



SCIENCE  
BASED  
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

info@sciencebasedtargets.org  
www.sciencebasedtargets.org



www.facebook.com/ScienceBasedTargets



www.twitter.com/sciencetargets

---

## Fundamentos para el Establecimiento de Objetivos Basados en Ciencia

*TWG-INF-002 / Versión 4.1*

*Abril, 2020*

*Traducción al español Foundations of Science-based Target Setting  
01 de octubre 2020*



SCIENCE  
BASED  
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

PARTNER ORGANIZATIONS



## Tabla de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Métodos para establecer objetivos.....</b>	<b>5</b>
Presupuesto de GEI .....	Error! Bookmark not defined.
Escenarios de emisiones .....	Error! Bookmark not defined.
Enfoque de asignación .....	6
Elaboración de métodos en la iniciativa SBT .....	7
<i>Recuadro 1. Entendiendo los escenarios .....</i>	<i>7</i>
<i>Recuadro 2. Determinando presupuestos apropiados de GEI.....</i>	<i>9</i>
<b>3. Métodos y escenarios actualmente respaldados por la iniciativa SBT.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Contracción Absoluta.....</b>	<b>11</b>
Determinación del envoltorio de escenarios .....	11
Resultados .....	19
<b>3.2 Enfoque Sectorial de Descarbonización .....</b>	<b>22</b>
Resumen.....	22
Modelado de escenarios del Reporte sobre Perspectivas de Tecnología en Energía (ETP) .....	22
<i>Recuadro 3. Revisión de escenarios ETP .....</i>	<i>23</i>
El método de establecimiento de metas ESD .....	24
Alcances .....	25
Comparación de los escenarios de reducción de emisiones de la AIE con los escenarios de WB-2 °C y de 1.5 °C.....	26
Cambios en el método y la herramienta SDA.....	29
<i>Recuadro 4. Ajustes en la ecuación del parámetro de participación en el mercado en el método SDA .....</i>	<i>30</i>
<b>3.3 Objetivos de intensidad económica .....</b>	<b>31</b>
<b>4. Alcance 3 .....</b>	<b>32</b>
<b>5. Referencias .....</b>	<b>33</b>
<b>6. Apéndice 1. Escenarios eliminados en cada paso durante el proceso de evaluación.....</b>	<b>36</b>
<b>6.1 Envoltorio de escenarios de 1.5 °C.....</b>	<b>36</b>
<b>6.2 Envoltorio de escenarios de WB-2 °C .....</b>	<b>37</b>

7. Apéndice 2. Comparación del envoltorio de escenarios con las SSPs.....	39
8. Apéndice 3. Grupo Asesor Científico.....	42
9. Antecedentes del documento .....	43

## 1. Introducción

Un aspecto central de la misión de la iniciativa Science Based Targets (SBTi, Objetivos Basados en Ciencia) es asegurar que las empresas cuenten con las herramientas necesarias para establecer objetivos alineados con la ciencia climática, reconociendo el dinamismo y los diferentes matices de esta ciencia. Dada esta complejidad, la iniciativa SBT desempeña un papel fundamental en el desarrollo de investigaciones y análisis exhaustivos, así como consultas con científicos y profesionales de la sostenibilidad, con el objetivo de crear métodos para establecer objetivos basados en ciencia (SBT) que sean transparentes, sólidos y viables.

Este documento describe el marco sobre el cual se basa la iniciativa SBT para desarrollar métodos para establecer objetivos que se alineen con la ciencia y para evaluar los escenarios de emisiones asociados con estos métodos. En el espíritu de transparencia y reconocimiento del valor de compartir una descripción completa del enfoque de la iniciativa SBT, el presente documento incluye una cantidad sustancial de detalles analíticos y especifica cómo un diverso cuerpo de investigación se refleja en métodos respaldados por la Iniciativa SBT. La audiencia a la que se dirige este documento incluye investigadores, expertos en sostenibilidad involucrados en el desarrollo específico del sector y lectores que deseen comprender los fundamentos técnicos de los métodos de la iniciativa SBT. Para una guía práctica para establecer SBTs, favor de referirse al [Manual para el Establecimiento de Objetivos Basados en Ciencia \(Science-based Target Setting Manual\)](#).

### 1.1 Resumen

La sección 2 retrata una visión general de cómo se relacionan los SBTs con la ciencia del clima. En la sección 2.1, se describe un esquema de los métodos para establecer objetivos. En el recuadro 1, se explica la relación entre los escenarios y la selección de los métodos para establecer SBTs y los principios clave de un escenario; posteriormente, en el recuadro 2, se plantea un debate sobre los presupuestos de emisiones, según se consideren pertinentes al establecer objetivos.

La sección 3 contiene una explicación completa sobre cómo la iniciativa SBT ha actualizado dos métodos clave para establecer objetivos—el de contracción absoluta y el Enfoque Sectorial de Descarbonización -ESD (SDA, por sus siglas en inglés, Sectoral Decarbonization Approach)—con el fin de brindar a las empresas la oportunidad de establecer SBTs en línea con 1.5 °C y muy por debajo de 2 °C (WB-2 °C); así como una breve descripción de la actual postura de la iniciativa SBT en cuanto a un método de intensidad económica para establecer objetivos. En la sección

3.1, sobre la contracción absoluta, se detalla un proceso actualizable que se utiliza para definir el envoltorio de escenarios globales de emisiones alineados con los principios clave de cada nivel de calentamiento. La sección 3.2, sobre el SDA, proporciona una descripción del método y en el recuadro 3 se explican las trayectorias sectoriales que lo sustentan. En el recuadro 4, se aclara el ajuste que se realizó en términos del establecimiento de objetivos en la herramienta para establecer Objetivos Basados en Ciencia del SDA. La sección 3.3. ofrece un breve resumen del método de “Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Por Unidad de Valor Agregado” (*Greenhouse Gas Emissions per Unit of Value Added, GEVA*), que actualmente se limita al alcance 3 para determinar la ambición mínima del objetivo.

En la sección 4 se identifican los desafíos asociados con el establecimiento de objetivos de alcance 3 y se justifica la razón por la cual los criterios para los objetivos de alcance 1 y/o 2 son diferentes a los del alcance 3.

## 2. Antecedentes

### 2.1 Métodos para establecer objetivos

Los métodos avalados por la iniciativa SBT son marcos instructivos que las empresas pueden utilizar para establecer objetivos de reducción de emisiones consistentes con la mejor ciencia climática disponible. Estos métodos se desarrollan a partir de tres elementos principales: un presupuesto de los gases de efecto invernadero (GEI), un conjunto de escenarios de emisiones y un enfoque de asignación. El proceso de la iniciativa SBT para desarrollar un método comienza al seleccionar un conjunto representativo de escenarios de emisiones que se consideren plausibles, responsables, objetivos, consistentes y alineados a una meta específica de temperatura (1.5 °C o muy por debajo de 2 °C de calentamiento global). En general, los escenarios de la iniciativa SBT no deben exceder el presupuesto de GEI asociado con el objetivo de temperatura, antes de alcanzar las emisiones netas cero globales, entre otros criterios que deben cumplir. Se utiliza un enfoque de asignación para traducir la ruta de emisiones global o sectorial en requisitos prácticos que alineen las emisiones de la empresa con dicha ruta.

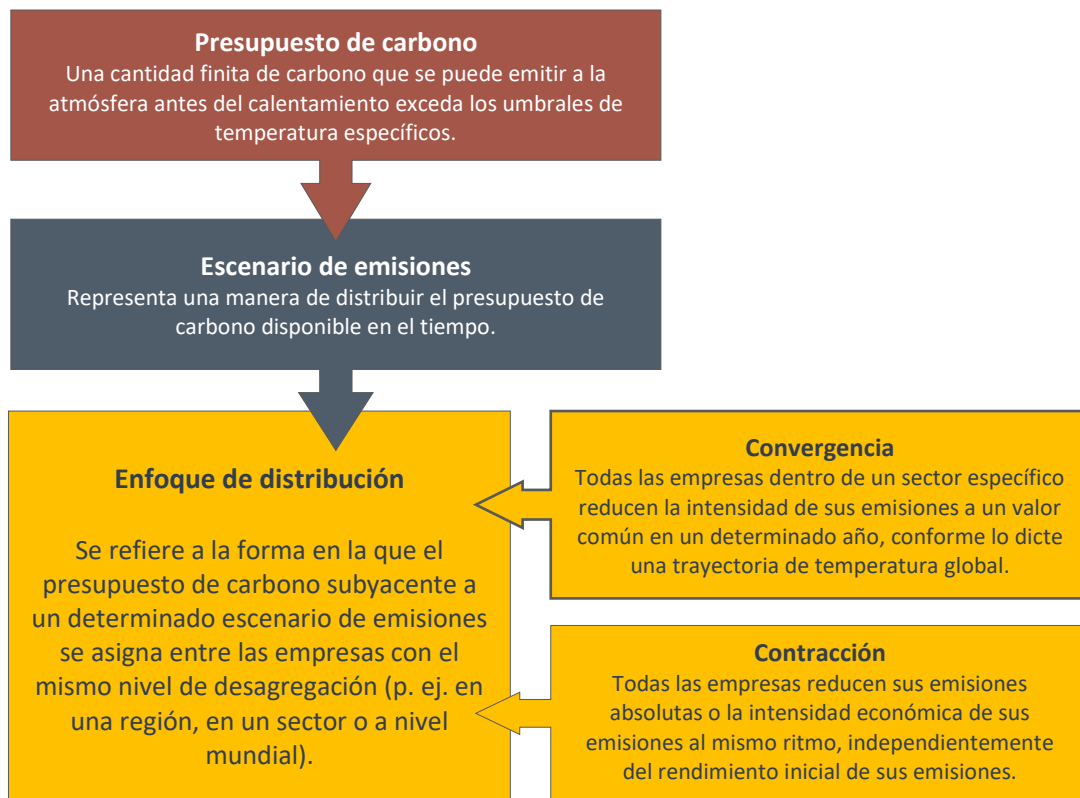


Figura 1. Esquema de elementos para establecer objetivos (es importante tomar en cuenta que la iniciativa SBT utiliza **presupuestos de GEI**, en lugar de **presupuestos de carbono**, cuando aplique).

cinco diferentes Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés), las cuales representan diversas estimaciones relacionadas con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el alcance de la futura dependencia de los combustibles fósiles y el grado de coordinación mundial. En las siguientes secciones, se puede encontrar una descripción más detallada de los escenarios.

### **Enfoque de asignación**

El enfoque de asignación se refiere a la manera en la que se distribuye el presupuesto de carbono subyacente a un escenario de emisiones entre las empresas con el mismo nivel de desagregación (p. ej., en una región, en un sector o a nivel global).

Los métodos de la iniciativa SBT citados en este manual, utilizan dos enfoques principales para distribuir emisiones a nivel empresarial:

- 1. Convergencia:** todas las empresas dentro de un sector reducen la intensidad de sus emisiones a un valor común en un cierto año conforme lo dicte una trayectoria global de emisiones (p. ej., la intensidad de emisiones de todas las empresas de electricidad converge en un máximo de 29 g CO<sub>2</sub>e por kWh de electricidad para 2050). El nivel de responsabilidad de reducción que se le exige a una empresa varía dependiendo de su intensidad de carbono inicial y su tasa de crecimiento en relación con las demás empresas dentro del mismo sector, así como de la intensidad de las emisiones de todo el sector compatible con la ruta global de emisiones. El enfoque de convergencia sólo se puede utilizar para escenarios de emisiones específicos de un sector y con métricas de intensidad física (p. ej., toneladas de GEI por tonelada de producto o MWh generados).
- 2. Contracción:** todas las empresas reducen sus emisiones absolutas o su intensidad económica de emisiones (p. ej., toneladas de GEI por unidad de valor agregado) al mismo ritmo, independientemente del rendimiento inicial de sus emisiones, y no tienen que converger en un nivel de emisiones común. El enfoque de contracción puede utilizarse para escenarios de emisiones sectoriales o globales.

La iniciativa SBT promueve el Enfoque Sectorial de Descarbonización (SDA en inglés), que emplea los presupuestos sectoriales del Reporte Perspectivas Tecnológicas de la Energía (ETP, por sus siglas en inglés) de la AIE, para objetivos de intensidad física y el enfoque de contracción absoluta para objetivos absolutos. En teoría, el enfoque de contracción también puede emplearse para determinar objetivos de intensidad económica. El método de emisiones de gases efecto invernadero por unidad de valor agregado (GEVA) equipara un presupuesto de carbono al PIB total y la participación de una empresa en las emisiones está determinada por su beneficio bruto, ya que la suma de los beneficios brutos mundiales de todas las empresas equivale al PIB mundial. Sin embargo, la aplicabilidad de este método se limita actualmente a la

modelación de los objetivos de alcance 3, ya que podría no restringir las emisiones globales a un presupuesto especificado en su formulación actual.

### **Elaboración de métodos en la iniciativa SBT**

La relación que existe entre estos tres elementos es conceptualmente sencilla, pero compleja en la práctica. Cada elemento engloba diferentes suposiciones e incertidumbres, que varían en función del objetivo de temperatura y que deben ser consideradas de manera conjunta. Por ejemplo, el presupuesto de GEI para WB-2°C es menos relevante para el calentamiento a largo plazo que el presupuesto de GEI para 1.5 °C debido al creciente impacto e incertidumbre que generan las reacciones no inmediatas de los sistemas terrestres, p. ej., la liberación de carbono del permafrost, que no se refleja en la respuesta climática transitoria a las emisiones (TCRE, por sus siglas en inglés)<sup>1</sup>. Adicionalmente, la eficacia de un enfoque de asignación depende en gran medida de cómo se trace la ruta de emisiones: los escenarios WB-2 °C se representan mejor a través de una reducción lineal para llegar a un valor neto-cero, en tanto que los escenarios a 1.5 °C deben calcularse con mayor cuidado, dado que el presupuesto de emisiones restante es menor, lo cual exige reducciones más rápidas entre 2020-2030. Estas consideraciones se reflejan en cifras y comparaciones a lo largo de este documento.

