

Anexos

Anexo 1

1. PAÍSES QUE HAN DESVINCULADO EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En una economía verde, se dice que la actividad económica está desvinculada de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En un primer nivel, esto significa que la actividad económica está disociada de las emisiones de GEI que son inherentes a la *producción* de bienes y servicios. En un segundo nivel, y en las economías abiertas, esto significa que la actividad económica está desvinculada de las emisiones de GEI que son inherentes al *consumo* de bienes y servicios. Por consiguiente, el crecimiento económico se compara con el incremento de las emisiones derivadas de la producción a fin de determinar qué países han desvinculado la producción de tales emisiones:

- Utilizando datos de los *Indicadores de Desarrollo Mundial* (Banco Mundial, 2017), se determinan las tendencias específicas de cada país desde 1995 a 2012, y se computan las estadísticas nacionales del PIB anual y de las emisiones anuales de GEI, per cápita.
- Utilizando modelos de regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), el crecimiento anual promedio se estima con respecto al PIB per cápita y a las emisiones de GEI per cápita (en porcentaje). Para cada país c , estimamos:

$$\log PIB_{c,y} = \beta_{0,c} + \beta_{1,c} \text{ año}_y + e_{c,y}$$

y

$$\log GEI_{c,y} = \gamma_{0,c} + \gamma_{1,c} \text{ año}_y + e_{c,y}$$

donde $\beta_{1,c}$ y $\gamma_{1,c}$ son los cambios porcentuales anuales promedio del PIB per cápita y las emisiones de GEI, respectivamente, registrados en cada país.

- Los países con $\beta_{1,c} > 0$ y $\gamma_{1,c} < 0$ son países que experimentaron un crecimiento económico en el periodo 1995-2012 y redujeron sus emisiones per cápita durante ese periodo. Estos países desvincularon su crecimiento económico de las emisiones derivadas de la producción.

En el subconjunto de países que desvincularon el crecimiento económico de las emisiones derivadas de la producción, los que también lo desvincularon de las emisiones derivadas del consumo se identifican de la siguiente manera:

- Utilizando datos históricos obtenidos de las cuentas nacionales de la huella ecológica, que cubren los años 1960-2012, complementados con los datos de 2013 (Global Footprint Network, 2016 y 2017), se determinan las tendencias de cada país en lo relativo a las emisiones anuales derivadas del consumo de carbono.
- Utilizando regresiones MCO, se estima el cambio promedio anual en la huella de carbono:

$$\log HuellaC_{c,y} = \mu_{0,c} + \mu_{1,c} \text{ año}_y + e_{c,y}$$

- Los países con $\beta_{1,c} > 0$, $\gamma_{1,c} < 0$ y $\mu_{1,c} < 0$ son países que desvincularon el crecimiento económico a la vez de las emisiones derivadas de la producción y de las emisiones derivadas del consumo.

2. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DEL EMPLEO Y LA DESVINCULACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL PIB CON RESPECTO A LAS EMISIONES

El **gráfico 1.5**, que describe la relación entre los resultados del empleo y la capacidad de los países para desvincular las emisiones de GEI con respecto al PIB, mide la correlación entre los indicadores de trabajo decente y las emisiones de GEI en países de todo el mundo, basándose en los datos disponibles para el periodo 1995-2014. Los modelos de regresión permiten estimar

$$\log GEI_{y,c} = \log Emp_{y,c} + c + y + e_{y,c}$$

como el modelo marginal, en que $\log GEI_{y,c}$ corresponde a las emisiones de GEI per cápita del país c en el año y ; c e y son efectos fijos en el país y el año de que se trate, respectivamente. También estimamos

$$\log GEI_{y,c} = \log Emp_{y,c} + \log PIB_{y,c} + \log IntE_{y,c} + \log Pob_{y,c} + \log Urban_{y,c} + c + y + e_{y,c}$$

como el modelo condicional, que agrega controles para determinar los logaritmos del PIB per cápita, la intensidad energética (*IntE*), la población (*Pob*) y la proporción de población urbana (*Urban*). Tanto para los modelos marginales como para los condicionales, se estima un modelo distinto para cada resultado de empleo, a saber: pobreza laboral (porcentaje de trabajadores en situación de pobreza extrema o moderada, que viven con menos de 3,10 dólares diarios (en paridad de poder adquisitivo); participación del factor trabajo en el ingreso; tasa de participación femenina en la fuerza de trabajo; relación empleo-población y efectos de interacción para evaluar la distribución sectorial del empleo; y empleo independiente (porcentaje de personas que son empleadores, trabajadores por cuenta propia, trabajadores familiares auxiliares o miembros de cooperativas de productores).

Los resultados se mantienen cuando las regresiones se calculan por separado para los países de ingresos altos, de ingresos medios altos, de ingresos medianos bajos y de bajos ingresos. Los resultados también se mantienen cuando las regresiones se determinan por separado para los países que han establecido una vinculación y los que han optado por la desvinculación. Para que los resultados se mantengan dentro de la categorización de cada país, se han eliminado los casos atípicos:

Cuadro A1.1

| Relación entre los resultados de empleo y las emisiones de GEI | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|---|----------------------|----------------------|
| a) Pobreza laboral | | | b) Participación del trabajo en los ingresos | | |
| | Marginal | Condicional | | Marginal | Condicional |
| Pobreza laboral | -0,703*** (0,0648) | -0,185*** (0,0546) | Participación del trabajo en los ingresos | -0,302*** (0,113) | -0,0362 (0,0867) |
| Crecimiento del PIB | | 1,254*** (0,0344) | Crecimiento del PIB | | 1,108*** (0,0285) |
| Crecimiento demográfico | | 0,831*** (0,0604) | Crecimiento demográfico | | 0,508*** (0,0415) |
| Intensidad energética | | 0,789*** (0,0249) | Intensidad energética | | 0,722*** (0,0250) |
| Proporción de la población urbana | | 0,0780 (0,172) | Proporción de la población urbana | | 0,810*** (0,156) |
| Constante | 0,0732** (0,0360) | -25,24*** (1,117) | Constante | 0,913*** (0,0650) | -19,07*** (0,762) |
| Efectos fijos por año | SÍ | SÍ | Efectos fijos por año | SÍ | SÍ |
| Efectos fijos por país | SÍ | SÍ | Efectos fijos por país | SÍ | SÍ |
| R-cuadrado | 0,302 | 0,607 | R-cuadrado | 0,110 | 0,500 |
| Número de países | 121 | 121 | Número de países | 126 | 126 |
| Número de observaciones | 2 233 | 2 233 | Número de observaciones | 2 402 | 2 402 |

Cuadro A1.1 (cont.)

