub> almacenado en los ecosistemas naturales. Una serie de preocupaciones tiene que ver con la incertidumbre de los impactos del cambio climático (como las inundaciones, las sequías y las hambrunas) y cómo afectarán a la estabili-

166 Véase la parte 3, pp. 21 y ss. del informe de CLARA "Missing Pathways to 1.5°C".

167 Dooley y Stabinski, 2018. Missing Pathways to 1.5°C.

dad e integridad de nuestros ecosistemas.<sup>168</sup> El otro conjunto de preocupaciones es político: Un ecosistema forestal natural (o cualquier otro ecosistema natural) puede restaurarse hoy en una zona o región concreta, pero hay pocas garantías de que las futuras decisiones políticas (o económicas) no reviertan los progresos realizados.

Por lo tanto, aunque apoyamos –y creemos que necesitamos urgentemente– los enfoques basados en los ecosistemas para hacer frente a las crisis entrelazadas del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la extinción de especies, la degradación de los ecosistemas y del suelo, la inseguridad alimentaria, el hambre y la malnutrición, advertimos que no debemos utilizar estos enfoques como sustituto de acciones drásticas de mitigación ahora. Desde nuestra perspectiva, el potencial de los ecosistemas naturales –tanto su protección como su cuidadosa restauración– se ve mejor como un amortiguador, como una red de seguridad.

Por ambas razones –porque no es posible incorporar plenamente el potencial de los enfoques basados en los ecosistemas en el STS y porque desconfiamos de que se utilicen como un sustituto de las reducciones de emisiones–, elegimos deliberadamente subestimar el potencial de los enfoques basados en los ecosistemas para reducir el CO<sub>2</sub> en el STS. En su lugar, mostramos que es posible limitar el calentamiento global a 1.5 °C sin "emisiones negativas" a gran escala ni otras tecnologías de geoingeniería.

## **La falacia del "cero neto" y la geoingeniería basada en la tierra**

Los gobiernos, las iniciativas multilaterales y también los actores corporativos propagan cada vez más las llamadas "Soluciones Climáticas Naturales" o "Soluciones Basadas en la Naturaleza" (NBS por sus siglas en inglés) como solución a la crisis climática. En el contexto de la creciente ola de planes y promesas de "cero neto"<sup>169</sup>, existe el riesgo específico de que las NBS se utilicen como sustituto de la mitigación real de las emisiones fósiles e industriales. El concepto de

---

168 Seddon, N. et al., 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges, *Phil. Trans. R. Soc. B* 375: 20190120.

169 Para una visión general, véase Institute for Carbon Removal Law and Policy, 2020. Carbon Removal Corporate Action Tracker, <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vf--uXsf6fo7MuNpPya2Kz82Dxte0hHgtOXimgpRA3c/edit#gid=0> (consultado por última vez el 14 de octubre de 2020).

"cero neto" corre el riesgo de diluir la ambición climática al apostar por las llamadas "emisiones negativas" generadas a través de lo que se empaqueta como Soluciones Basadas en la Naturaleza, o a través de la eliminación tecnológica del dióxido de carbono (CDR), un conjunto de tecnologías de geoingeniería, para compensar las emisiones de GEI en lugar de reducirlas drásticamente.

Además, no todo lo que se presenta como "solución basada en la naturaleza" es realmente bueno para el clima o la biodiversidad. Las plantaciones de monocultivos a gran escala o la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS), por ejemplo, no trabajan realmente con la naturaleza o los ecosistemas naturales, sino que tienden a fomentar su destrucción.<sup>170</sup> Además, las NBS pueden dar lugar a un lavado de cara verde ("greenwashing") por parte de las empresas, a prácticas de compensación perjudiciales y a la acaparamiento de tierras.<sup>171</sup> Por lo tanto, hay que ser cauteloso a la hora de abordar el tema de las NBS, así como el concepto y la aplicación de las promesas y los planes "cero neto".

Por último, una nota sobre la eliminación tecnológica del dióxido de carbono (CDR): Ninguna de las tecnologías de geoingeniería propuestas para eliminar a escala el CO<sub>2</sub> de la atmósfera está actualmente disponible o lista para su despliegue. Además, no se sabe si alguna de ellas llegará a existir y, en caso de que estuvieran disponibles, si serían capaces de eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera si se tienen en cuenta las emisiones de todo el ciclo de vida.