## **Recuadro 1. Entendiendo los escenarios**

### **¿Qué es un escenario?**

Un escenario describe un futuro hipotético y el camino que conduce al mismo. Estos escenarios son proyecciones que se crean para identificar riesgos y oportunidades, evaluar el impacto de los posibles resultados y desarrollar estrategias que ayuden a construir resiliencia y un marco de toma de decisiones. Es común malinterpretar a los escenarios como predicciones o pronósticos, pero, al contrario, el concepto de un escenario se basa en el supuesto de que no es posible predecir el futuro. Por lo tanto, la evaluación de múltiples alternativas futuras, deseadas o no deseadas, es un aspecto clave para el enfoque conocido como “análisis de escenarios”. Para una mejor comprensión de este tema, los lectores pueden consultar el Suplemento Técnico sobre el Análisis de Escenarios (*Technical Supplement on Scenario Analysis*) del Grupo de trabajo del Consejo de la Junta de Estabilidad Financiera sobre divulgaciones financieras relacionadas con el clima (TCFD, por sus siglas en inglés).<sup>5</sup>

### **¿Por qué son relevantes los escenarios en el establecimiento de SBTs?**

Adoptar un escenario para establecer objetivos SBT es considerado como parte de un enfoque de análisis de escenarios mucho más amplio que le permite a las empresas prepararse ante la incertidumbre política/económica y alinearse con el Acuerdo de París y el imperativo ético de evitar los efectos más devastadores del cambio climático.

<sup>1</sup> Steffen et al., *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*

El fin último es que las emisiones de carbono globales se reduzcan hasta alcanzar emisiones netas-cero, para lo cual, los escenarios muestran cómo pueden contribuir las empresas en el logro de este objetivo.

### **Características de un escenario**

Si bien el análisis de escenarios acepta un número infinito de escenarios posibles para cualquier objetivo de temperatura, el propósito específico de la iniciativa SBT reduce este envoltorio de posibilidades por dos razones principales:

1. La iniciativa SBT debe limitar los escenarios para identificar puntos de referencia clave y una ambición mínima. Por ello, se le da prioridad a los escenarios que se consideran más viables. Por ejemplo, una empresa puede utilizar un escenario en particular para evaluar un riesgo con mayores consecuencias y menores probabilidades de suceder. Aunque este escenario sea útil como parte de un análisis más exhaustivo que englobe una variedad de escenarios, no sería óptimo utilizarlo como escenario de SBT.
2. La iniciativa SBT busca que su proceso de validación se dé de la manera más justa y objetiva posible. Aun cuando se reconoce que un escenario no es una predicción y, por ende, el futuro puede representarse a través de más de un escenario, la libertad de elegir un escenario entre una variedad de los mismos, se puede convertir en "un juego de azar". Por ejemplo, un escenario que supone una menor mitigación en un sector es seleccionado por una organización perteneciente a ese sector porque representa un menor reto. Desde un punto de vista objetivo, lo óptimo sería priorizar escenarios responsables que minimicen el riesgo climático, independientemente de si este escenario es preferible para la organización.

A partir de estas distinciones, el escenario ideal de un SBT se puede definir como aquél con mayor responsabilidad y viabilidad. Estas características centrales engloban una serie de cualidades específicas que se pueden cuantificar a través de múltiples indicadores, algunos de los cuales se presentan a continuación:

- **Viabilidad.** Un escenario viable<sup>6</sup> está basado en una narrativa creíble. El grado de viabilidad de un escenario está vinculado con la probabilidad de que éste suceda, es decir, se considera relativamente probable que un escenario altamente viable suceda. Este escenario puede no ser el más probable de todos, pero sí el que tenga mayor probabilidad de contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global a 1.5 °C o mantenerse muy por debajo de 2 °C.

<sup>3</sup> Tanto la viabilidad como la consistencia son una de las numerosas características definidas por el TCFD al llevar a cabo un análisis de escenarios.



- Como mínimo, un escenario viable es **consistente**. Un escenario es consistente si cuenta con una lógica interna fuerte y no se construye sobre supuestos o parámetros que anulen por completo y sin razón lógica la evidencia de las tendencias y enfoques actuales. Es posible adoptar métodos estadísticos para evaluar la viabilidad de un escenario, por ejemplo, se puede calcular un rango y una mediana a partir de una muestra de escenarios que cumplan con ciertos criterios. El quinto informe de evaluación del IPCC y, posteriormente, la ONU adoptaron este enfoque para alinear los rangos de los escenarios y presupuestos de emisiones con los límites de temperatura.<sup>7</sup> Es posible realizar este tipo de análisis de forma más exhaustiva, si se extraen de un conjunto más amplio de datos y analizando otras métricas importantes que ayuden a identificar suposiciones aisladas.
- **Responsable**. Un escenario se considera responsable si reduce el riesgo de no cumplir con el Acuerdo de París. Los escenarios responsables también son objetivos, en tanto que son agnósticos a las preferencias de la empresa. El riesgo se puede abordar de distintas formas; se puede repartir al evitar depender de un futuro específico y tomarlo desde un enfoque integral. También es posible prepararse ante el riesgo y mitigarlo al no retrasar la toma de acciones.

## **Recuadro 2. Determinando presupuestos apropiados de GEI**

El presupuesto de emisiones utilizado con mayor frecuencia es la respuesta climática transitoria a las emisiones (TCRE), la cual calcula la respuesta *inmediata* de la temperatura global ante las emisiones acumuladas. Los enfoques que se han utilizado para calcular la TCRE son múltiples, desde modelos del sistema terrestre de distintos grados de complejidad basados tanto en experimentos de CO<sup>2</sup> y múltiples gases y aerosoles, como en observaciones de registros históricos de calentamiento global. Estas estimaciones varían sustancialmente; sin embargo, el IPCC ha ido realizando la sumatoria y asignado intervalos probabilísticos para cada nivel de calentamiento. El IPCC también incluye cantidades de ajuste para diferentes supuestos y casos de uso de la TCRE, como una estimación del impacto de las reacciones no inmediatas de los sistemas terrestres, como el derretimiento del permafrost, si se evalúa a 2100.

---

<sup>4</sup> IPCC, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; UNEP, *Emissions Gap Report 2018*.

Los métodos de la iniciativa SBT son relevantes para todos los gases de calentamiento incluidos en el Protocolo de Kioto y para los objetivos de temperatura que se definieron con base en el Acuerdo de París, que especifica el nivel de calentamiento para 2100. Por lo tanto, el cálculo de los presupuestos de GEI de la iniciativa SBT se obtiene al sumar el posible impacto de las emisiones distintas del CO<sup>2</sup> (320 GT CO<sup>2</sup>e) con el presupuesto de CO<sup>2</sup> de la TCRE asociado con un nivel de calentamiento y restando 100 GT, lo que refleja el impacto aproximado de las respuestas no inmediatas de los sistemas terrestres. La iniciativa SBT utiliza el percentil 50 de la TCRE para el escenario 1.5 °C, el cual evalúa a 990 GT CO<sup>2</sup>e (670 GT CO<sup>2</sup>), y el percentil 66 de la TCRE asociado con 2 °C de calentamiento como un presupuesto muy por debajo de 2 °C<sup>8</sup>, mismo que evalúa a 1540 GT CO<sup>2</sup>e (1220 GT CO<sup>2</sup>).<sup>9</sup>

**Table 2.2: The assessed remaining carbon budget and its uncertainties.** Shaded grey horizontal bands illustrate the uncertainty in historical temperature increase from the 1850-1900 base period until the 2006-2015 period, which impacts the additional warming until a specific temperature limit like 1.5°C or 2°C relative to the 1850-1900 period.

Additional warming since 2006-2015 [°C] (1)	Approximate warming since 1850-1900 [°C] (1)	Remaining carbon budget (excluding additional Earth-system feedbacks) (2)			Key uncertainties and variations (4)					
		Percentiles of TCRE (3)			Additional Earth-system feedbacks (5)	Non-CO <sub>2</sub> scenario variation (6)	Non-CO <sub>2</sub> forcing and response uncertainty	TCRE distribution uncertainty (7)	Historical temperature uncertainty (1)	Recent emissions uncertainty (8)
		33 <sup>rd</sup>	50 <sup>th</sup>	67 <sup>th</sup>	[GtCO <sub>2</sub> ]	[GtCO <sub>2</sub> ]	[GtCO <sub>2</sub> ]	[GtCO <sub>2</sub> ]	[GtCO <sub>2</sub> ]	[GtCO <sub>2</sub> ]
0.3		290	160	80	Budgets on the left are reduced by about 100 GtCO <sub>2</sub> if evaluated to 2100 and potentially more on centennial time scales	+250	-400 to +200	+100 to +200	+250	+20
0.4		530	350	230						
0.5		770	530	380						
0.6		1010	710	530						
0.63	-1.8°C	1090	770	570						
0.7		1240	900	680						
0.8		1480	1080	830						
0.9		1720	1260	980						
1		1960	1450	1130						
1.1		2200	1630	1280						
1.13	-2°C	2270	1690	1320						
1.2		2440	1820	1430						

(1) Chapter 1 has assessed historical warming between the 1850-1900 and 2006-2015 periods to be 0.8°C with a +/- 0.12°C likely (1-9) range.  
(2) Historical CO<sub>2</sub> emissions since the middle of the 1850-1900 historical base period (1 January 1876) are estimated at 1930 GtCO<sub>2</sub> (1630-2230 GtCO<sub>2</sub>, 1-σ range) until end 2010. Since 1 January 2011, an additional 290 GtCO<sub>2</sub> (270-310 GtCO<sub>2</sub>, 1-σ range) has been emitted until the end of 2017 (i.e. Quéré et al., 2018, Version 1.3 - accessed 22 May 2018).  
(3) TCRE: transient climate response to cumulative emissions of carbon, assessed by AR5 to fall likely between 0.8-2.5°C / 1000 PgC (Collins et al., 2013), considering a normal distribution consistent with AR5 (Stocker et al., 2013). Values are rounded to the nearest 10 GtCO<sub>2</sub> in the table and to the nearest 50 GtCO<sub>2</sub> in the text.  
(4) Focussing on the impact of various key uncertainties on median budgets for 0.63°C of additional warming.  
(5) Earth system feedbacks include CO<sub>2</sub> released by permafrost thawing or methane released by wetlands, see main text.  
(6) Variations due to different scenario assumptions related to the future evolution of non-CO<sub>2</sub> emissions.  
(7) The distribution of TCRE is not precisely defined. Here the influence of assuming a log-normal instead of a normal distribution is shown.  
(8) Historical emissions uncertainty reflects the uncertainty in historical emissions since 1 January 2011.

Tabla 1. Presupuesto de carbono restante (IPCC SR15)

<sup>5</sup> Véase la sección Probabilidad de Límite de Temperatura de este documento para una discusión de estos intervalos de probabilidad.

<sup>6</sup> En comparación, el Informe Anual del PNUMA (2018) define un escenario de menos de 2°C como uno en el que las emisiones máximas acumuladas de CO<sup>2</sup> desde 2018 hasta el momento de emisiones netas cero de CO<sup>2</sup> se sitúen entre 900 y 1,300 GtCO<sup>2</sup>, y las emisiones acumuladas de 2018-2100 sean como máximo 1,200 GtCO<sup>2</sup>. También definen escenarios por debajo de 1.8°C y escenarios por debajo de 1.5°C como aquellos que limitan las emisiones máximas acumuladas entre 2018 y el tiempo de emisiones netas cero de CO<sup>2</sup> a 600-900 GT de C CO<sup>2</sup> y menos de 600 GT de CO<sup>2</sup>, con emisiones acumuladas totales de 900 y 360 GT de CO<sup>2</sup>, respectivamente.

La definición de WB-2 °C de la iniciativa SBT se alinea con la definición de por debajo de 2 °C del PNUMA, considerando un impacto medio de las emisiones distintas del CO<sup>2</sup>; mientras que la definición del presupuesto de por debajo de 1.5 °C de la iniciativa difiere cualitativamente de la definición del PNUMA, que se basa en una probabilidad del 66%, pero permite un mayor sobrepaso de emisiones de CO<sup>2</sup> (p. ej., la diferencia entre el máximo de emisiones acumuladas y el total de emisiones acumuladas de 2018-2100).

### 3. Métodos y escenarios actualmente respaldados por la iniciativa SBT

#### 3.1 Contracción Absoluta

El enfoque de contracción absoluta es el método mediante el cual las empresas establecen objetivos de reducción de emisiones que se alineen con la tasa de reducción global anual necesaria para alcanzar 1.5 °C o WB-2 °C. Para determinar una tasa de reducción basada en la ciencia, se construye un envolvente del escenario y se considera válida la pendiente de un período representativo de fijación de objetivos, especificado como 2020-2035. El envolvente final de escenarios también constituye la base sobre la que se evalúan otros métodos, como el ESD, el cual requiere el uso de distintas trayectorias.

En la siguiente sección, se explica el enfoque de la iniciativa SBT para determinar el envolvente de un escenario. De igual manera, se provee un análisis de las estimaciones de la tasa de reducción. En el Apéndice 1, se compara el envolvente de escenarios resultante con “escenarios arquetipos” (ya comprendidos en su totalidad) como parte de una revisión adicional y para proporcionar un contexto significativo; el Apéndice 2 enlista los escenarios específicos de cada envolvente.

#### Determinación del envolvente de escenarios

Para asegurar que la combinación de escenarios se alinee con los principios mencionados anteriormente: viabilidad, responsabilidad, objetividad y consistencia, se ejecuta un proceso de selección de cuatro pasos:

1. **Probabilidad del límite de temperatura**—los escenarios se clasifican en términos de umbrales temperatura y probabilidades basadas en el resultado del modelo MAGICC6, un modelo climático de complejidad reducida.<sup>7</sup> Los conjuntos de escenarios de entrada se componen de 1.5 °C y WB-2 °C de acuerdo con estas clasificaciones.
2. **Presupuesto de emisiones**—el presupuesto de emisiones derivado de la TCRE no debe excederse antes de que se llegue a emisiones anuales netas-cero (Recuadro 2).
3. **Año de emisiones máximas**—las emisiones deben llegar a su pico máximo en el plazo del 2020. Los escenarios con un año de emisiones máximas anterior (2010 o 2015) se consideran desactualizados, mientras que los escenarios con un año de emisiones máximas posterior (2025 en adelante) se consideran de acción retardada e implican una menor probabilidad de limitar el calentamiento en cualquiera de los dos objetivos de temperatura global.

---

<sup>7</sup> Meinshausen *et al.*, *Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6: Part I – Model Description and Calibration.*

4. **Análisis cualitativo: emisiones retrasadas y a corto plazo**—se eliminan todos los escenarios que muestren una reducción linear anual (2020-2035) menos ambiciosa que la del percentil 20 del envolvente de escenarios.

## Paso 1. Probabilidad del límite de temperatura

El IPCC comenzó a clasificar escenarios basados en probabilidades de límite de temperatura utilizando MAGICC6 en AR5 y ha continuado este enfoque en SR15.<sup>8</sup> El IPCC define estos tipos de trayectorias tomando en cuenta el calentamiento previsto para 2100, así como cualquier pico de calentamiento que pueda suceder antes de esa fecha.