| c) Tasa de participación laboral femenina | | | d) Relación empleo-población | | |
|--|----------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|
| | Marginal | Condicional | | Marginal | Condicional |
| Tasa de participación laboral femenina | -2,072*** (0,317) | -0,724*** (0,234) | Relación empleo-población | -1,798*** (0,178) | -0,174 (0,136) |
| Crecimiento del PIB | | 1,198*** (0,0254) | Relación empleo-población por sector | 4,383*** (0,232) | 0,501*** (0,188) |
| Crecimiento demográfico | | 0,552*** (0,0387) | Relación empleo-población por servicio | 1,891*** (0,180) | -0,783*** (0,146) |
| Intensidad energética | | 0,788*** (0,0209) | Crecimiento del PIB | | 1,229*** (0,0241) |
| Proporción de la población urbana | | 0,772*** (0,138) | Crecimiento demográfico | | 0,481*** (0,0364) |
| Constante | 1,202*** (0,126) | -20,34*** (0,713) | Intensidad energética | | 0,769*** (0,0203) |
| Efectos fijos por año | Sí | Sí | Proporción de la población urbana | | 0,751*** (0,135) |
| Efectos fijos por país | Sí | Sí | Constante | 0,530*** (0,0988) | -19,45*** (0,652) |
| R-cuadrado | 0,150 | 0,555 | Efectos fijos por año | Sí | Sí |
| Número de países | 170 | 170 | Efectos fijos por país | Sí | Sí |
| Número de observaciones | 3 170 | 3 170 | R-cuadrado | 0,230 | 0,587 |
| | | | Número de países | 177 | 177 |
| | | | Número de observaciones | 3 473 | 3 473 |
| e) Empleo independiente | | | | | |
| | Marginal | Condicional | | | |
| Empleo independiente | -1,601*** (0,139) | 0,0935 (0,114) | | | |
| Crecimiento del PIB | | 1,305*** (0,0345) | | | |
| Crecimiento demográfico | | 0,858*** (0,0609) | | | |
| Intensidad energética | | 0,791*** (0,0256) | | | |
| Proporción de la población urbana | | 0,0987 (0,174) | | | |
| Constante | 0,618*** (0,0780) | -26,23*** (1,144) | | | |
| Efectos fijos por año | Sí | Sí | | | |
| Efectos fijos por país | Sí | Sí | | | |
| R-cuadrado | 0,307 | 0,605 | | | |
| Número de países | 121 | 121 | | | |
| Número de observaciones | 2 233 | 2 233 | | | |

Notas: Los errores estándar figuran entre paréntesis. Se estima una regresión de series de tiempo marginales y condicionales (1995-2014) para cada indicador de trabajo decente. Todos los modelos de regresión consideran el logGEI de las emisiones anuales per cápita como la variable dependiente y el indicador de trabajo decente como la variable independiente. Todos los modelos incluyen efectos fijos por país y por año. El modelo marginal solo incluye la relación entre cada indicador de trabajo decente y el logGEI de las emisiones per cápita. El modelo condicional añade controles para logPIB, logPob (población), logIntE (intensidad energética) y logUrban (proporción de la población urbana). El modelo de proporción de empleo por sector incluye la agricultura como categoría de referencia. * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

Fuente: Cálculos de la OIT basados en los Indicadores del Desarrollo Mundial, Penn World Tables e ILOSTAT.

Guinea Ecuatorial (variación porcentual media anual de las emisiones de GEI de 54,8 y variación porcentual media anual del PIB per cápita de 19,7), Afganistán (20,4 y 4,6), Angola (13,8 y 4,4), Bosnia y Herzegovina (12,3 y 11,7), República Democrática Popular Lao (10,4 y 5,3), Mozambique (9,5 y 5,5) y Eswatini (9,4 y 2,0).

El cuadro A1.1 muestra los resultados de la regresión para el modelo de país completo.

3. INTENSIDAD DE CARBONO Y DE RECURSOS EN EL EMPLEO

En lo que atañe a las emisiones de GEI (carbono) y a cada recurso (materiales, agua dulce y tierra), se estiman las emisiones totales (en kilotones (kt)) o los recursos (en kt, miles de millones de m³ o miles de hectáreas (ha)) que corresponden a cada persona empleada. En particular:

- por lo que se refiere a la intensidad de carbono del empleo, las emisiones totales de GEI de cada región (según los Indicadores de Desarrollo Mundial) se dividen por su empleo total expresado en miles (estimaciones modelizadas según la OIT) (ILOSTAT);
- por lo que se refiere a la intensidad de materiales del empleo, el total de la extracción de materiales de cada región (según Material Flows Data) se divide por su empleo total expresado en miles (estimaciones modelizadas según la OIT) (ILOSTAT);
- por lo que se refiere a la intensidad de agua dulce del empleo, el total de las extracciones de agua dulce de cada región (según los Indicadores de Desarrollo Mundial) se dividen por su empleo total expresado en miles (estimaciones modelizadas según la OIT) (ILOSTAT); y
- por lo que se refiere a la intensidad de uso de la tierra del empleo, el total de la tierra utilizada en cada región (según FAOSTAT) se divide por su empleo total expresado en miles (estimaciones modelizadas según la OIT) (ILOSTAT).

4. AÑOS DE VIDA ACTIVA PERDIDOS A CAUSA DE DESASTRES PROVOCADOS POR EL SER HUMANO

Para estimar los años de vida activa perdidos como consecuencia de desastres se adapta la metodología de Noy (2014) al mundo del trabajo, teniendo en cuenta que las personas no trabajan durante toda su vida y que no toda la población trabaja. Esta metodología permite estimar un índice de referencia para los años de vida activa perdidos, según la fórmula

$$\text{Añosdevida} = A(M, E^{\text{muerte}}, E^{\text{esp}}) + L(N) + \text{DAÑ}(Y, P)$$

- $A(M, E^{\text{muerte}}, E^{\text{esp}}) = M(E^{\text{esp}} - E^{\text{med}})$ es el número de años (A) perdidos por mortalidad (M) como resultado de diversos eventos, calculados como la diferencia entre la edad en el momento de la muerte (E^{muerte}) y la esperanza de vida (E^{esp}). En los conjuntos de datos globales, la información sobre la edad en el momento de la muerte no está disponible, por lo que se utiliza la edad mediana de la población (E^{med}).
- $L(N) = eTN$ es la función de costo asociada con las personas que resultaron lesionadas (L) o afectadas por el desastre de que se trate, según la metodología de la OMS (2013) que permite calcular los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD). El coeficiente e es la «ponderación de la pérdida de bienestar» que va asociada con la exposición a un desastre. La ponderación de la OMS se aplica a la discapacidad derivada de una «enfermedad genérica sin complicaciones: ansiedad sobre el diagnóstico» ($e = 0,054$). T (= 3 años) es el tiempo que necesita una persona afectada para recuperar la normalidad o para que el impacto del desastre desaparezca, mientras que N es el número de personas afectadas.
- $\text{DAÑ}(Y, P) = Y(1-c) \times pc\text{PIB}^{-1}$ permite estimar el número de años de vida perdidos como resultado del daño a los bienes de capital y la infraestructura (el costo de oportunidad de gastar recursos humanos (esfuerzo) en la reconstrucción de los activos destruidos). Y es la cuantía del daño financiero que suele incluirse en la información sobre los impactos del desastre. P es la cuantía monetaria obtenida en un año completo de esfuerzo humano. El ingreso per cápita ($pc\text{PIB}$) se usa como indicador del costo del esfuerzo humano, pero se descuenta en un 75 por ciento (c) para tener en cuenta la observación de que se dedica mucho tiempo a actividades que no están relacionadas con el trabajo.