Todas las tecnologías CDR propuestas implican un consumo a gran escala de recursos, tales como los de la energía, la tierra, el agua y los minerales. Para eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera en los órdenes de magnitud previstos en muchos de los modelos IAM, habría que crear nuevas megaindustrias que operaran a nivel transnacional. La cantidad de energía y recursos consumidos por esas industrias de eliminación de carbono, y las emisiones asociadas a ellas, probablemente anulen cualquier reducción potencial de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

---

170 Biofuelwatch y la Fundación Heinrich Boell, 2017. The risks of large-scale bio-sequestration in the context of Carbon Dioxide Removal, <https://www.boell.de/en/2017/10/11/risks-large-scale-biosequestration-context-carbon-dioxide-removal>

171 Para un análisis más exhaustivo de las falacias y los problemas asociados a las NBS, véase Third World Network y African Centre for Biodiversity, 2020. Nature-based solutions or naturebased seductions?, <https://www.acbio.org.za/sites/default/files/documents/202009/twn-briefing-paper.pdf>

Las tecnologías de geoingeniería como enfoques para solucionar la crisis climática también son fundamentalmente injustas. Trasladan la carga de los riesgos y los impactos adversos de esas tecnologías a los que ya están más afectados por el cambio climático y que menos han contribuido a las causas del problema. Las enormes necesidades de tierra, agua, energía y otros recursos naturales afectarían a la seguridad alimentaria de millones de personas y su acceso a la tierra y al agua, y probablemente desencadenaría más conflictos por la tierra y los recursos, a la vez que proporcionaría la excusa perfecta para que las industrias contaminantes sigan impidiendo y retrasando la transición hacia un futuro justo desde el punto de vista climático.<sup>172</sup>

En cuanto a la viabilidad tecnológica, también cabe destacar que muchas tecnologías de CDR se basan en la Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC). La CAC todavía no está disponible a escala y actualmente solo es económicamente viable en el contexto de la Recuperación Mejorada de Petróleo (EOR por sus siglas en inglés), que es el propósito inicial de esta tecnología desarrollada por la industria petrolera: La EOR, también llamada recuperación terciaria de petróleo, es un proceso por el que se inyectan gases (como el CO<sub>2</sub>) en yacimientos de petróleo casi agotados con el objetivo de sacar los últimos barriles para la producción de petróleo. Por razones obvias, el resultado es más emisión de CO<sub>2</sub> en lugar de menos. Tampoco está muy claro si será posible almacenar permanentemente el CO<sub>2</sub> en las formaciones geológicas previstas para ello y en qué medida se producirán fugas, terremotos y contaminación de las aguas subterráneas, entre otros posibles efectos secundarios.<sup>173</sup>

Por todas estas razones, nos oponemos rotundamente a la geoingeniería y a su promoción como solución a la crisis climática, por lo que hemos excluido de nuestro modelo cualquier tecnología de geoingeniería, incluida la CAC.

---

172 Para un análisis en profundidad de las tecnologías CDR, sus impactos y problemas, véase: Grupo ETC, Biofuelwatch y Fundación Heinrich Boell, 2017. The Big Bad Fix. The Case Against Climate Geoengineering, <https://www.boell.de/en/2017/12/01/big-bad-fix-case-against-geoengineering>, en particular los capítulos 2 y 4; y Center for International Environmental Law (CIEL), 2019. Fuel to the Fire: How Geoengineering Threatens to Entrench Fossil Fuels and Accelerate the Climate Crisis, [https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/CIEL\\_FUEL-TO-THE-FIRE\\_How-Geoengineering-Threatens-to-Entrench-Fossil-Fuels-and-Accelerate-the-Climate-Crisis\\_February-2019.pdf](https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/CIEL_FUEL-TO-THE-FIRE_How-Geoengineering-Threatens-to-Entrench-Fossil-Fuels-and-Accelerate-the-Climate-Crisis_February-2019.pdf)

173 GeoengineeringMonitor, 2020. Technology Briefing: Carbon Capture Use and Storage, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2020/10/carbon-capture-and-storage/>

## Un escenario de transformación social para mantenerse por debajo de 1.5°C

Para detener el cambio climático, tenemos que limitar el calentamiento global a 1.5°C. Pero, ¿podemos alcanzar aún este objetivo? Y si es así, ¿qué caminos puede tomar la sociedad para transitar hacia una economía climáticamente justa? Un criterio importante que se desprende de ello es la necesidad de que las emisiones mundiales lleguen a cero neto en 2050, según afirma el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su "Informe Especial sobre el Calentamiento Global a 1.5°C". Un problema importante de este y otros escenarios es que prácticamente todos dependen de un crecimiento económico mundial continuado.

La Fundación Heinrich Böll y el Konzeptwerk Neue Ökonomie se dieron cuenta de la importancia de ampliar la perspectiva del debate y considerar vías sociales que actualmente no se incluyen ni en los informes del IPCC ni en el debate público. Junto con investigadores de la ingeniería y de las ciencias naturales y sociales, la Fundación Heinrich Böll y el Konzeptwerk Neue Ökonomie desarrollaron un "Escenario de transformación social" para esta publicación: un escenario de mitigación climática global que explora los efectos climáticos de limitar la producción y el consumo globales y de prever una transformación social más amplia que acompañe a estas transformaciones para alcanzar una buena vida para todos.

### Heinrich-Böll-Stiftung

La Fundación Política Verde  
Schumannstraße 8, 10117 Berlín  
030 285340 info@boell.de www.boell.de