Grupos de trayectorias	Tipo de trayectoria	Descripción y criterios para seleccionar trayectorias	Número de escenarios	Número de escenarios
1.5°C o consistente con 1.5 °C	Debajo de 1.5 °C	Trayectorias que limitan el calentamiento máximo por debajo de 1.5 °C durante todo el siglo XXI con una probabilidad del 50-66%*	9	90
	1.5 °C ligeramente excedido (Low-OS)	Trayectorias que limitan el calentamiento medio global por debajo de 1.5 °C en 2100 y con una probabilidad del 50-67% de superar temporalmente ese nivel antes, lo que generalmente implica un calentamiento de menos de 0.1°C del pico de calentamiento más alto que en las trayectorias por debajo de 1.5 °C.	44	
	1.5 °C altamente excedido (high-OS)	Trayectorias que limitan el calentamiento medio global por debajo de 1.5 °C en 2100 y con una posibilidad superior al 50%-67% de sobrepasar temporalmente ese nivel antes, lo que generalmente implica un calentamiento de entre 0.1-0.4 °C del pico de calentamiento más alto que en las trayectorias por debajo de 1.5 °C.	37	
2°C o consistente con 2 °C	Bajo 2°C	Trayectorias que limitan el calentamiento máximo por debajo de 2 °C durante todo el siglo XXI con una probabilidad superior al 66%	74	132
	Alto/Elevado 2°C	Trayectorias evaluadas para mantener el calentamiento máximo por debajo de 2 °C durante todo el siglo XXI con una probabilidad del 50-66%	58	
*Con base en las proyecciones del modelo MAGICC, no se encontraron trayectorias disponibles que lograran obtener una probabilidad superior al 66% de limitar el calentamiento por debajo de 1.5 °C durante todo el siglo XXI.				

Tabla 2. Tipos de trayectorias del IPCC basados en criterios de probabilidad del límite de temperatura. Tomar en cuenta que estas estimaciones especifican qué tan probable es mantenerse por debajo de un límite de temperatura si se logra el escenario; mas no reflejan la viabilidad del mismo.

<sup>8</sup> El modelo climático FAIR también se utilizó en el SR15, principalmente para ajustar los presupuestos de carbono y no para clasificar los escenarios. El calentamiento es menos susceptible a las emisiones en el modelo FAIR que en el MAGICC; sin embargo, ninguno de los modelos, en su adaptación para el SR15, toma en cuenta el derretimiento del permafrost. Para una discusión de los modelos climáticos de complejidad reducida, por favor véase la sección 2.SM.1 del SR15.

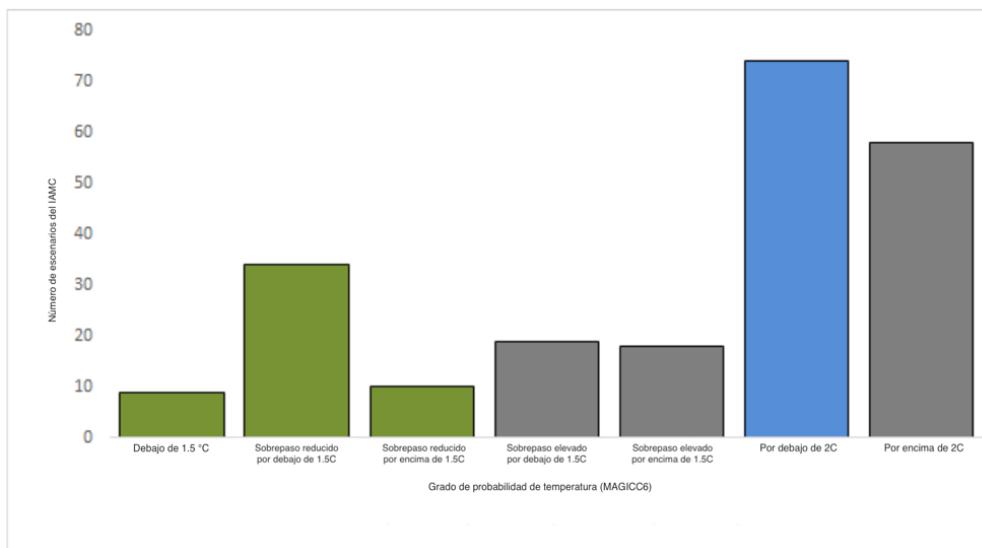


Figura 2. Número de escenarios del IAMC en cada categoría de trayectorias. Los escenarios representados con las barras verde y azul pasan el filtro de evaluación de la probabilidad del límite de temperatura para 1.5 °C y muy por debajo de 2 °C, respectivamente

Debido a que el Acuerdo de París estipula que la temperatura media mundial debe mantenerse “muy por debajo de 2 °C” con respecto a los niveles preindustriales y continuar con los esfuerzos para limitar este aumento a 1.5°C, estos términos son de gran interés. A pesar de que el término “muy por debajo de 2 °C” no está estrictamente definido en el Acuerdo de París, puede tomarse como una analogía de la terminología de probabilidad del IPCC, lo cual representa una probabilidad del 66% de mantener el aumento de la temperatura por debajo de un cierto límite (en este caso de 2 °C).<sup>9</sup> La mediana equivalente de calentamiento se encuentra en las proximidades de 1.7 °C debido a las incertidumbres en el presupuesto del carbono. Además, mantener temperaturas por debajo de 2°C implica que el calentamiento no puede sobrepasar temporalmente 2°C, por lo que, tanto el “calentamiento máximo” como el calentamiento a 2100 están restringidos (p. ej. Tipo de trayectoria: *Debajo de 2 °C*).

El escenario de entrada establecido para 1.5 °C se compone de escenarios con al menos un 50% de probabilidad de limitar el calentamiento a 1.5 °C en 2100, así como un 50% de probabilidad de limitar el calentamiento máximo a 1.5 °C. Por lo que incluye escenarios que no sobrepasan o sobrepasan por muy poco dicha temperatura (p. ej. Tipos de trayectorias: *Debajo de 1.5°C*, *Bajo 1.5°C con bajo sobrepaso* y *Alto / Elevado 1.5°C con bajo sobrepaso*).

<sup>9</sup> <http://www.cicero.oslo.no/en/posts/climate-news/well-below-2°C>

La clasificación de las trayectorias de emisiones en función de la probabilidad de temperatura representa un primer paso importante en la determinación de un envolvente de escenarios y representa el análisis mínimo necesario para asociar un escenario con un objetivo de temperatura. Se basa principalmente en la viabilidad y coherencia de un escenario: la viabilidad de un escenario depende parcialmente en su grado de probabilidad del límite de temperatura y la congruencia se basa en su evaluación del MAGICC. Sin embargo, este paso no aborda la responsabilidad o coherencia de la mecánica y los supuestos subyacentes a una trayectoria de emisiones, además del hecho de que la revisión por pares y la publicación son requisitos previos para la inclusión en el conjunto de escenarios de IAMC.

## Paso 2. Presupuesto de emisiones

De acuerdo con la tipología propuesta por Borjeson *et al.*<sup>10</sup>, muchos de los escenarios que limitan el calentamiento a 1.5 °C o muy por debajo de 2 °C pueden clasificarse como escenarios transformadores normativos (o prescriptivos). Estos escenarios responden a la interrogante “¿Cómo puede alcanzarse un objetivo?” y se construyen en retrospectiva, es decir, se comienza con un posible escenario futuro y se concluye en el presente; sin embargo, los escenarios de 1.5 °C y muy por debajo de 2 °C pueden presentar características de escenarios exploratorios, en cuyo caso se evalúan los posibles desafíos dentro de los límites del objetivo final. Por ejemplo, un escenario puede evaluar como limitar el calentamiento por debajo de 2 °C en la ausencia de política o en caso de acción retardada. Si bien estos escenarios no deben eliminarse por motivo de su objetividad, es necesario analizarlos cuidadosamente en términos de responsabilidad y congruencia.

En ocasiones los escenarios que limitan el calentamiento a 1.5 °C están basados en suposiciones controversiales con el fin de alcanzar una trayectoria de emisiones. A pesar de los desafíos asociados con el cumplimiento del Acuerdo de París, resulta problemático depender de las emisiones globales negativas, que se mantienen en una escala de gigatoneladas de CO<sup>2</sup> anuales, para compensar la falta de ambición a corto plazo. Depender de las emisiones globales negativas después de alcanzar las emisiones netas cero puede ser un acto irresponsable y poco viable si no se considera la inclusión de tecnologías específicas como la captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) y la bioenergía, herramientas que pueden impulsar el cumplimiento del Acuerdo de París. Lo anterior se considera irresponsable por numerosas razones: depender excesivamente de estas tecnologías, así como sobrestimar nuestra capacidad para gestionar los flujos del ciclo mundial del carbono, puede aplazar la ambición a corto plazo y los cambios sistemáticos asociados que se requieren para evitar el “bloqueo de carbono” (*carbon lock-in* en inglés).<sup>11</sup> Adicionalmente, los que sufrirán las consecuencias de una apuesta perdida sobre las tecnologías de emisiones negativas (NET, por sus siglas en inglés) son las

---

<sup>10</sup> Börjeson *et al.*, *Scenario types and techniques: Towards a user's guide*.

<sup>11</sup> Minx *et al.*, *Negative emissions - Part 1: Research landscape and synthesis*; Anderson K and Peters G, *The trouble with negative emissions*; Smith P *et al.*, *Biophysical and economic limits to negative CO<sup>2</sup> emissions*.

generaciones futuras y aquellos que viven en situación de pobreza, cuya falta de representación en esta toma de decisiones significaría un fracaso ético.<sup>12</sup> Debido a las disparidades entre el desarrollo actual y las estimaciones de una implementación técnicamente factible y la escala de implementación en los modelos, apoyarse en las NET se considera poco viable.<sup>13</sup>

Sin embargo, la iniciativa SBT no elimina escenarios por motivo de inclusión de NET o de bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (BECCS); sino que elimina un subconjunto de estos escenarios a causa de la excesiva dependencia a las emisiones negativas globales que se presenta para la segunda mitad el siglo. Estos escenarios se descartan por completo en el paso 2, ya que los escenarios que superen el presupuesto de la TCRE correspondiente, antes de alcanzar las emisiones netas iguales a cero deben eliminarse (Tabla X: presupuestos relevantes).<sup>14</sup>

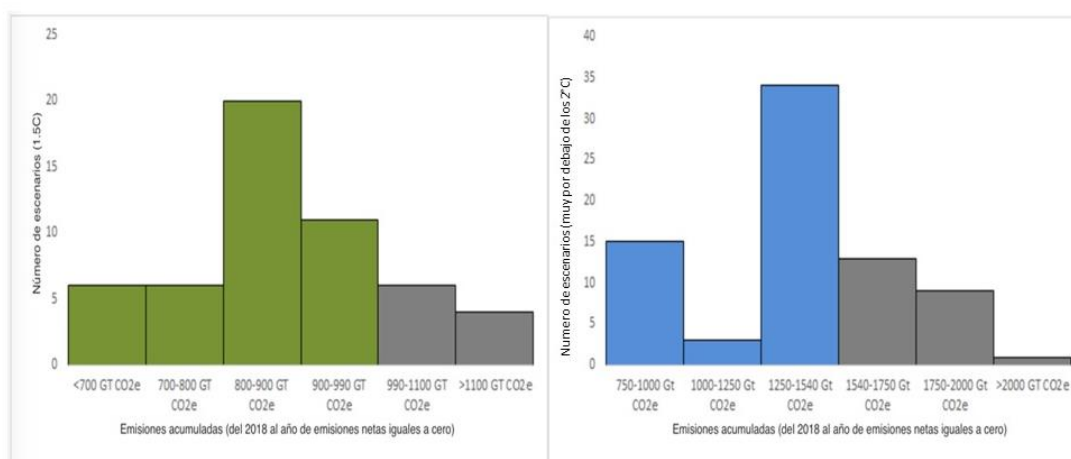


Figura 3. Histograma de las emisiones de GEI acumuladas de Kyoto (2018 al año de emisiones netas cero) en el envoltorio de 1.5 °C (izquierda) y muy por debajo de los 2 °C (derecha). Los escenarios representados por las columnas grises se eliminan en este paso

<sup>12</sup> Smith P et al., *Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions*.

<sup>13</sup> Haszeldine et al., *Negative emissions technologies and carbon capture and storage to achieve the Paris Agreement commitments*; AIEGHG 2015, CCS Industry Build-Out Rates – Comparison with Industry Analogues.

<sup>14</sup> En los escenarios que cuentan únicamente con información relacionada con el CO<sub>2</sub>, se suma el promedio de emisiones de GEI distintas del CO<sub>2</sub> de la envoltorio de escenarios (antes del filtro de presupuesto de emisiones) con las emisiones de CO<sub>2</sub> previstas en cada escenario.

### Paso 3. Año de emisiones máximas

El Acuerdo de París sostiene que las emisiones deberían llegar a su máximo nivel *lo más pronto posible*. Dado que las emisiones globales continúan en aumento, se implementó un umbral que define una ventana de tiempo en el futuro dentro de la cual las emisiones tienen que alcanzar su punto máximo. Dada la creación temprana de algunos escenarios en la base de datos SR15, este umbral elimina aquellos escenarios cuyo punto máximo se predijo en el pasado, o antes del 2020. En el otro extremo del umbral, se eliminan los escenarios en los que las emisiones alcanzan su punto máximo en el 2025 o más tarde (sin embargo, la Figura 4 demuestra que se eliminaron en filtros anteriores).