El índice está adaptado para establecer una mejor relación con el mundo del trabajo y solo toma en consideración los desastres causados o agravados por la intervención humana en el medio ambiente (desastres antropogénicos). En la práctica, estimamos:

$$\text{Añosdevidaactiva} = [A(M, E^{\text{muerte}}, E^{\text{jubilación}}) + L(N) + \text{DAÑ}(Y, P)]e$$

El enfoque de Noy se adapta midiendo $E^{\text{jubilación}}$ en lugar de E^{esp} porque no se espera que las personas sigan trabajando después de cumplir 65 años. Cuando la esperanza de vida de un país es superior a 65 años, $E^{\text{jubilación}} = 65$; de lo contrario, se usa $E^{\text{jubilación}} = E^{\text{esp}}$.

Además, el resultado final se pondera con la relación empleo-población (*e*) para tener en cuenta la proporción de la población que trabaja en un país dado.

Finalmente, los desastres y los peligros naturales que se señalan en la Base de datos de desastres EM-DAT solo se tienen en cuenta cuando son causados o potenciados por la intervención humana en el medio ambiente o por la degradación ambiental. Se incluyen los peligros meteorológicos (tormentas, niebla, temperaturas extremas), hidrológicos (inundaciones, deslizamientos de tierra, oleaje), climatológicos (sequía, desbordamiento de lagos glaciares, incendios forestales), biológicos (infestación de insectos) y ciertos peligros tecnológicos (accidentes industriales o de otra índole). En las estimaciones no se incluyen las víctimas, las personas afectadas o los daños resultantes de peligros geofísicos (terremotos, movimientos de masas, actividad volcánica), biológicos (epidemias virales, bacterianas, parasitarias, fúngicas o priónicas, así como los accidentes de animales), de origen extraterrestre (impactos, clima espacial) o de ciertos riesgos tecnológicos (accidentes de transporte).

5. IMPACTO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL MUNDO DEL TRABAJO

Los detalles metodológicos para el análisis del impacto laboral del estrés térmico (calórico) se han basado en Kjellstrom *et al.* (2017). Para el análisis del impacto previsto del cambio climático y su incidencia en el estrés térmico se han considerado datos de cuadrícula (0,5 x 0,5 grados, o 50 x 50 km en el Ecuador) para variables climáticas, combinados con estimaciones del tamaño de la población para cuatro grupos de edad (0 a 4 años, 5 a 14 años, 15 a 64 años y 65 o más años) y de la distribución del empleo por sector económico amplio.

Para los datos climáticos se han usado promedios de periodos de treinta años, identificados por sus puntos medios: 1995, 2025, 2055 y 2085. Los datos para 2085, por ejemplo, se basan en las temperaturas medias previstas para cada una de las celdas o células de la cuadrícula entre 2071 y 2099. Los modelos HadGEM2-ES (Martin *et al.*, 2011) y GFDL-ESM2M (Dunne *et al.*, 2012 y 2013) permiten calcular los datos y proyecciones climáticas en los segmentos superior e inferior. Estos dos modelos son representativos del conjunto de 25 modelos que se han utilizado en las evaluaciones más recientes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013). En el presente informe se utiliza el promedio de los dos modelos, lo que permite evitar el cálculo del impacto del estrés térmico en todas las diversas proyecciones climáticas disponibles¹. La mayoría de los modelos corrigen el sesgo en la temperatura con los datos recopilados por las estaciones meteorológicas durante un largo periodo histórico. En el presente informe también se ha corregido el sesgo de la humedad, parámetro pertinente a la hora de evaluar los riesgos que la temperatura conlleva para la salud humana.

Los resultados que se muestran en este informe se basan en estimaciones modelizadas futuras de la trayectoria de concentración representativa de GEI denominada RCP2.6 (*ibid.*). La hipótesis o escenario RCP2.6 prevé un aumento de la temperatura global media de 1,5 °C para el final del siglo.

Basándose en Kjellstrom *et al.* (2017) y Kjellstrom y McMichael (2014), el índice de estrés térmico (es decir, la temperatura de bulbo húmedo y de globo (WBGT) expresada en grados Celsius (°C)) se calcula combinando la temperatura del clima (en °C) y la humedad (punto de rocío, en °C), suponiendo que el aire se mueve sobre la piel a 1 m/s (es decir, la rapidez a la que se mueven los brazos o las piernas cuando se trabaja) en condiciones de sombra o en interiores sin aire acondicionado. El índice de estrés térmico para trabajar al sol por la tarde agrega 2 °C a la temperatura WBGT calculada a la sombra. La temperatura media mensual junto con la WBGT y el promedio mensual de la temperatura máxima diaria junto con la WBGT se utilizan para hacer estimaciones de la distribución horaria típica de los niveles de calor.

Los datos sobre la población se basan en las estimaciones demográficas de las Naciones Unidas y en las evaluaciones de la distribución por edades que lleva a cabo el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (Lutz, Butz y Samir, 2014). En el caso de las células de cuadrícula situadas en los límites de regiones o países, la población estimada se distribuye en la misma proporción que la distribución del territorio.

1. Los modelos HadGEM2-ES y GFDL-ESM2M están disponibles en el sitio web del Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (Proyecto de Intercomparación de Modelos de Impacto Intersectorial – ISIMIP, www.isimip.org).

Los datos sobre la distribución de la fuerza de trabajo en la agricultura, la industria y los servicios, en los niveles nacional y subregional, provienen de los *Indicadores Clave del Mercado de Trabajo* de la OIT (2015).

Según el modelo de Kjellstrom *et al.* (2017), los resultados proporcionan un valor estimado de las relaciones de exposición-respuesta en condiciones de estrés térmico, para intensidades de trabajo de 200W (trabajo físico ligero o de oficina), 300W (trabajo físico moderado en la actividad manufacturera) y 400W (trabajo físico pesado en la agricultura o la construcción). Estos valores permiten la conversión de un determinado nivel de calor ambiental (expresado como temperatura WBGT) a un porcentaje de capacidad de trabajo no disponible en la eventualidad de que el trabajador reduzca la intensidad de su trabajo para evitar efectos clínicos en su salud. La pérdida de horas de trabajo se calcula utilizando las ecuaciones de exposición-respuesta para cada hora de luz natural durante un mes o un año, con respecto a cada célula de la cuadrícula. Las horas perdidas por persona en diferentes tipos de trabajo se suman entonces para todas las células de cuadrícula en un área geográfica dada (por ejemplo, una subregión). El número de horas perdidas en cada tipo de ocupación también se adiciona y se compara con el número total de horas disponibles para el trabajo en cada periodo de 12 horas a la luz del día.

Independientemente de las condiciones, siempre es posible realizar algún trabajo; en efecto, si la persona no libera calor, el calor específico del cuerpo ($3470 \text{ J}/(\text{kg} \times ^\circ\text{C})$) permite al menos 6 minutos por hora antes de que la temperatura corporal alcance un nivel intolerable de 39°C . Además, incluso cuando se trabaja continuamente, es necesario tomar «micro-pausas» para estirarse, ir al servicio higiénico o simplemente relajarse. Se parte del supuesto de que el 10 por ciento del tiempo de trabajo se utiliza de esta manera. En las evaluaciones de impacto, se utiliza un valor límite equivalente a un 10 por ciento de tiempo perdido (el trabajo es completo hasta dicho nivel) y a un 90 por ciento de tiempo perdido (lo que supone un 10 por ciento de tiempo trabajado, o 6 minutos, lo que siempre es posible).