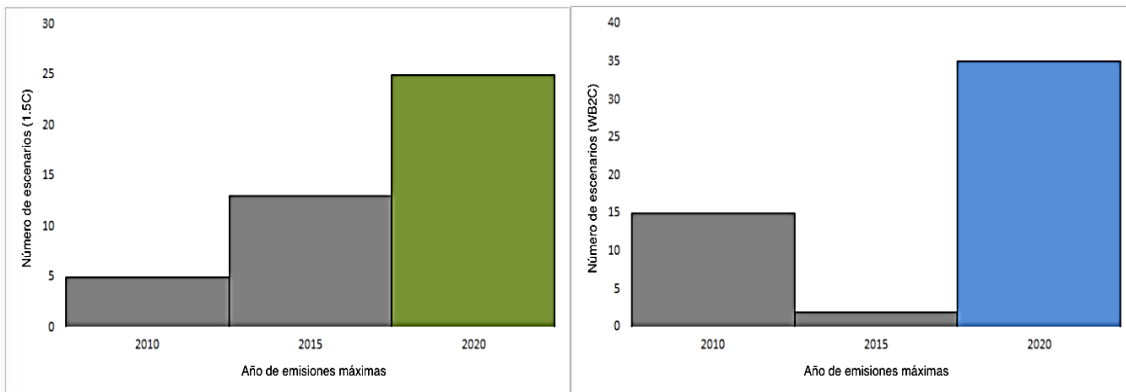


Figura 4. Histograma del año de emisiones máximas de 1.5 °C (izquierda) y muy por debajo de los 2 °C (derecha). Los escenarios representados por las columnas grises se eliminan en este paso

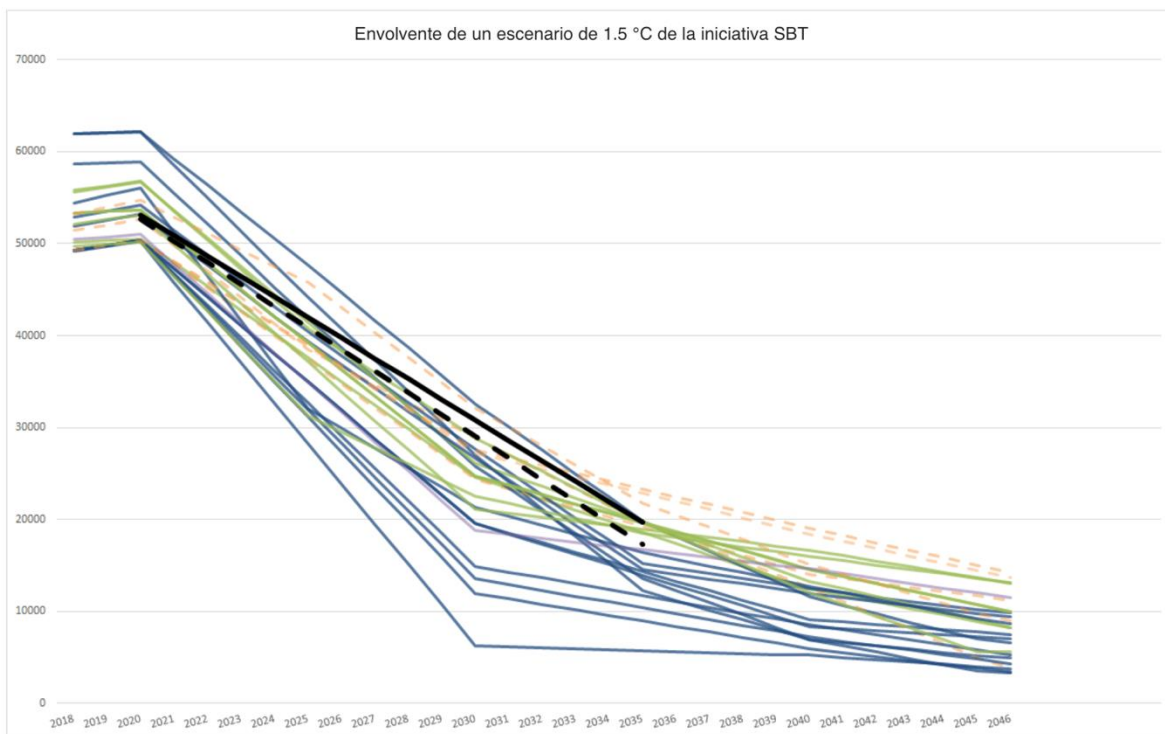
### Paso 4. Análisis cualitativo: Emisiones retardadas y a corto plazo

En este filtro se detectan todos los envoltentes de escenarios con trayectorias de acción retardada o con improbables emisiones históricas y a corto plazo. Los escenarios que muestran una acción retardada son similares cualitativamente a los escenarios cuyas emisiones alcanzan su punto máximo en 2025 o después, a pesar no haber sido eliminador por esa razón, mientras que los escenarios con bajas estimaciones de emisiones históricas o a corto plazo pueden haber superado el filtro del presupuesto de emisiones (Paso 2) debido al bajo punto inicial de sus emisiones anuales, y no por reducciones que probablemente sean más necesarias entre 2020-2035.

Los escenarios se eliminan si muestran una reducción lineal anual (2020-2035) que sea menos ambiciosa que el percentil 20 del envoltente de escenarios. A pesar de sus cualidades indeseables, es posible que estos escenarios hayan superado los filtros de evaluación previos por diversas razones; por ejemplo, existe la posibilidad de que al subestimar las emisiones



históricas y a corto plazo, algunos escenarios con tasas de reducción anual relativamente bajas hayan podido superar la evaluación del presupuesto de emisiones (Paso 2). Otros escenarios con emisiones máximas en 2020 (que superan el Paso 3) continúan con reducciones insignificantes o relativamente lentas durante los siguientes cinco a diez años y se basan en reducciones rápidas más allá del límite para establecer objetivos que no son consistentes con el envoltorio de escenarios principal. Para definir una tasa de ambición mínima, la eliminación de estos escenarios, los cuales por lo general se caracterizan por su acción retardada o emisiones a corto plazo poco probables, proporciona una muestra mucho más representativa de trayectorias que se alinean con las características generales del envoltorio y los principios de la iniciativa SBT.



*Figura 5. Los escenarios en el envoltorio final de 1.5 °C se representan con líneas azules, verdes y lilas. El color depende de la reducción lineal entre 2020-2035 (azul: por encima de la mediana; verde: por debajo de la mediana; lila: mediana previa, que se refiere al envoltorio del escenario antes de que se haya eliminado el percentil 20 inferior). Las líneas anaranjadas punteadas representan los escenarios del percentil 20 inferior, los cuales se eliminan durante el análisis cualitativo. Las líneas negras punteadas muestran un escenario hipotético en el que las emisiones se reducen en el envoltorio de escenarios antes de la evaluación en la **mediana** (4.5% lineal), mientras que las líneas negras sólidas muestran una reducción de emisiones en el envoltorio de escenarios después de la evaluación en el **mínimo** (4.2% lineal)*

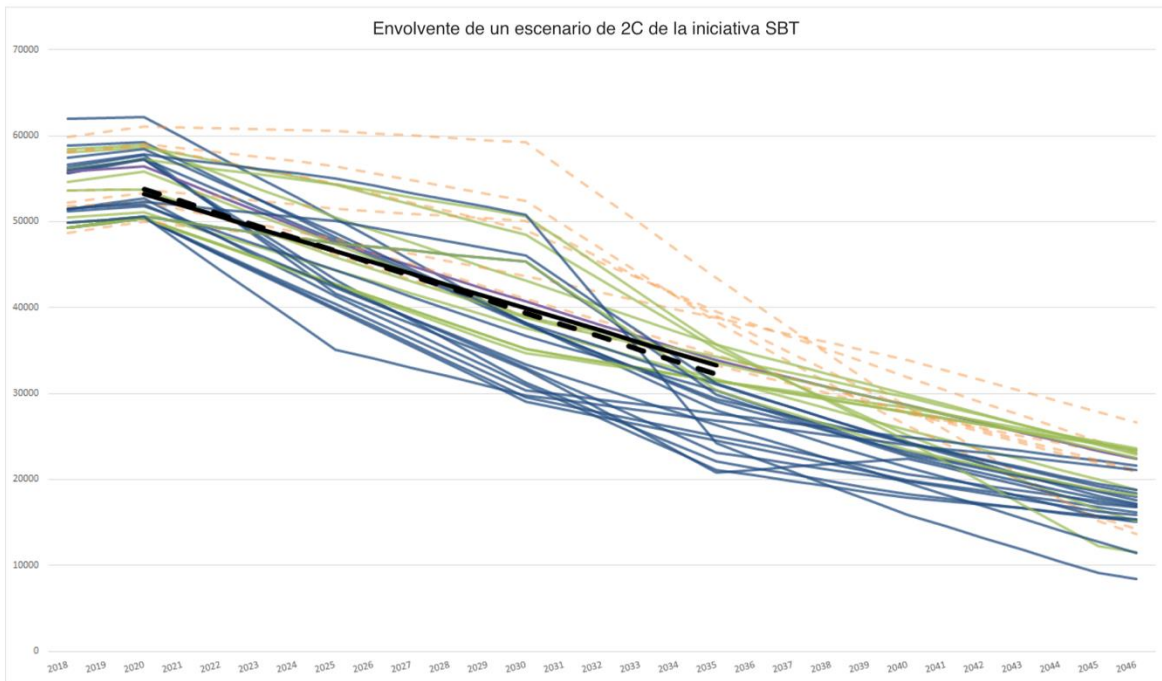


Figura 6. Escenarios del envolvente final de muy por debajo de los 2°C °; los colores siguen los mismos parámetros de la figura anterior. Las líneas negras punteadas muestran un escenario hipotético en el que las emisiones se reducen en el envolvente de escenarios previa en la **mediana** (2.7% lineal), mientras que las líneas negras sólidas muestran una reducción de emisiones en el envolvente de escenarios posterior al nivel **mínimo** (2.5% lineal).

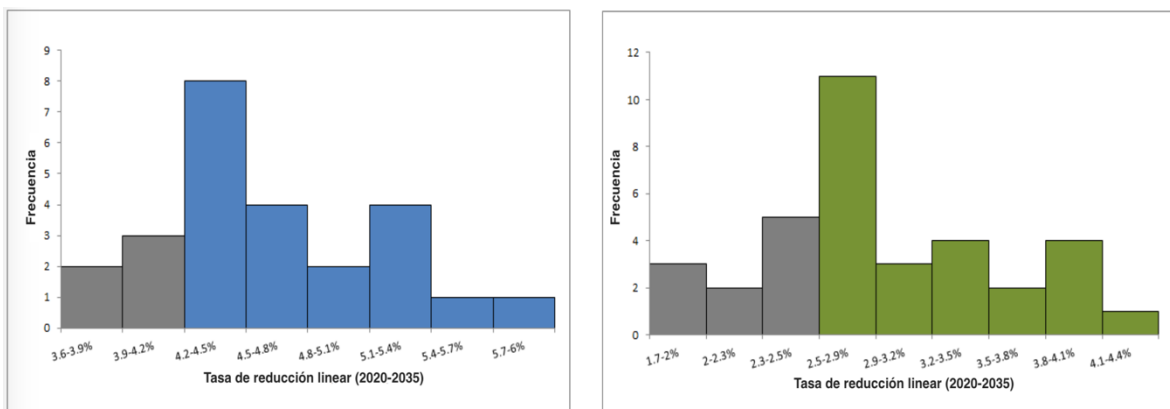


Figura 7. Histograma de la tasa de reducción lineal (2020-2035) en el envolvente de los escenarios de 1.5 °C (izquierda) y WB-2 °C (derecha) durante el filtro pre-estadístico. Los escenarios representados por las columnas grises se eliminan en este paso.

## **Resultados**

A partir de un conjunto inicial de 177 escenarios con 25 modelos, el filtro escalonado produce un envolvente final de 1.5 °C que consta de 20 escenarios y un envolvente final de WB-2°C con 28 escenarios. El primer paso, que consta de identificar los escenarios con base en las probabilidades de su límite de temperatura y que estén en línea con el objetivo correspondiente, refleja la propia categorización de temperatura del IPCC de las trayectorias y da como resultado dos conjuntos de 53 y 74 escenarios para 1.5 °C y WB-2 °C, respectivamente. Estos pasos son de suma importancia, ya que alinean el envolvente de escenarios con los principios de viabilidad y responsabilidad al compararla con umbrales geofísicos, en lugar de estadísticos. El cuarto y último paso eliminan los escenarios que plantean una reducción de emisiones en el percentil 20 inferior, los cuales probablemente se caracterizan por ser de acción retardada o por subestimar las emisiones a corto plazo.

## **Discusión**

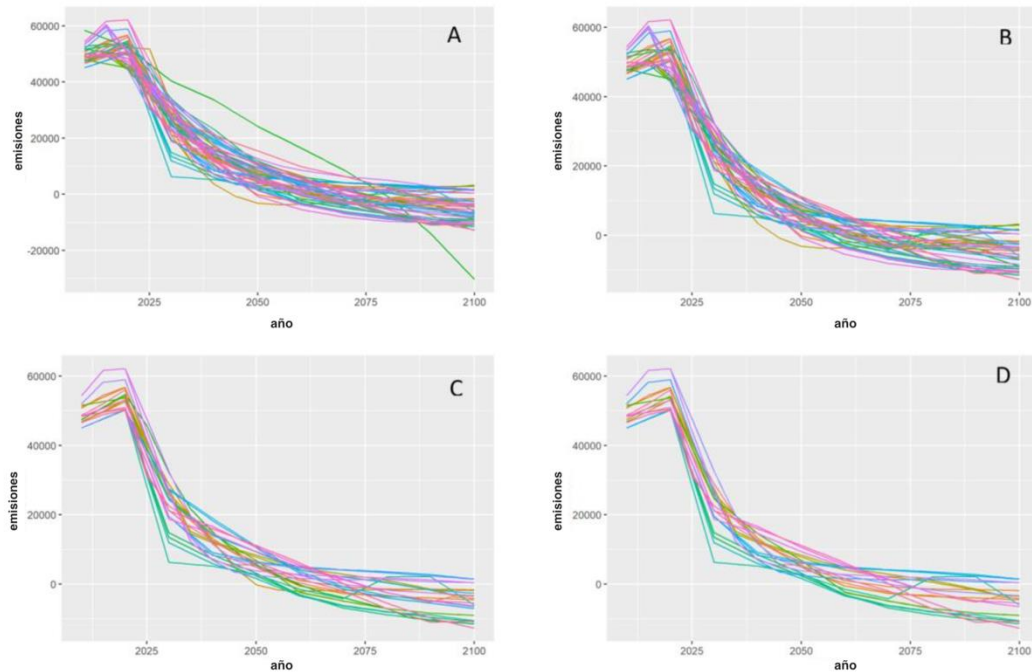
Los escenarios que limitan el calentamiento a 1.5 °C se caracterizan por tener reducciones de GEI considerables e inmediatas a corto plazo, las cuales son fundamentales para limitar las emisiones acumuladas (Figura 8). Esto refleja el presupuesto de emisiones que queda extremadamente limitado y la urgencia de alcanzar reducciones a corto plazo para poder limitar el calentamiento a 1.5 °C, sin tener que depender en la remoción de una gran cantidad de dióxido de carbono después de haber alcanzado emisiones netas cero. El envolvente de escenarios para WB- 2 °C tiene una pendiente menos pronunciada (Figura 9) debido a que la trayectoria hacia las emisiones netas cero no está tan limitada por el presupuesto de GEI correspondiente (Recuadro 2). Sin embargo, es importante aclarar que la incertidumbre asociada con las respuestas climáticas y los riesgos que conlleva el cambio climático irreversible se intensifica conforme el calentamiento excede 1.5 °C y se acerca a los 2 °C; razón por la cual los escenarios de 1.5 °C se consideran más robustos.