Habida cuenta de la abundante población que hay en varias regiones y de las fracciones de días extremadamente calurosos que se computan mediante las funciones matemáticas, el cálculo del número total de horas de trabajo perdidas, a partir de estas fracciones de días u horas, puede arrojar cifras relativamente grandes. Para no sobrestimar el volumen de horas afectadas por el calor, las funciones matemáticas se recortan en un 1 por ciento, lo que permite obtener estimaciones prudentes, especialmente en las regiones templadas.

Anexo 2

1. USO DE TABLAS MULTIRREGIONALES DE ENTRADA Y SALIDA PARA ESTIMAR LOS EFECTOS DEL EMPLEO EN UNA ECONOMÍA VERDE

En este anexo se proporcionan detalles metodológicos sobre el procedimiento utilizado para estimar el volumen de puestos de trabajo creados y destruidos, así como los cambios en el ámbito de los salarios, las emisiones y las competencias profesionales, y también de la composición de género de la economía en ciertos escenarios o evoluciones hipotéticas en el contexto de una economía eficiente con bajas emisiones de carbono y un aprovechamiento eficaz de los recursos. Primeramente, se describen el conjunto de datos para el análisis, el enfoque metodológico general y los supuestos específicos que se consideran en cada escenario.

Datos

Exiobase es una tabla multirregional de entrada y salida y de suministro y uso de datos (MRIO), que da cuenta de las interconexiones entre el consumo final, el flujo de productos intermedios y finales y los distintos insumos incorporados en la producción. Las extensiones ambientales y socioeconómicas de estas bases de datos permiten analizar los impactos correspondientes a lo largo de las cadenas mundiales de valor que se generan como consecuencia de los cambios en las redes mundiales de producción. La Exiobase abarca 163 sectores de actividad (para las tablas simétricas de insumo-producto) y 200 productos (para las tablas de suministro y uso) en 44 países y 5 regiones del resto del mundo. La base ofrece datos sobre el empleo total, el empleo femenino total, el empleo total por nivel de competencias laborales, el empleo vulnerable y el volumen total de emisiones de GEI por cada sector en cada país, lo que reviste un especial interés a efectos del presente informe¹.

Tukker *et al.* (2013) y Wood *et al.* (2015) brindan más información sobre la Exiobase y sus usos potenciales. Por su parte, Simas *et al.* (2014) proporcionan una descripción de las cuentas sobre el empleo en general y el empleo vulnerable, en el contexto de las tablas multirregionales de entrada y salida.

Como se describe en Simas *et al.* (2014), la Exiobase formula los insumos de mano de obra a partir de la información contenida en las encuestas nacionales de la fuerza de trabajo recopiladas en ILOSTAT, y también a partir de otras encuestas laborales y sectoriales que se recogen en las cuentas nacionales, reunidas en la base de datos STAN de la OCDE. Los datos laborales de la OIT se refieren a 39 sectores económicos, mientras que los datos de STAN cubren hasta 60 sectores e industrias, lo que permite trazar un mejor panorama de la repartición del producto económico en los distintos sectores incluidos en las tablas multirregionales de entrada y salida. Los insumos laborales se desglosaron a partir de sectores económicos más amplios, distribuyéndose en las industrias y subsectores comprendidos en tablas multirregionales de entrada y salida tomando como referencia la remuneración de los trabajadores del modelo. El desglose se efectuó partiendo del supuesto según el cual los salarios medios y el promedio de horas trabajadas eran similares entre todos los trabajadores de un amplio sector económico o industria.

Para definir el empleo vulnerable, la Exiobase se basa en los criterios de la OIT, que toma en consideración a los trabajadores familiares no remunerados y los trabajadores por cuenta propia. La OIT y la OCDE proporcionan datos a nivel sectorial sobre el empleo y los trabajadores remunerados de todos los países comprendidos en la Exiobase. Una relación media ponderada entre los trabajadores remunerados y el empleo total de los países de una región, en tres sectores amplios (agricultura, industria y servicios), permite identificar el empleo vulnerable en cada una de las cinco regiones del resto del mundo. En el modelo de las tablas multirregionales de entrada y salida, los insumos laborales se dividen en tres niveles de competencias profesionales (bajo, medio y alto). El nivel de competencias exigido para las distintas ocupaciones se identifica de tal manera que todas las ocupaciones de baja calificación están comprendidas entre las ocupaciones del código 9 de la CIUO, todas las ocupaciones de mediana calificación están comprendidas entre las ocupaciones de los códigos 4, 5, 6, 7 y 8 de la CIUO, y todas las ocupaciones de alta calificación están comprendidas entre las ocupaciones de los códigos 1, 2 y 3 de la CIUO. Los datos sectoriales de la OIT sobre ocupaciones relativos a todos los países comprendidos en la Exiobase se utilizan para determinar el número de trabajadores que hay en cada nivel de competencias para cada sector. En lo que atañe a las regiones del resto del mundo,

1. La EXIOBASE está disponible en el sitio web del proyecto (www.exiobase.eu).

cada industria tiene una distribución media ponderada de niveles de competencias profesionales con respecto al empleo total para tres sectores amplios: agricultura, industria y servicios.

Aun cuando la Exiobase v3 presenta un inventario de la economía mundial en 2011, sus datos se han actualizado con respecto a 2014 (Stadler *et al.*, 2018). En las previsiones hasta 2030 se combinan las previsiones del PIB propuestas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) hasta 2022 con las previsiones de crecimiento regional propuestas por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) hasta 2030. Exceptuando los cambios modelizados en las hipótesis de evolución, que se describen a continuación, la estructura básica del comercio y la estructura sectorial específica de cada país en el marco de la economía mundial siguen siendo las descritas en las previsiones del FMI (IEA, 2017; FMI, 2017).

Si bien los análisis se efectúan por medio de una tabla desglosada, los resultados incluidos en el presente informe se han agrupado por industria o sector (agricultura, construcción, producción de electricidad a partir de combustibles fósiles y de fuentes nucleares, industria manufacturera, minería, producción de electricidad a partir de fuentes renovables, servicios, servicios públicos y gestión y reciclaje de residuos) a fin de facilitar la presentación de informes. Los resultados también se han agrupado a nivel regional (África, Américas, Asia, Europa y Oriente Medio). Debido a las limitaciones existentes en cuanto a los datos, las regiones delimitadas en la Exiobase difieren ligeramente de las agrupaciones regionales definidas por la OIT. El **cuadro A2.1** muestra la agregación a nivel de sectores o industrias que se ha utilizado en el informe.

Métodos

Dado que las tablas multirregionales de entrada y salida registran el flujo de bienes y servicios intermedios en la economía mundial, permiten trazar el conjunto de las interrelaciones entre los distintos sectores de una economía. En estas tablas se reflejan los efectos indirectos que los cambios en una industria específica (por ejemplo, el sector de generación de electricidad) pueden tener en otras industrias (induciendo, por ejemplo, cambios en la minería del carbón). Si se sigue esta misma lógica, también es posible estimar los efectos sobre el empleo y los salarios en un sector específico, así como sobre la demanda de determinadas competencias laborales, la composición de género y el impacto ambiental a nivel del sector (por ejemplo, en lo relativo a las emisiones de GEI, o a la utilización de la tierra, el agua y los recursos).