Los escenarios de 1.5 °C dependen demasiado de las trayectorias; por lo tanto, la linearización a lo largo de un período más extenso podría resultar en emisiones acumuladas de 30% por arriba de lo estimado. Por lo tanto, las tasas de reducción linear se calculan con base en el periodo 2020-2035, el cual se alinea con el periodo de vida de un objetivo basado en ciencia evaluado por la iniciativa SBT que minimiza esta distorsión.

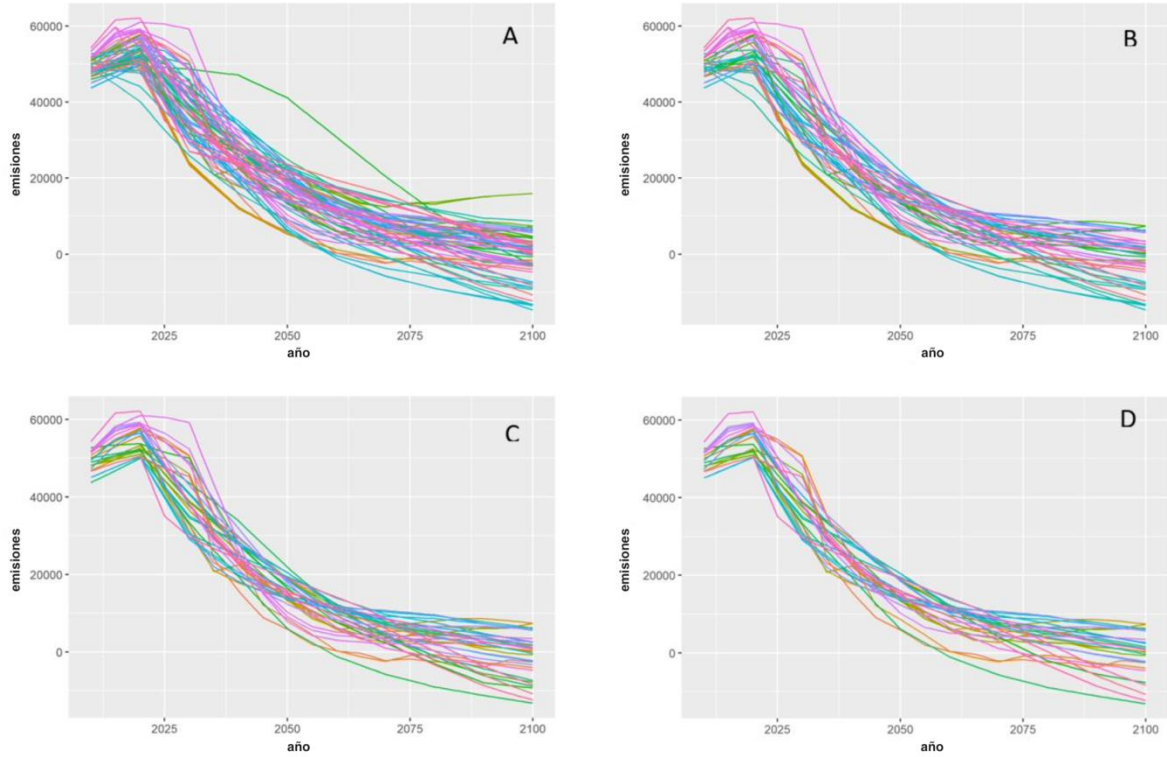
## Tasas mínimas de contracción absoluta

Una vez que superaron el proceso de filtración, cada trayectoria de 1.5°C y WB-2 °C se considera válida, por lo que las tasas mínimas de reducción asociadas a cada objetivo de temperatura corresponden a la tasa mínima de reducción de un escenario en su envolvente correspondiente.

Las tasas mínimas de reducción lineal anual alineadas con 1.5 °C y WB-2 °C son de 4.2% y 2.5% respectivamente.



*Figura 8. Proceso de filtración para escenarios de 1.5 °C. A. Conjunto completo de escenarios de 1.5°C del IAMC con sobrepaso nulo o bajo B. Se eliminaron 10 escenarios debido a un presupuesto de carbono excedente C. Se eliminaron 18 escenarios debido al año de emisiones máximas, D. Se eliminaron 5 escenarios mediante el análisis cualitativo | con retraso y a corto plazo. Se finalizó el proceso con 20 escenarios (Apéndice I)*



*Figura 9. Proceso de filtración para escenarios de WB-2 °C. A. Conjunto completo de escenarios por debajo de 2 °C del IAMC B. Se eliminaron 22 escenarios debido a un presupuesto de emisiones excedente C. Se eliminaron 17 escenarios debido a su año de emisiones máximas D. Se eliminaron 7 escenarios mediante el análisis cualitativo | con retraso y a corto plazo. Se finalizó el proceso con 28 escenarios (Apéndice I)*

## 3.2 Enfoque Sectorial de Descarbonización

### Resumen

Publicado por primera vez en 2015 en la revista Nature Climate Change<sup>15</sup>, el CDP, el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) con el apoyo técnico de Navigant (antes Ecofys), como socio de consultoría, desarrollaron el método del Enfoque Sectorial de Descarbonización (SDA, por sus siglas en inglés). La metodología se desarrolló con las aportaciones de un equipo de asesores técnicos, dos talleres públicos con actores clave y un taller en línea. Esta busca proporcionar a las empresas un método especializado por sector, respaldado por la ciencia, que les permita establecer objetivos de emisiones. El SDA utiliza los escenarios sectoriales globales de las Perspectivas de Tecnología de Energía (ETP, por sus siglas en inglés) de la AIE, incluyendo proyecciones de emisiones y actividades que se utilizan para calcular las trayectorias de intensidad sectoriales.<sup>16</sup>

El método toma en cuenta las diferencias sectoriales y los potenciales de abatimiento, los cuales se consideran para la elaboración de diferentes escenarios sectoriales de alcance 1. También comprende escenarios de alcance 2 específicos de un sector, los cuales traducen mejor las prácticas corporativas de rendición de cuentas de GEI y se pueden utilizar para establecer objetivos válidos de alcance 3 en la medida en que las trayectorias de actividad correspondan a las categorías del alcance 3 o a las fuentes de emisiones dentro del inventario del alcance 3 de una empresa. Para los sectores homogéneos, el método SDA incorpora niveles diferenciados de acción histórica, puesto que exige que las empresas con una intensidad de emisiones de GEI alta reduzcan sus emisiones a una velocidad mayor que la velocidad promedio del sector y, a la inversa, permite que las empresas con emisiones iniciales relativamente bajas reduzcan sus emisiones más lentamente. Las empresas que ingresan a un sector homogéneo también se clasifican y se les asignan partes del presupuesto.

### Modelado de escenarios del Reporte sobre Perspectivas de Tecnología en Energía (ETP)

El último informe de Perspectivas de Tecnología en Energía (ETP) publicado por la Agencia Internacional de Energía (AIE) en 2017 incluye tres escenarios de emisiones que se extienden desde 2014 hasta 2060: el Escenario Tecnológico de Referencia (RTS, por sus siglas en inglés), el Escenario de 2°C (2DS) y el Escenario de Más Allá de 2°C (B2DS). Estos escenarios se desarrollaron a través de un análisis retrospectivo y de previsión con el objetivo de identificar una trayectoria económica (marco de optimización de costos) para lograr los resultados deseados.

---

<sup>15</sup> Krabbe *et al.*, *Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals*

<sup>16</sup> Para más información de los escenarios de las ETP de la AIE consultar: <https://www.iea.org/etp2017/>

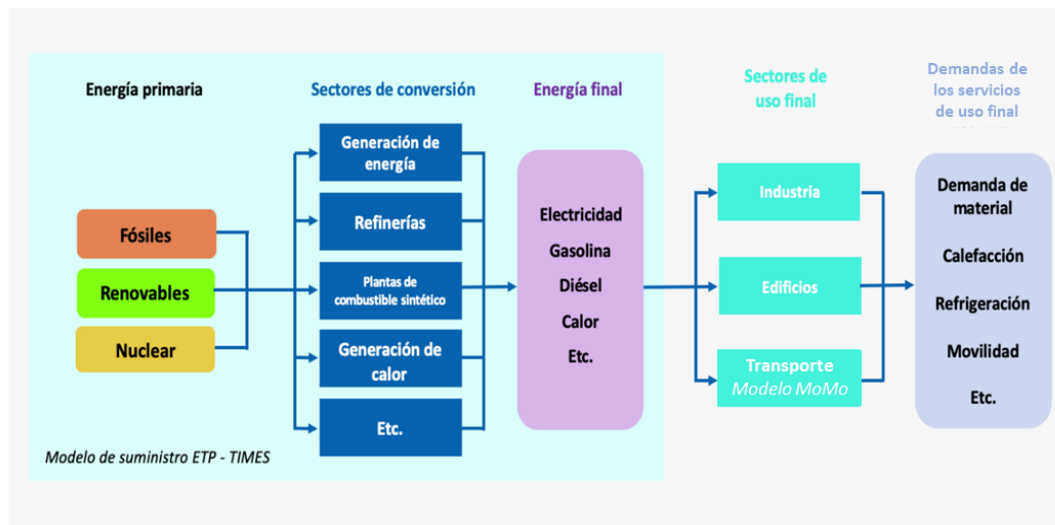


Figura 10. Estructura del modelo ETP

El modelo de suministro ETP-TIMES, utilizado por la AIE, es un modelo ascendente de alta tecnología que relaciona el suministro de energía (modelo de conversión de energía) con los tres sectores con mayor demanda de energía (la industria, el transporte y los edificios). El modelo ETP 2017 incorpora políticas ya definidas e implementadas que afectan a las trayectorias a corto plazo (las trayectorias a corto plazo difieren de lo que se considera una trayectoria rentable) e incluye menos limitaciones en cuanto a objetivos políticos en el análisis normativo a largo plazo con el fin de lograr una transición rentable hacia un sistema de energía bajo en carbono.

### Recuadro 3. Revisión de escenarios ETP

El informe ETP 2017 presenta tres escenarios: <sup>20</sup>

*El Escenario Tecnológico de Referencia (RTS, por sus siglas en inglés) analiza los compromisos actuales que hacen los países para limitar sus emisiones y mejorar la eficiencia energética, incluyendo las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) del Acuerdo de París. Tomando en cuenta estos compromisos y nuevas tendencias, el RTS representa un cambio importante ante un enfoque histórico “business as usual” (es decir, un escenario sin políticas climáticas). El RTS requiere cambios significativos en la política y las tecnologías en el período hasta 2060, así como reducciones adicionales sustanciales en las emisiones a partir de entonces.*

<sup>17</sup> AIE, Energy Technology Perspectives 2017 | Catalysing Energy Technology Transformations



*El RTS requiere de cambios considerables en términos de política y tecnología en el periodo de 2060, así como de reducciones de emisiones sustanciales a partir de ese momento. Estos esfuerzos resultarían en un aumento promedio de la temperatura de 2.7 °C para 2100, fecha para la que es poco probable que la temperatura se haya estabilizado y, por lo tanto, seguiría aumentando.*

*El **Escenario de 2 °C (2DS, 2 °C Scenario)** establece una trayectoria del sistema energético y una trayectoria de emisiones de CO<sup>2</sup> con, al menos, un 50% de probabilidad de limitar el aumento de la temperatura media global a 2 °C para 2100. Las emisiones anuales de CO<sup>2</sup> relacionadas con la energía se reducen en un 70% a partir de los niveles actuales para 2060, con aproximadamente 1,170 gigatoneladas de emisiones acumuladas de CO<sup>2</sup> (GtCO<sup>2</sup>) entre 2015 y 2100 (incluyendo las emisiones provenientes de los procesos industriales). Para mantenerse dentro de este rango, las emisiones de CO<sup>2</sup> provenientes de la quema de combustibles y los procesos industriales deben continuar con las reducciones después de 2060 y la neutralidad de carbono en el sistema energético debe alcanzarse antes del 2100. El 2DS sigue siendo el escenario de mitigación climática central del ETP, ya que representa una transformación ambiciosa y desafiante en el sector energético global, que depende de respuestas mucho más fortalecidas en comparación con los esfuerzos actuales.*

*El **escenario de más allá de 2 °C (B2DS, Beyond 2 °C Scenario)** explora hasta qué punto la implementación de tecnologías que ya están disponibles o en proceso de innovación podría llevarnos más allá del escenario de 2°C. Las mejoras tecnológicas y su despliegue se llevan a sus límites máximos posibles en todo el sistema energético con el fin de lograr emisiones netas cero para 2060 y mantenerse netos cero o por debajo de entonces, sin necesidad de avances tecnológicos imprevistos ni limitando el crecimiento económico. Este enfoque de “empuje tecnológico” da como resultado un aproximado de 750 GtCO<sup>2</sup> de emisiones acumuladas en el sector energético entre 2015 y 2100, lo cual es consistente con una probabilidad del 50% de limitar a 1.75 °C los futuros aumentos en la temperatura. Las emisiones del sector energético alcanzarán a ser netas cero, alrededor de 2060, con el apoyo de considerables emisiones negativas resultantes del despliegue de bioenergía con CCS. El B2DS se mantiene dentro del rango de ambición del Acuerdo de París, mas no pretende definir un objetivo de temperatura específico para el escenario de muy por debajo de 2 °C.*

### **El método de establecimiento de metas ESD**

El método de Enfoque de Descarbonización Sectorial (SDA en inglés) es diferente de otros métodos existentes por su enfoque sectorial y perspectiva en cuanto a la intensidad física. El SDA busca ayudar a las empresas dentro de sectores homogéneos con uso intensivo de energía (mismos que se pueden describir con un indicador físico), entre los cuales se encuentran los siguientes:



- Generación eléctrica (MWh)
- Hierro y acero (toneladas métricas de acero bruto)
- Aluminio (toneladas métricas de aluminio)
- Cemento (toneladas métricas de cemento)
- Pulpa y papel (toneladas métricas de pulpa y papel)
- Transporte de pasajeros y de carga (pasajero-kilómetro, tonelada-kilómetro)
- Edificios comerciales y de servicios (metros cuadrados).

Dentro de cada sector, las empresas pueden establecer sus objetivos de reducción de emisiones basados en ciencia en función de su contribución relativa a la actividad total del sector y su intensidad de carbono inicial con relación a la intensidad del sector. El enfoque de distribución (SDA) del método se basa en la “convergencia de intensidad” y se fundamenta en el supuesto de que la intensidad de carbono de cada empresa dentro de un sector homogéneo convergerá con la intensidad de carbono del sector en 2050. En su estado actual, el método no abarca ciertos sectores de actividad (agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; producción de gas y petróleo; edificios residenciales, entre otros).

El método impulsa las trayectorias de intensidad de las empresas de rápido crecimiento para justificar el aumento de su participación en el mercado, ya que, si no se justifica, la intensidad promedio del sector aumentará debido a ese crecimiento, lo que resultaría en un presupuesto de carbono excedente para dicho sector. Lo contrario sucede con las trayectorias de intensidad de las empresas que tienen una participación en el mercado decreciente. A pesar de que este escenario parezca poco realista o injusto, tiene sentido desde una perspectiva empresarial, ya que cuando la participación de una empresa disminuye, es probable que invierta menos en tecnologías nuevas y más eficientes, y viceversa.

A falta de trayectorias de descarbonización sectoriales para los sectores industriales heterogéneos, el método SDA utiliza un enfoque de contracción absoluta. Todos los sectores industriales heterogéneos son parte del sector “Otras industrias” (*Other industry*) del instrumento SDA. La trayectoria de emisiones expresada en tCO<sup>2</sup> se determina restando los presupuestos de los sectores homogéneos con uso intensivo de energía menos el presupuesto industrial total del modelo ETP.

Para una descripción detallada del método SDA, véase el Informe SDA (*SDA Report*)<sup>18</sup>.

### **Alcances**

Este método de convergencia se utiliza para las emisiones de alcances 1 y 2 en la herramienta del SDA, lo que genera los siguientes resultados para los sectores homogéneos: objetivo de intensidad de carbono de alcance 1, objetivo de reducción de emisiones absolutas de alcance 1,

---

<sup>18</sup> SBTi. 2015 *SDA: A method for setting corporate emission reduction targets in line with climate science*.

objetivo de intensidad de carbono de alcance 2, objetivo de reducción de emisiones absolutas de alcance 2. Además, una empresa puede utilizar múltiples trayectorias sectoriales en el SDA para cubrir también actividades de alcance 3. Por ejemplo, una empresa puede solicitar a sus proveedores de aluminio establecer objetivos en línea con la trayectoria de aluminio del SDA (bienes y servicios adquiridos), utilizar la trayectoria de edificios comerciales para sus activos arrendados, o utilizar la herramienta de Transporte del SDA para establecer objetivos para sus actividades de transporte y distribución en su cadena de valor.

### **Comparación de los escenarios de reducción de emisiones de la AIE con los escenarios de WB-2 °C y de 1.5 °C**

Debido a los presupuestos revisados de GEI que se introdujeron en el SR15, que pueden invalidar las probabilidades del límite de temperatura asociadas con los escenarios 2DS y B2DS (ver Recuadro 3), así como a la decisión final de la iniciativa SBT de definir la ambición de los objetivos en relación con los envoltentes de los escenarios alineados con cada objetivo de temperatura, es importante comparar los diferentes escenarios de la AIE con los envoltentes de escenarios establecidas en la Sección 3.1. Con base en los resultados de esta comparación, la ambición del SDA al utilizar una trayectoria del ETP específica puede considerarse en línea con los escenarios a 1.5 °C o WB-2 °C. Pero sobre todo, la reducción total de emisiones que muestra una trayectoria del ETP debería alinearse con las reducciones representadas por un envoltente de escenarios para poder considerarla alineada en términos de ambición. Además, la trayectoria general de las emisiones anuales debe poder compararse.

Una diferencia clave entre los escenarios de la AIE y los envoltentes de escenarios SBT, es el tipo de emisiones que se cubren: las trayectorias del ETP se limitan a las emisiones de CO<sup>2</sup> provenientes de actividades energéticas e industriales, mientras que los envoltentes de escenarios se calculan con base en los GEI establecidos en el Protocolo de Kyoto. Afortunadamente, el IIASA proporciona docenas de variables para cada escenario del IAMC, incluyendo las emisiones de CO<sup>2</sup> de actividades energéticas e industriales, lo que permite una comparación significativa entre las trayectorias del ETP y los envoltentes de escenarios establecidas.

En las Figuras 11 y 12, se comparan las tasas anuales de reducción lineal de emisiones desde 2020 hasta un año de referencia para los escenarios 2DS y B2DS con las tasas de cada envoltente de escenarios. Las tasas confirman que si bien el escenario B2DS está por fuera del rango de reducciones necesario para alcanzar el objetivo de temperatura de 1.5 °C, se encuentra dentro del rango de ambición establecido para el envoltente del escenario de WB-2 °C, y por lo tanto los objetivos definidos a través del SDA que utiliza el B2DS pueden considerarse en línea con el objetivo de temperatura de WB-2 °C.

Para poder comparar la trayectoria de emisiones anuales en el escenario B2DS con la del envoltente de escenarios, primero se normalizaron las emisiones en cada escenario hasta 2018 debido a la amplia difusión de estimaciones entre los diferentes escenarios. La Figura 13 muestra que si bien el escenario 2DS se encuentra por fuera del rango del envoltente de WB-2 °C para

2035, las emisiones anuales en el escenario B2DS pueden compararse con la mediana del envoltorio para dicho año.<sup>19</sup>

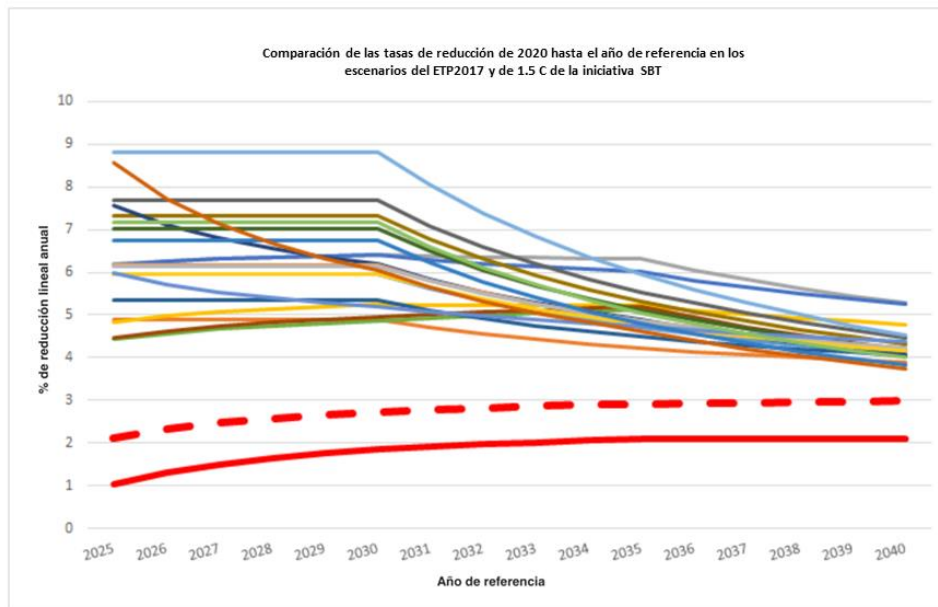


Figura 11. Rango de tasas de reducción lineal anual (años 2020 a 2035) para emisiones de CO<sup>2</sup> resultantes de actividades industriales y energéticas en las trayectorias 2DS (línea roja sólida) y B2DS (línea roja punteada) del ETP de la AIE y en el envoltorio de escenarios de 1.5 °C.

---

<sup>19</sup> Si bien se consideró que normalizar cada escenario de emisiones podría ser potencialmente problemático para determinar los envoltorios de los escenarios de la sección 3.1, es una aproximación razonable para el ejercicio de comparación que se presenta aquí.

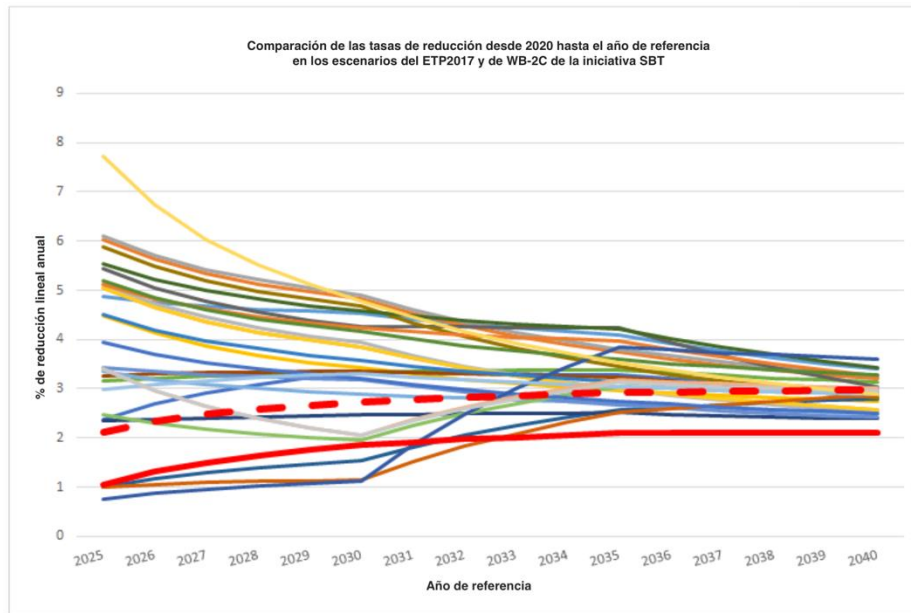


Figura 12. Rango de tasas de reducción lineal anual (años 2020 a 2035) para emisiones de CO<sup>2</sup> resultantes de actividades industriales y energéticas en las trayectorias 2DS (línea roja sólida) y B2DS (línea roja punteada) del ETP de la AIE y en el envolvente del escenario de WB-2 °C.

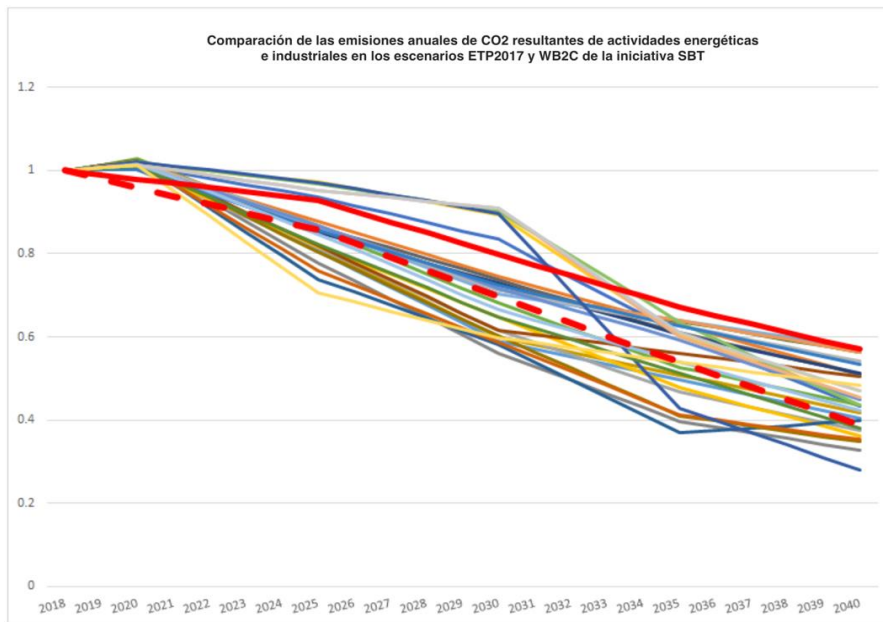


Figura 13. Trayectorias de emisión anuales (normalizadas hasta 2018) para las emisiones resultantes de actividades industriales y energéticas en el escenario B2DS del ETP de la AIE y el envolvente del escenario WB-2°C.

## **Cambios en el método y la herramienta SDA**

El método SDA utiliza tanto trayectorias de emisiones de GEI sectoriales como proyecciones de crecimiento de la actividad sectorial. Ambas pueden desviarse a lo largo del tiempo debido a los cambios en las tasas de descarbonización o de demanda. Por ello, es necesario revisar el método periódicamente y determinar la validez de las proyecciones utilizadas, incluidos todos los supuestos en cuanto al presupuesto de carbono. Por ende, actualizar periódicamente la cifra del presupuesto mundial en las trayectorias subyacentes reforzará la solidez e integridad del método. La iniciativa SBT también se encuentra evaluando si otros modelos sectoriales de referencia son compatibles, ya que las actualizaciones de la herramienta SDA actualmente dependen de la publicación de los informes del ETP.

El SDA también busca extender el número de sectores que cubre actualmente, puesto que los socios de la iniciativa SBT y otras organizaciones externas están desarrollando nuevas trayectorias sectoriales que la herramienta SDA no incluye. Los desarrollos externos necesitan pasar por un proceso de validación, ofrecer oportunidades de consulta pública y alinearse con las definiciones y presupuestos de escenarios de emisiones aceptados por la iniciativa SBT.

Con respecto a la actualización técnica actual, la iniciativa SBT reconoce que desarrollar trayectorias sectoriales, que se alineen con el objetivo de temperatura de 1.5 °C debe ser una prioridad como recurso técnico para ayudar a las empresas a establecer objetivos más ambiciosos. Desafortunadamente, los escenarios del ETP de la AIE alineados con 1.5 °C no están disponibles actualmente, por lo que la iniciativa SBT no puede establecer un SDA de 1.5 °C, ya que no se ha identificado ningún modelo de escenarios con emisiones sectoriales y un desglose de actividades apropiados. La iniciativa SBT tiene la intención de enfocar mayor capacidad técnica y colaborar con investigadores y otros actores clave para incluir trayectorias sectoriales de 1.5 °C en la herramienta de Excel del SDA para los trabajos futuros.

#### **Recuadro 4. Ajustes en la ecuación del parámetro de participación en el mercado en el método SDA**

Cuando se aplica el enfoque de convergencia para los sectores homogéneos, los niveles de actividad esperados de una empresa se combinan con los niveles de actividad esperados del sector al que pertenece con el escenario 2DS para calcular su parámetro de participación en el mercado durante el año objetivo. Este cálculo arroja una proporción inversa de la participación en el mercado de la empresa, lo cual muestra un parámetro decreciente incluso cuando la participación de la empresa va en aumento.