Si, por ejemplo, el 10 por ciento de los insumos utilizados en la industria del automóvil provienen de la industria siderúrgica, y esta industria necesita diez trabajadores para elaborar una unidad de producción, entonces se puede decir que un trabajador (es decir, el 10 por ciento del total de diez trabajadores) está (indirectamente) empleado en la siderurgia para asegurar la producción de una unidad en la industria del automóvil.

Usando la notación común de entrada-salida, el efecto de empleo indirecto que tiene una unidad de producción de la industria j se calcula como

$$\underbrace{e_j^{ind}}_{\text{empleo indirecto}} = \underbrace{\mathbf{e}'\mathbf{L}\mathbf{i}_j}_{\text{empleo total}} - \underbrace{e_j}_{\text{empleo directo}}$$

donde \mathbf{e} es un vector de empleo directo por unidad de producto para todas las industrias, \mathbf{L} es la inversa de Leontief, \mathbf{i}_j es un vector en el que todas las entradas son iguales a cero, excepto la entrada correspondiente a la industria j , que es igual a 1, y e_j es el empleo directo por unidad de producción de la industria j .

Dado que el empleo se registra en el bloque de valor agregado de las tablas multirregionales de entrada y salida, esta lógica puede extenderse a otros registros en dichas tablas, como, por ejemplo, el empleo vulnerable, el empleo desglosado por género y nivel de competencias, o el bloque de las cuentas ambientales, como es el caso de las emisiones de GEI.

Miller y Blair (2009) proporcionan más detalles sobre el uso de tablas de entrada-salida.

La aplicación de datos de entrada-salida en un marco hipotético futuro requiere que se tomen en consideración muchos factores. Los escenarios básicos de insumo-producto presuponen que habrá cambios directos y exógenos tanto en la demanda final como en la estructura de producción, es decir, cambios tecnológicos (De Koning *et al.*, 2016; Wiebe, 2016). Los resultados deben entenderse como

Cuadro A2.1

Agregación de sectores en la Exiobase utilizada en el presente informe

| Industria o sector | Agregación en un sector |
|--|---------------------------------|
| Cultivo de arroz con cáscara | Agricultura |
| Cultivo de trigo | Agricultura |
| Cultivo de cereales n.c.o.p. | Agricultura |
| Cultivo de hortalizas, frutas, frutos secos | Agricultura |
| Cultivo de semillas oleaginosas | Agricultura |
| Cultivo de caña de azúcar, remolacha azucarera | Agricultura |
| Cultivo de fibras de origen vegetal | Agricultura |
| Otros cultivos n.c.o.p. | Agricultura |
| Ganadería bovina | Agricultura |
| Ganadería porcina | Agricultura |
| Avicultura | Agricultura |
| Producción de otros animales de carne n.c.o.p. | Agricultura |
| Productos animales n.c.o.p. | Agricultura |
| Producción de leche cruda | Agricultura |
| Producción de lana, capullos de gusano de seda | Agricultura |
| Tratamiento, almacenamiento y aplicación de estiércol (convencional) | Agricultura |
| Tratamiento, almacenamiento y aplicación de estiércol (biogás) | Agricultura |
| Silvicultura, explotación maderera y actividades de servicios conexas | Agricultura |
| Pesca, piscicultura (criaderos y granjas), actividades de servicio relacionadas con la pesca | Agricultura |
| Extracción de antracita, hulla y lignito, extracción de turba | Minería |
| Extracción de petróleo crudo y servicios relacionados con la extracción de petróleo crudo, excluyendo la prospección | Minería |
| Extracción de gas natural y servicios relacionados con la extracción de gas natural, excluyendo la prospección | Minería |
| Extracción, licuefacción y regasificación de otros materiales petrolíferos y gaseosos | Minería |
| Extracción de minerales de uranio y torio | Minería |
| Extracción de minerales de hierro | Minería |
| Extracción de minerales de cobre y sus concentrados | Minería |
| Extracción de minerales de níquel y sus concentrados | Minería |
| Extracción de minerales de aluminio y sus concentrados | Minería |
| Extracción de minerales de metales preciosos y sus concentrados | Minería |
| Extracción de minerales de plomo, zinc y estaño y sus concentrados | Minería |
| Extracción de otros minerales metálicos no ferrosos y sus concentrados | Minería |
| Extracción de piedra | Minería |
| Extracción de arena y arcilla | Minería |
| Extracción de minerales para productos químicos y fertilizantes, producción de sal, y otras actividades de extracción n.c.o.p. | Minería |
| Procesamiento de carne bovina | Industria manufacturera |
| Procesamiento de carne porcina | Industria manufacturera |
| Procesamiento de carne aviar | Industria manufacturera |
| Procesamiento de productos cárnicos n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Procesamiento de aceites y grasas vegetales | Industria manufacturera |
| Procesamiento de productos lácteos | Industria manufacturera |
| Procesamiento de arroz | Industria manufacturera |
| Fabricación de azúcar refinado | Industria manufacturera |
| Procesamiento de otros productos alimenticios n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Fabricación de bebidas | Industria manufacturera |
| Fabricación de productos pesqueros | Industria manufacturera |
| Fabricación de productos de tabaco | Industria manufacturera |
| Fabricación de textiles | Industria manufacturera |
| Confección de prendas de vestir, preparación y teñido de pieles | Industria manufacturera |
| Preparación, curtido y acabado del cuero, fabricación de artículos de marroquinería, de viaje, de guarnicionería y de talabartería, y fabricación de calzado | Industria manufacturera |
| Fabricación de madera y de productos de la madera y del corcho, excepto muebles, y fabricación de artículos de cestería y espartería | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de material secundario a base de madera para reciclaje como material de madera nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fabricación de pulpa | Industria manufacturera |

Cuadro A2.1 (cont.)

| Industria o sector | Agregación en un sector |
|---|--|
| Reprocesamiento de papel secundario para reciclaje como pulpa nueva | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fabricación de papel | Industria manufacturera |
| Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados | Industria manufacturera |
| Fabricación de coquerías | Industria manufacturera |
| Refinación de petróleo | Industria manufacturera |
| Procesamiento de combustibles nucleares | Industria manufacturera |
| Fabricación de plásticos en formas primarias | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de plástico secundario para reciclaje como plástico nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fabricación de fertilizantes nitrogenados | Industria manufacturera |
| Fertilizantes fosfatados y otros fertilizantes | Industria manufacturera |
| Productos químicos n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Fabricación de productos de caucho y plástico | Industria manufacturera |
| Fabricación de vidrio y productos de vidrio | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de vidrio secundario para reciclaje como vidrio nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fabricación de productos cerámicos | Industria manufacturera |
| Fabricación de ladrillos, tejas y productos de tierras cocidas para la construcción | Industria manufacturera |
| Fabricación de cemento, cal y yeso | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de ceniza para reciclaje como clinker | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones y primeros productos de los mismos | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de acero secundario para reciclaje como acero nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de metales preciosos | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de metales preciosos secundarios para reciclaje como metales preciosos nuevos | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de aluminio | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de aluminio secundario para reciclaje como aluminio nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de plomo, zinc y estaño | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de plomo secundario para reciclaje como plomo, zinc y estaño nuevos | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de cobre | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de cobre secundario para reciclaje como cobre nuevo | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de otros metales no ferrosos | Industria manufacturera |
| Reprocesamiento de otros metales no ferrosos secundarios para reciclaje como otros metales no ferrosos nuevos | Gestión de residuos y reciclaje |
| Fundición de metales | Industria manufacturera |
| Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo | Industria manufacturera |
| Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Fabricación de máquinas y equipos de oficina y ordenadores | Industria manufacturera |
| Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicación | Industria manufacturera |
| Fabricación de instrumentos médicos, de precisión y ópticos, y de relojes | Industria manufacturera |
| Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques | Industria manufacturera |
| Fabricación de otro material de transporte | Industria manufacturera |
| Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras n.c.o.p. | Industria manufacturera |
| Reciclaje de residuos y chatarra | Gestión de residuos y reciclaje |
| Reciclaje de botellas por reutilización directa | Gestión de residuos y reciclaje |
| Producción de electricidad a partir de carbón | Combustibles fósiles y energía nuclear |
| Producción de electricidad a partir de gas | Combustibles fósiles y energía nuclear |
| Producción de electricidad a partir de energía nuclear | Combustibles fósiles y energía nuclear |
| Producción de electricidad por hidroeléctricas | Recursos renovables |
| Producción de electricidad mediante eólicas | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de petróleo y de otros derivados del petróleo | Combustibles fósiles y energía nuclear |
| Producción de electricidad a partir de biomasa y residuos | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de energía solar fotovoltaica | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de energía solar térmica | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de mareas, olas, océano | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de energías geotérmicas | Recursos renovables |
| Producción de electricidad a partir de otros recursos n.c.o.p. | Recursos renovables |
| Transporte de energía eléctrica | Servicios públicos |