Sin embargo, durante las pruebas beta de la primera herramienta de Excel del método SDA, los participantes plantearon la posible amenaza de una asignación excesiva del presupuesto de carbono en caso de que la empresa llegara a subestimar su crecimiento. Para resguardar la integridad del presupuesto de carbono del ETP de la AIE, el equipo de la iniciativa SBT implementó una protección en el parámetro de participación en el mercado en caso de que una empresa homogénea previera una reducción en sus niveles de actividad que resultara en una participación menor (es decir, el parámetro de participación en el mercado se limita a 1.0).

Dado que el lanzamiento de la herramienta del SDA se dio después de la publicación del reporte técnico del SDA en 2014, esta protección no se describió a detalle dentro de las fórmulas del SDA. Por lo tanto, mientras que el cálculo actual de participación en el mercado se mantuvo sin modificaciones, el ajuste retroactivo que se realizó en la herramienta SDA es el siguiente:

=si ( $m_y \leq 1, m_y, 1$ )

$m_y = (CA_b/SA_b) / (CA_y/SA_y)$  ecuación (4) en el reporte del SDA

Donde:

$m_y$	Parámetro de participación en el mercado en el año $y$ (%)
$CA_b$	Actividad de la empresa en el año base $b$
$SA_b$	Actividad del sector en el año base $b$
$CA_y$	Actividad de la empresa en el año $y$
$SA_y$	Actividad del sector en el año $y$

### 3.3 Objetivos de intensidad económica

El método GEVA, presentado por Jorge Randers en 2012, iguala un presupuesto de carbono al PIB mundial total y la asignación de emisiones de una empresa se determina por su beneficio bruto, dado que la suma total del beneficio bruto de todas las empresas a nivel mundial equivale al PIB mundial.<sup>20</sup> Randers señala que si todas las naciones (o empresas) redujeran sus emisiones por unidad de PIB (valor agregado) en un 5% al año, las emisiones globales serían un 50% más bajas en 2050 en comparación con 2010. En los seis años posteriores a la publicación de este documento, no sólo cambió el PIB subyacente sino también los supuestos en cuanto a las emisiones, y la tasa mínima de reducción avalada por la iniciativa SBT aumentó de 5% a 7%.<sup>21</sup>

Es importante señalar que la efectividad del método no se ha evaluado rigurosamente. El método GEVA tiene sus fundamentos en una aproximación matemática sutil que requiere de mayor justificación. Por lo que destacamos que el valor GEVA actualmente aceptado depende de la condición ideal en la que todas las empresas crecen al mismo ritmo, mismo que el del PIB, y se conoce con precisión la tasa de crecimiento del PIB.<sup>22</sup> Los esfuerzos futuros se concentrarán en desarrollar un método más sólido para establecer objetivos de intensidad económica, ya sea al abordar las implicaciones prácticas de esta hipótesis y ajustar la tasa en consecuencia con las mismas o al llevar a cabo una evaluación minuciosa similar a la de los métodos existentes desarrollados por terceros. Mientras tanto, la iniciativa SBT acepta únicamente los métodos de intensidad económica formulados con el método GEVA para los objetivos de alcance 3.

---

<sup>20</sup> Randers, *Greenhouse gas emissions per unit of value added ("GEVA") - A corporate guide to voluntary climate action*

<sup>21</sup> SBTi, *Updated GEVA calculation* (próximamente)

<sup>22</sup> Con el fin de lograr una reducción de emisiones a nivel mundial, el método GEVA iguala una suma de productos (la suma del objetivo GEVA de cada una de las empresas multiplicada por su valor añadido) al producto de las sumas (objetivo mundial GEVA multiplicado por el PIB mundial), lo cual es una aproximación matemática inválida, principalmente bajo las condiciones reales del mercado.

## 4. Alcance 3

Las emisiones de alcance 3, por lo regular, son la mayor fuente de emisiones de una empresa en la mayoría de los sectores y, a menudo, generan un impacto mucho más alto que el de sus emisiones de alcance 1 y 2.<sup>23</sup> Sin embargo, desde una perspectiva contable, no está claro cómo asignar la responsabilidad de estas emisiones, ya que el inventario de emisiones de una empresa se superpone con los de otra u otras empresas o consumidores. Adicionalmente, el nivel de influencia que tiene una empresa sobre sus emisiones de alcance 3 varía en función de su categoría dentro del alcance 3 y de varios factores como el poder adquisitivo de la empresa declarante, las áreas de operación y la naturaleza de sus inversiones. Si bien esta superposición representa un obstáculo para poder determinar puntos de referencia dentro del alcance 3 que puedan compararse entre empresas y sectores, también brinda oportunidades de colaboración para lograr reducir una mayor cantidad de emisiones. El documento [Value Change the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Target-Setting](#) de la iniciativa SBT describe estas oportunidades y proporciona una guía práctica sobre cómo las empresas de diferentes sectores pueden abordar mejor sus emisiones de alcance 3.

Alentamos a las empresas a establecer objetivos de alcance 3 utilizando los mismos métodos basados en ciencia de los alcances 1 y 2; sin embargo, debido a los retos descritos anteriormente, la iniciativa SBT también acepta una serie de formulaciones de objetivos que, se consideran “ambiciosas” pero no basadas en la ciencia de acuerdo con los mismos modelos. Se dirige a los lectores al "Manual para establecer objetivos basados en ciencia" ([Science-based Target Setting Manual](#)) y a los "Criterios de la iniciativa SBT" ([SBTi Criteria](#)) para una explicación detallada de los requisitos de los objetivos del alcance 3.

---

<sup>23</sup> Iniciativa SBT, *Value Change in the Value Chain*



## 5. Referencias

Daniel Hupmen et al. *IAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by IIASA*. Integrated Assessment Modeling Consortium & International Institute for Applied Systems Analysis, 2018. doi: 10.22022/SR15/08-2018.15429 | url: [data.ene.iiasa.ac.at/iamc-1.5°C-explorer](http://data.ene.iiasa.ac.at/iamc-1.5°C-explorer)

Joeri Rogelj, Drew Shindell, Kejun Jiang, et al. “Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development”, in *Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15)*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 2018. url: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

IEA, *Future Scenarios for Climate Change*. 2018. url: <https://www.iea.org/topics/climatechange/scenarios/>

Will Steffen et al. “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018, 115 (33) 8252-8259. doi: 10.1073/pnas.1810141115 | url: <https://www.pnas.org/content/115/33/8252>

Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, “Technical Supplement: The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities,” 2017. url: <https://www.fsb-tcfd.org/publications/final-technical-supplement/>

IPCC, “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,” url: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

UNEP, *Emissions Gap Report 2018*, United Nations Environment Programme. url: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018>

Meinshausen et al., “Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6: Part I – Model Description and Calibration,” *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1417-1456, 2011. doi: <https://doi.org/10.5194/acp-11-1417-2011> | url: <https://www.atmos-chem-phys.net/11/1417/2011/acp-11-1417-2011.html>

G. Peters, “What does “well below 2°C” mean?” *Climate News*, Center for International Climate Research, 2017. url: <https://www.cicero.oslo.no/en/posts/climate-news/well-below-2°C>

Börjeson et al., “Scenario types and techniques: Towards a user’s guide.” *Futures*, 38, 723-289, 2006. doi: 10.1016/j.futures.2005.12.002 | url: <http://paper.shiftit.ir/sites/default/files/article/1GIII-L%20Borjeson-2006.pdf>

- Minx et al., “Negative emissions—Part 1: Research landscape and synthesis,” *Environ. Res. Lett.* 13 063001, 2018.  
doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b>
- K. Anderson and G. Peters, “The trouble with negative emissions,” *Science* 354 182–3, 2016.  
doi: [10.1126/science.aah4567](https://doi.org/10.1126/science.aah4567)
- P. Smith et al., “Biophysical and economic limits to negative CO2 emissions,” *Nat. Clim. Change* 6 42–50, 2016.  
doi: <https://doi.org/10.1038/nclimate2870> | url: <https://www.nature.com/articles/nclimate2870>
- R. S. Haszeldine, S. Flude, G. Johnson, V. Scott, “Negative emissions technologies and carbon capture and storage to achieve the Paris Agreement commitments,” *Phil. Trans. R. Soc. A* 376: 20160447, 2018.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0447>
- IEAGHG, *CCS Industry Build-Out Rates - Comparison with Industry Analogues*, 2014/TR6, 2017.  
url: [https://ieaghg.org/exco\\_docs/2017-TR6.pdf](https://ieaghg.org/exco_docs/2017-TR6.pdf)
- Riahi et al. “The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview,” *Global Environmental Change*, 42 153-168, 2016.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- O. Fricko, et al., “The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century,” *Global Environmental Change*, 2016.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004>
- Krabbe et al. “Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals,” *Nature Climate Change*, 5 1057-1060, 2015.  
url: <https://www.nature.com/articles/nclimate2770>
- IEA. “Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations,” International Energy Agency, 2017.  
url: <https://www.iea.org/etp2017/>
- SBTi. “Sectoral Decarbonization Approach (SDA): A method for setting corporate emission reduction targets in line with climate science,” the Science Based Targets initiative. 2015.  
url: <https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2015/05/Sectoral-Decarbonization-Approach- Report.pdf>

Jorgen Randers. “Greenhouse gas emissions per unit of value added (“GEVA”) — A corporate guide to voluntary climate action,” *Energy Policy*, 48, 46-55, 2012.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.041> | url:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512003461>

SBTi, “Updated GEVA calculation,” the Science Based Targets initiative. 2019 (pending release).

SBTi, Gold Standard, and Navigant. “Value Change in the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Greenhouse Gas Management,” the Science Based Targets initiative, 2018.

url: [https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT\\_Value\\_Chain\\_Report-1.pdf](https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf)

## 6. Apéndice 1. Escenarios eliminados en cada paso durante el proceso de evaluación

### 6.1 Envoltente de escenarios de 1.5 °C

Ver la Figura 8 para un esquema de los escenarios eliminados en cada paso.

1. **Conjunto completo de escenarios con sobrepaso nulo o bajo de 1.5°C del IAMC:**
2. **Se eliminaron 10 escenarios debido al presupuesto de emisiones:** C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-noCDR, REMIND- MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_2°C\_Sust, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, MESSAGE- GLOBIOM 1.0-SSP2-19, GCAM 4.2-SSP1-19, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-SSP1-19, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_1p5C\_Def, MERGE-ETL 6.0-DAC15\_50, POLES EMF33-EMF33\_WB-2°C\_full, MESSAGEix-GLOBIOM 1.0-LowEnergyDemand
3. **Se eliminaron 18 escenarios debido al año de emisiones máximas:** C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-noCDR-noOS, IMAGE 3.0.1-IMA15-TOT, C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-limCDR-noOS, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0- SMP\_1p5C\_Sust, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_1p5C\_regul, IMAGE 3.0.1-IMA15-LiStCh, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_1p5C\_lifesty, IMAGE 3.0.1-SSP1-19, IMAGE 3.0.1-IMA15-AGInt, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_1p5C\_early, IMAGE 3.0.1-IMA15-Pop, IMAGE 3.0.1-IMA15-Eff, IMAGE 3.0.1-IMA15-Def, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE\_2020\_1.5°C-2100, REMIND 1.5-EMC\_LimSW\_100\$, REMIND 1.5-EMC\_Def\_100\$, REMIND 1.5-EMC\_lowEI\_100\$, REMIND 1.5- EMC\_NucPO\_100\$
4. **Se eliminaron 5 escenarios mediante el análisis cualitativo | con retraso y a corto plazo:** POLES EMF33-EMF33\_WB-2°C\_limbio, AIM/CGE 2.1-CD-LINKS\_NPi2020\_400, POLES EMF33- EMF33\_WB-2°C\_nofuel, POLES EMF33-EMF33\_WB-2°C\_cost100, POLES ADVANCE- ADVANCE\_2020\_1.5°C-2100

**20 escenarios finales:** POLES EMF33-EMF33\_WB-2°C\_nobeccs, AIM/CGE 2.0-SSP1-19, REMIND 1.7- CEMICS-1.5-CDR8, REMIND 1.7-CEMICS-1.5-CDR12, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_1p5C\_red\_eff, AIM/CGE 2.1-TERL\_15D\_NoTransportPolicy, AIM/CGE 2.0-SSP2-19, AIM/CGE 2.1- TERL\_15D\_LowCarbonTransportPolicy, POLES EMF33-EMF33\_1.5°C\_nofuel, POLES EMF33- EMF33\_1.5°C\_cost100, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS\_NPi2020\_400, POLES EMF33- EMF33\_1.5°C\_full, POLES EMF33-EMF33\_1.5°C\_limbio, MESSAGE-GLOBIOM 1.0- EMF33\_1.5°C\_cost100, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33\_1.5°C\_full, POLES EMF33-EMF33\_WB- 2°C\_none, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP1-19, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP4-19, AIM/CGE 2.0-ADVANCE\_2020\_1.5°C-2100, WITCH-GLOBIOM 4.2-ADVANCE\_2020\_1.5°C-2100

## 6.2 Envoltorio de escenarios de WB-2 °C

Ver la Figura 9 para un esquema de los escenarios eliminados en cada paso.