Cuadro A2.1 (cont.)

| Industria o sector | Agregación en un sector |
|---|---------------------------------|
| Distribución y comercio de energía eléctrica | Servicios públicos |
| Producción de gas, distribución por tubería de combustibles gaseosos | Servicios públicos |
| Suministro de agua caliente y vapor | Servicios públicos |
| Captación, depuración y distribución de agua | Servicios públicos |
| Construcción | Construcción |
| Reprocesamiento de materiales de construcción secundarios para reciclaje en agregados | Gestión de residuos y reciclaje |
| Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor, repuestos y accesorios de vehículos de motor, motocicletas, repuestos y accesorios para motocicletas | Servicios |
| Comercio al por menor de combustible para la automoción | Servicios |
| Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas | Servicios |
| Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos de motor y motocicletas, y reparación de efectos personales y enseres domésticos | Servicios |
| Hostelería | Servicios |
| Transporte por ferrocarril | Servicios |
| Otros tipos de transporte terrestre | Servicios |
| Transporte por tuberías | Servicios |
| Transporte marítimo | Servicios |
| Transporte por vías navegables interiores | Servicios |
| Transporte aéreo | Servicios |
| Actividades anexas a los transportes y actividades de agencias de viajes | Servicios |
| Correos y telecomunicaciones | Servicios |
| Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones | Servicios |
| Seguros y planes de pensiones, excepto la seguridad social obligatoria | Servicios |
| Actividades auxiliares a la intermediación financiera | Servicios |
| Actividades inmobiliarias | Servicios |
| Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, y de efectos personales y enseres domésticos | Servicios |
| Actividades informáticas | Servicios |
| Investigación y desarrollo | Servicios |
| Otras actividades empresariales | Servicios |
| Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria | Servicios |
| Educación | Servicios |
| Actividades sanitarias y asistencia social | Servicios |
| Incineración de residuos alimentarios | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de papel | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de plástico | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de metales y materiales inertes | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de textiles | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de madera | Gestión de residuos y reciclaje |
| Incineración de residuos de aceites y residuos peligrosos | Gestión de residuos y reciclaje |
| Biogasificación de residuos alimentarios, incluida su aplicación en tierras agrícolas | Gestión de residuos y reciclaje |
| Biogasificación del papel, incluida su aplicación en tierras agrícolas | Gestión de residuos y reciclaje |
| Biogasificación del lodo de alcantarillado, incluida su aplicación en tierras agrícolas | Gestión de residuos y reciclaje |
| Compostaje de residuos alimentarios, incluida su aplicación en tierras agrícolas | Gestión de residuos y reciclaje |
| Compostaje de papel y madera, incluida su aplicación en tierras agrícolas | Gestión de residuos y reciclaje |
| Tratamiento de aguas residuales alimentarias | Gestión de residuos y reciclaje |
| Tratamiento de aguas residuales de otro origen | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos alimentarios | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos de papel | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos de plástico | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos inertes/metálicos/peligrosos | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos de textiles | Gestión de residuos y reciclaje |
| Vertedero de residuos de madera | Gestión de residuos y reciclaje |
| Actividades asociativas n.c.o.p. | Servicios |
| Actividades recreativas, culturales y deportivas | Servicios |
| Actividades diversas de servicios personales | Servicios |
| Hogares que emplean personal doméstico | Servicios |
| Organismos extraterritoriales | Servicios |

n.c.o.p.: No clasificados en otra parte.

una comparación entre la situación sin cambios y la situación posterior a la realización de la hipótesis inicial, sin modificaciones en las demás variables. Los resultados de los escenarios basados en tablas multirregionales de entrada y salida son impactos de primer orden, en que no se consideran los efectos de las hipótesis sobre, por ejemplo, las elasticidades de sustitución, la utilidad y maximización de los beneficios, el equilibrio de los precios, etc. Entre las hipótesis clave figuran las siguientes:

- Los precios no están endogenizados, es decir, los precios relativos entre los productos y los países no varían. Si a raíz del cambio tecnológico se modificaran los precios relativos, ello podría redundar, por ejemplo, en cambios en la estructura de producción y los lugares de producción como resultado de las medidas de sustitución o de otros efectos complementarios.
- Todos los cambios implementados en el modelo son exógenos, lo que hace que sea imposible modelizar los efectos de rebote sistémicos (es decir, el precio macroeconómico o los efectos de crecimiento)².
- Las partes de mercado y las partes en el comercio bilateral permanecen constantes.

Aplicación del cambio tecnológico en una tabla multirregional de entrada y salida³

Según lo descrito por Wiebe (2018), la transición a una economía verde requiere un cambio estructural y tecnológico. Varios escenarios incluidos en este informe dan por supuesto un cierto grado de cambio tecnológico. Por ejemplo: en la generación de electricidad se reemplazan los combustibles fósiles por fuentes energéticas renovables; la agricultura se orienta a la conservación o adopta métodos de producción orgánica, lo que conlleva cambios en el tipo de insumos requeridos; y en una economía circular, los insumos metálicos ya no provienen únicamente de la fabricación directa y la extracción minera, sino que se obtienen también del reciclaje.