1. **Conjunto completo de escenarios por debajo de 2 °C del IAMC**
2. **Se eliminaron 22 escenarios debido al presupuesto de emisiones:** MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33\_Med2°C\_nobeccs, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33\_Med2°C\_none, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-EMF33\_WB-2°C\_nobeccs, AIM/CGE 2.0-SSP1-26, AIM/CGE 2.0-SSP4-26, GCAM 4.2-SSP1-26, IMAGE 3.0.1-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, AIM/CGE 2.1-TERL\_2D\_LowCarbonTransportPolicy, REMIND 1.7-CEMICS-2.0-CDR12, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS\_NPi2020\_1600, IMAGE 3.0.1-SSP1-26, AIM/CGE 2.0-SSP2-26, AIM/CGE 2.1-TERL\_2D\_NoTransportPolicy, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP1-26, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33\_tax\_hi\_full, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP2-26, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP4-26, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-EMF33\_WB-2°C\_nofuel, AIM/CGE 2.1-EMF33\_Med2°C\_nofuel, AIM/CGE 2.1-EMF33\_Med2°C\_none, POLES ADVANCE-ADVANCE\_2020\_Med2°C, POLES ADVANCE-ADVANCE\_2030\_Med2°C
3. **Se eliminaron 17 escenarios debido al año de emisiones máximas:** REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_2°C\_early, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP\_2°C\_Def, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_Bio\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_EEEI\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_LifeStyle\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_Ref\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_ST\_CCS\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_ST\_bio\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_ST\_nuclear\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_ST\_solar\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_ST\_wind\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_SupTech\_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM\_SSP2\_combined\_1p5Degree, MESSAGE V.3-GEA\_Eff\_AdvNCO2\_1p5C, MESSAGE V.3-GEA\_Eff\_1p5C, MESSAGE V.3-GEA\_Mix\_1p5C\_AdvNCO2\_PartialDelay2020, MESSAGE V.3-GEA\_Mix\_1p5C\_AdvTrans\_PartialDelay2020
4. **Se eliminaron 7 escenarios mediante el análisis cualitativo | con retraso y a corto plazo:** REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_red\_goodpractice, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_red\_NDC, IMAGE 3.0.1-SSP2-26, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_full\_netzero, MESSAGEix-GLOBIOM 1.0-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, POLES CD-LINKS-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE\_2030\_WB-2°C

**28 escenarios finales:** REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-EMF33\_WB-2°C\_none, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_nobeccs, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_none, IMAGE 3.0.1-SSP4-26, REMIND 1.7-CEMICS-2.0-CDR8, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_red\_eff, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_red\_netzero, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-EMF33\_WB-2°C\_limbio, AIM/CGE 2.1-EMF33\_WB-2°C\_full, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_limbio, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP\_2°C\_full\_eff, AIM/CGE 2.1-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-CD-LINKS\_NPi2020\_1000, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_nofuel, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_cost100, POLES EMF33-EMF33\_Med2°C\_full, AIM/CGE 2.0-SSP5-26, IMAGE 3.0.1-ADVANCE\_2030\_WB-2°C, IMAGE 3.0.1-ADVANCE\_2020\_WB-2°C, AIM/CGE 2.0-ADVANCE\_2030\_WB-2°C,

MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE\_2020\_WB-2°C, AIM/CGE 2.0- ADVANCE\_2020\_WB-2°C, AIM/CGE 2.0-ADVANCE\_2030\_Price1.5°C, MESSAGE V.3-GEA\_Eff\_1p5C\_Delay2020, REMIND 1.7-ADVANCE\_2020\_WB-2°C, WITCH-GLOBIOM 4.2- ADVANCE\_2030\_Price1.5°C, WITCH-GLOBIOM 4.2-ADVANCE\_2030\_WB-2°C, WITCH-GLOBIOM 4.2-ADVANCE\_2020\_WB-2°C

## 7. Apéndice 2. Comparación del envoltorio de escenarios con las SSPs

En este apéndice, se comparan los envoltorios de los escenarios de 1.5 °C y WB-2 °C con las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSPs) con el fin de generar un mejor entendimiento del potencial socioeconómico y del contexto de mitigación de cada una de los envoltorios. Las 5 SSP, publicadas por primera vez en 2016, presentan narrativas amplias sobre cómo podría evolucionar el futuro. Las SSP no están ligadas a objetivos de temperatura específicos, sino que se implementan en distintos niveles de la política climática para limitar el forzamiento radiativo a un nivel específico, que va de 1.9-8.0 W/m<sup>2</sup>, así como en las Trayectorias de Concentración Representativas (RCPs, por sus siglas en inglés).<sup>24</sup> La SSP1 (de Sostenibilidad) y la SSP2 (Intermedia) son las trayectorias más relevantes para la iniciativa SBT, puesto que se caracterizan por el logro conjunto de los ODS (SS1) o el mantenimiento del estado actual (SSP2) y representan retos de complejidad baja a media para la mitigación o adaptación, mientras que la SSP3 (Rivalidad Regional), la SSP4 (de Desigualdad) y la SSP5 (Desarrollo de combustibles fósiles) se caracterizan por presentar retos de gran complejidad para la adaptación y/o mitigación.<sup>25</sup> En el SR15, se asignaron cuatro trayectorias arquetipo con base en las SSP1-RCP1.9 (S1), SSP2-RCP1.9 (S2), SSP5-RCP1.9 (S3) y un nuevo escenario de 1.5 °C enfocado en la sostenibilidad: Desarrollo de Baja Energía (*Low Energy Development, LED*) (Figura 14).<sup>26</sup>

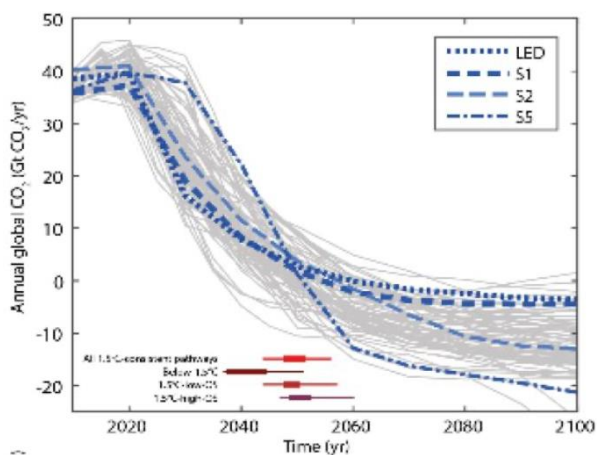


Figura 14. Emisiones netas de CO<sup>2</sup> globales en trayectorias de Debajo de -1.5 °C, de 1.5 °C con sobrepaso bajo y de 1.5 °C con sobrepaso elevado con escenarios arquetipo destacados<sup>27</sup>

<sup>24</sup> IPCC, AR5

<sup>25</sup> Riahi,

<sup>26</sup> Se utilizan los siguientes modelos: AIM/CGE 2.0 (S1), MESSAGE-GLOBIOM 1.0 (S2), REMIND-MAgPIE 1.5 (S3) y MESSAGEix-GLOBIOM 1.0 (LED)

<sup>27</sup> IPCC, SR15

El envoltorio de los escenarios de 1.5 °C se compara con las cuatro trayectorias modelo entre 2020-2035, mismo periodo durante el cual la iniciativa SBT evalúa los objetivos actualmente. Como lo ilustra la Figura 15, el envoltorio está más alineado con el escenario LED y la trayectoria S1, mientras que las trayectorias S2 y S3 quedan fuera del envoltorio debido a su gran dependencia a las emisiones negativas para poder regresar a los niveles de 1.5 °C después de sobrepasar el presupuesto de carbono.

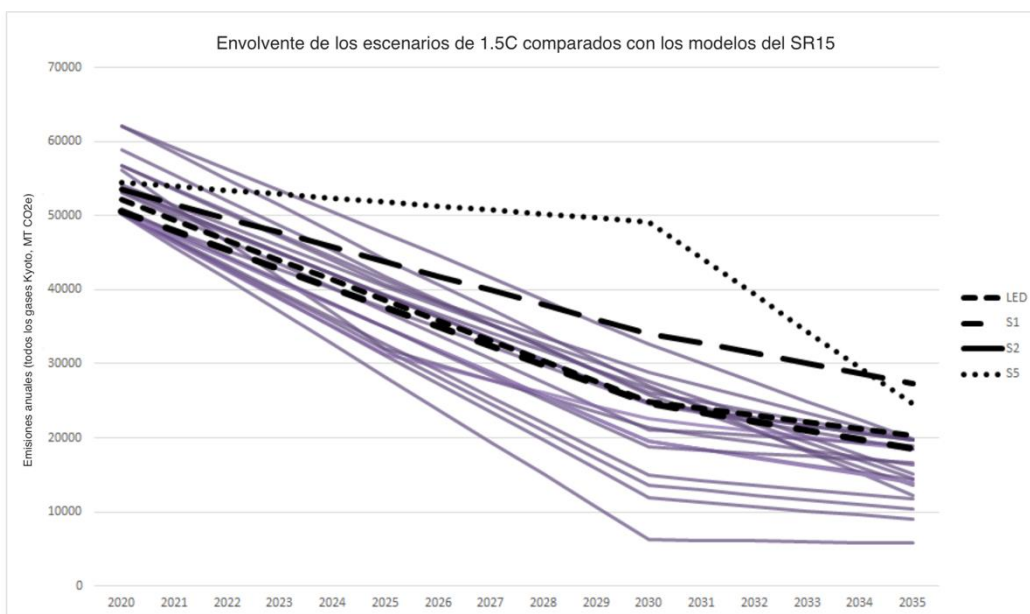


Figura 15. Comparación del envoltorio de escenarios de 1.5 °C (líneas moradas) con trayectorias arquetipo o modelo (líneas negras) entre 2020 y 2035.

Existen trayectorias RCP2.6 análogas para los arquetipos S1, S2 y S3; sin embargo, su relación con escenarios de WB-2 °C es diferente a la de las trayectorias RCP1.9 con los escenarios de 1.5 °C debido a que tienen un umbral de probabilidad de temperatura más elevado asociado con la clasificación de WB-2 °C de la iniciativa SBT. Entre los escenarios análogos, identificados por el símbolo e, únicamente la trayectoria S1e (AIM/CGE 2.0 SSP1-RCP2.6) tiene una probabilidad de >66% de mantenerse por debajo de 2 °C (clasificación *Lower 2 °C*), en tanto que la trayectoria S2e (MESSAGE-GLOBIOM 1.0 SSP2-RCP2.6) tiene una probabilidad del 50-66% de mantenerse por debajo de los 2 °C (clasificación *Higher 2 °C*) y la trayectoria S3e (REMIND-MAGPIE 1.5 SSP5-RCP2.6) tiene una probabilidad de >50% de sobrepasar los 2°C entre 2020-2100 (clasificación *Above 2 °C*). Tal como se describió en el Capítulo X (Tabla X), las trayectorias S2e y S3e se eliminarían de un envoltorio de WB-2 °C en el primer paso debido a la probabilidad de su límite de temperatura derivado del MAGICC, por lo que son menos relevantes para la comparación.



Para mayor contexto, se incluyeron en la comparación tres trayectorias SSP2-26 clasificadas como por debajo de 2 °C (*Lower 2 °C*) (ejecutadas con diferentes modelos) con probabilidades del límite de temperatura que se ajustan al conjunto inicial de escenarios de WB-2 °C (Figura 16). Se destaca la SSP2 debido a que representa un punto intermedio entre el conjunto de las SSP en cuanto a los desafíos para la mitigación y adaptación y se alinea más con la experiencia histórica, especialmente en lo que respecta a las mejoras en materia de carbono y energía en las RCP de referencia.<sup>28</sup>

Como lo previsto, las trayectorias S3e y S2e quedan fuera del envoltorio de escenarios de WB-2 °C entre 2020-2035. La trayectoria S1e y las otras tres trayectorias SSP2-26 caen alrededor o por debajo del percentil 50, en relación con el envoltorio.

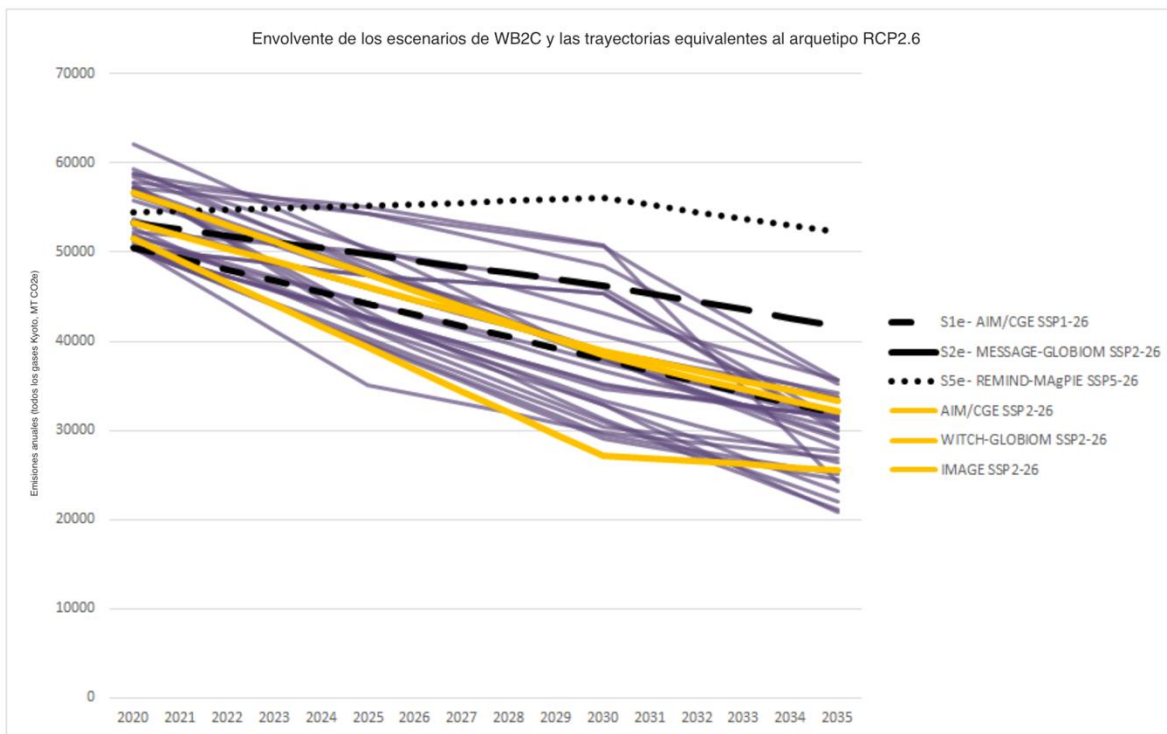


Figura 16. Comparación del envoltorio de escenarios de WB-2 °C (líneas de color) con una muestra de las trayectorias SSP/RCP2.6 (líneas gruesas amarillas y negras) entre 2020 y 203

<sup>28</sup> Fricko et al., *The Marker Quantification*

## 8. Apéndice 3. Grupo Asesor Científico

El Grupo Asesor Científico (SAG, por sus siglas en inglés), co-presidido por Chris Weber (WWF) y Pedro Faria (CDP), se compone de científicos destacados en materia de clima y energía que asesoran a la iniciativa trimestralmente (Figura 17). El SAG, convocado en el verano de 2018, ha sido un recurso vital en el proceso de actualización técnica de la iniciativa SBT en respuesta al SR15, y sus cuantiosas contribuciones se reflejan en el contenido final de este informe. La iniciativa SBT agradece la valiosa participación de los miembros del SAG.



Figura 17. Miembros del Grupo Asesor Científico (abril 2019)

## 9. Historial del documento

Versión	Descripción de los cambios/actualizaciones	Fecha de finalización	Fecha de efectividad
1.0	Primera publicación	abril 2019	N/A