En un marco de entrada-salida, tanto la estructura económica como la tecnología se representan como los coeficientes de entrada intermedios. Dicho esto, cambiar los coeficientes de entrada no es suficiente para modelizar el cambio tecnológico en una economía. Wiebe (2018) explica cómo se puede modelizar de manera sistemática el cambio tecnológico en un modelo de entrada y salida multirregional con visión de futuro y, a tal efecto, distingue entre cinco tipos de cambios con respecto a las partes del sistema de entrada-salida (como se muestra en el [gráfico A2.1](#)):

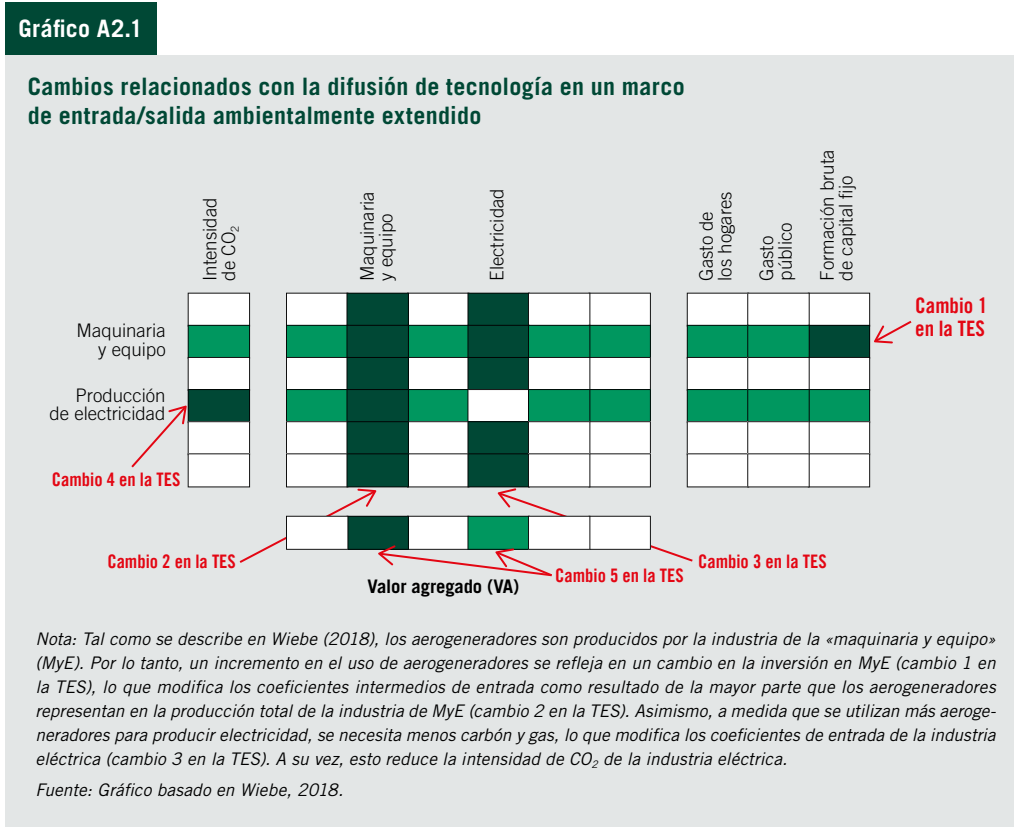
1. Formación bruta de capital fijo.
2. Coeficientes de entrada para la producción de tecnología.
3. Coeficientes de entrada para el uso de tecnología.
4. Intensidad de emisión de la producción (o cualquier otra extensión ambiental o socioeconómica pertinente).
5. Distribución del valor agregado, incluida la remuneración de los trabajadores.

En Wiebe (2018), estos cambios se explican utilizando el ejemplo del aumento de la producción de electricidad mediante el uso de aerogeneradores (turbinas eólicas). El objetivo es que el viento produzca más electricidad en relación con la situación del momento en el sistema de entrada-salida. El primer paso en este proceso consiste en invertir en más parques eólicos. En el [gráfico A2.1](#), esto se indica con el cambio 1 en la tabla de entrada-salida (TES), a saber, un cambio en la formación bruta de capital fijo. En aras de la simplicidad, la flecha correspondiente apunta solo al sector de la maquinaria y el equipo, que produce los aerogeneradores. En todo caso, es importante recordar que la utilización de aerogeneradores debe planificarse, lo que supone recurrir a los servicios de «otras actividades empresariales», y conectarse a la red eléctrica, para lo cual es necesario adquirir productos de la industria de la «maquinaria y aparatos eléctricos», que son dos ejemplos de los sectores más importantes en relación con toda inversión en nuevos parques eólicos.

Una vez que se realiza la inversión, debe producirse la tecnología (aerogeneradores). A medida que aumenta la producción de aerogeneradores con respecto a otros productos de la industria de la maquinaria y el equipo, cambia la estructura de las entradas intermedias en la industria de la «maquinaria y equipo» (véase el cambio 2 en la TES, en el [gráfico A2.1](#)). Una vez que la tecnología está disponible

2. Gillingham *et al.* (2013) sostienen que los efectos de rebote son en general pequeños.

3. En esta sección se retoma el debate ya abordado en Wiebe (2018).



e instalada, puede ser utilizada. Es decir, aumenta la proporción de electricidad producida con viento en relación con otras fuentes de energía. La diferencia más obvia en la estructura de entrada de la industria de la electricidad es la disminución del uso de fuentes de energía fósil. En el gráfico A2.1, el cambio en la composición de las entradas (los insumos) en la producción de electricidad se denomina «cambio 3 en la TES». Si, como ocurre en la Exiobase, las industrias eléctricas ya están modelizadas por el proveedor de energía, el cambio que representa la mayor proporción de electricidad eólica se modeliza simplemente con la indicación del aumento de la demanda intermedia y final de electricidad generada por el viento.

En correlación con los cambios en la estructura de entrada de la industria productora de tecnología (cambio 2 en la TES, en el gráfico A2.1) y de la industria que utiliza tecnología (cambio 3 en la TES), deben modificarse las intensidades de emisión correspondientes a estas industrias (cambio 4 en la TES). En otras palabras, si disminuyen los insumos de carbón, también disminuye la intensidad de emisión de la producción de esa industria. Este es el caso de las TES en que se representa una sola industria eléctrica agregada, como el modelo GRAM que usa tablas interregionales de entrada y salida (Wiebe *et al.*, 2012), las tablas ICIO de la OCDE (Wiebe y Yamano, 2016) o la base de datos europea WIOD (Timmer *et al.*, 2014). Si la industria de la energía eólica figura por separado en la tabla de entrada-salida, como es el caso de la Exiobase (Stadler *et al.*, 2018), no es necesario modificar el coeficiente de emisión de la industria eólica. La intensidad de emisión de la producción total de electricidad cambiará en función de cuál sea la composición de la producción de electricidad.

Valga señalar que Wiebe (2018) centra su análisis en las emisiones. Sin embargo, la metodología de entrada/salida extendida también es aplicable a cualquier otro tipo de extensiones ambientales y socioeconómicas. Por ejemplo, cuando se estima el impacto de otros factores ambientales o socioeconómicos, también deben cambiarse los factores de estrés correspondientes (por ejemplo, el número de trabajadores por unidad de producto). En otras palabras, si se parte del supuesto de que hace falta más mano de obra para el mantenimiento de la producción de energía renovable y se modeliza una mejor repartición del valor agregado, aumentando la parte destinada a la remuneración de los trabajadores, será necesario considerar como opciones el aumento del número de trabajadores o el aumento de la productividad, debidamente reflejada en un aumento de los salarios. Si se incrementa la remuneración de los trabajadores, pero se mantiene el mismo número de trabajadores, estos percibirán un salario promedio más alto.

Esto lleva directamente al cambio 5 en la TES, relativo a la distribución del valor agregado, es decir, las partes destinadas a los impuestos y subsidios, a la remuneración de los trabajadores y al consumo de capital fijo. Tal vez sea necesario actualizar esta repartición del valor agregado, tanto para la industria

productora de tecnología como para la industria que utiliza tecnología. Esto se hace aplicando el mismo enfoque que se usa para actualizar los coeficientes de entrada intermedios para la industria de maquinaria y equipo: $va_{j,t} = (1 - s_t va_{MyE} + s_t va_{VIENTO})$, donde s_t representa la participación de la producción de aerogeneradores en la producción total de la industria de maquinaria y equipo en un año dado t .

En el caso descrito en estas páginas, ni la tecnología utilizada ni las industrias productoras de tecnología se han señalado explícitamente. En otros casos, mencionados brevemente más arriba con respecto a la inclusión de la industria eléctrica en Exiobase, se dispone de diferentes niveles de información sobre las industrias productoras de tecnología y sobre las que usan la tecnología. Para modelizar los cambios en la industria productora de la tecnología eléctrica, los vectores de coeficientes de entrada para las tecnologías de electricidad renovable están disponibles en Lehr *et al.* (2011). En cuanto a los escenarios relativos a otros ámbitos (por ejemplo, la agricultura orgánica o ecológica, y la agricultura de conservación), se dispone de información solo para los coeficientes de entrada seleccionados (por ejemplo, los relativos a fertilizantes, energía, maquinaria e insumos de empleo). En tales casos, no se modificó la totalidad de la estructura de insumos de las industrias agrícolas, sino solo los coeficientes sobre los que se dispone de información. Naturalmente, se puede disponer de cualquier combinación de los niveles de información sobre la producción y el uso de tecnología. Por lo tanto, en esta descripción se proporcionan algunos ejemplos de métodos para servirse de los distintos niveles de disponibilidad de información.

La transición hacia una economía verde afecta a varias industrias al mismo tiempo y de diferentes maneras, incluso en lo relativo a los cambios en los coeficientes de insumos intermedios individuales, la formación de capital, la demanda intermedia y la demanda final, la distribución del valor agregado y las intensidades de emisión/de empleo. Cuando se ponen en práctica estos cambios individuales, es necesario tener en cuenta que los cambios deben ser congruentes entre sí. Si se reduce el uso de combustibles fósiles como insumos intermedios en una industria dada, también se debe reducir el coeficiente de emisión correspondiente. Para que se utilice una nueva tecnología, esta debe ser producida (es decir, se debe invertir capital en su producción). Si se aumenta un coeficiente de entrada de una determinada industria, se debe disminuir otro coeficiente de entrada o el valor agregado, o viceversa, puesto que la adición de los coeficientes de entrada y de las partes de los componentes del valor agregado siempre ha de ser igual a 1.

Detalles y supuestos específicos de cada escenario

En esta sección se proporcionan detalles sobre los cambios tecnológicos específicos y las modificaciones en la demanda final con respecto a cada uno de los seis escenarios evaluados en el informe.

La transición en el sector de la energía

Este escenario se basa en las sendas energéticas establecidas en dos de las perspectivas sobre tecnología energética de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2017): el escenario de 2 °C y el escenario de 6 °C. Así, aplica los escenarios de la IEA en la tabla interregional de entradas y salidas de acuerdo con lo previsto para cada país y cada sector hasta 2030, teniendo en cuenta los cambios en los ámbitos de la generación de electricidad y la producción de calor, la industria, el transporte y la construcción. Además, toma en consideración la sustitución de las energías basadas en el uso de combustibles fósiles por energías renovables y mejoras en la eficiencia energética. En IEA (2017) se dan más detalles sobre cada una de estas dos sendas. De acuerdo con el escenario de 2 °C, la demanda de energía por parte de la industria se reduce en un 20 por ciento para 2030, y las necesidades energéticas resultantes se satisfacen con una mayor utilización de la biomasa y los desechos, en detrimento de la electricidad y de otras fuentes de energía basadas en el consumo de combustibles fósiles.

Dos aspectos indisolubles de este escenario son el auge de los vehículos eléctricos y la mayor eficiencia energética de los edificios. Estos cambios son inherentes a los escenarios sobre el transporte verde y la construcción ecológica, y complementan la transformación del sector energético con cambios en el empleo resultantes de la sustitución de los vehículos con motor de combustión interna por vehículos eléctricos y en la demanda de competencias profesionales necesarias para mejorar la eficiencia energética de los edificios ya construidos. En el estudio sobre el tema encargado por el banco suizo UBS (UBS Research, 2017) se incluyen previsiones sobre la venta de vehículos eléctricos y la evolución de la demanda de insumos con respecto a la industria de los vehículos de combustión interna. También proporciona detalles sobre la evolución de la estructura del empleo y los insumos como resultado de los

esfuerzos para aumentar la eficiencia energética de los edificios. De acuerdo con este marco hipotético, todos los ahorros que se deriven de la mayor eficiencia energética según el escenario 2 °C de la IEA se invertirán en el sector de la construcción para modernizar los edificios y lograr una mayor eficiencia.

El escenario de 2 °C se utiliza como modelo para «ecologizar» el sector de la energía por medio de cambios en la generación de electricidad y en la demanda de energía por parte de la industria, el transporte y la construcción. El escenario de 6 °C se usa como modelo para describir los comportamientos de «todo sigue igual», en este y todos los demás escenarios que se examinan en el informe.

La transición en el mundo agrícola: Agricultura orgánica y agricultura de conservación

El examen exhaustivo de la literatura especializada permitió inventariar 264 coeficientes que comparan los rendimientos agrícolas y ganaderos y los rendimientos específicos de cada país, logrados tanto por la agricultura orgánica como por la agricultura convencional. Estos coeficientes también toman en consideración los requisitos relativos a la energía, el empleo, la protección de cultivos, la maquinaria y los fertilizantes para cada modo de producción señalado en cada una de las subindustrias agrícolas comprendidas en la Exiobase (cultivo de arroz, trigo, cereales no clasificados en otra parte (n.c.o.p.), semillas oleaginosas, caña de azúcar/remolacha, fibra vegetal y cultivos n.c.o.p., ganadería bovina, ganadería porcina, avicultura, cría de otros animales de carne n.c.o.p., productos animales n.c.o.p., producción de leche cruda y producción de lana/seda).

Los demás coeficientes se imputan combinándolos con los Indicadores de Desarrollo Mundial (Banco Mundial, 2017) por lo que se refiere al PIB per cápita y la distribución de la fuerza de trabajo en la agricultura, y con los datos de Lowder, Scoet y Raney (2016) en cuanto al tamaño promedio de las explotaciones agrícolas. Se aplica una primera serie de 50 imputaciones a los fertilizantes, la protección de los cultivos y el rendimiento. También se aplica una serie independiente de 50 imputaciones al empleo y otra serie independiente de 50 imputaciones a la energía. En segundo lugar, se promedian las 50 imputaciones y se eliminan los valores extremos. Toda la tabla se vuelve a imputar 50 veces, considerándose que cada entrada y rendimiento es una variable categórica en la imputación. Esta imputación se vuelve a promediar una vez más y se eliminan los valores extremos. El [cuadro A2.2](#) presenta los promedios país por país para cada entrada y subindustria agrícola. El cuadro completo, en la Exiobase, incluye estimaciones específicas para cada país y región.

Las subindustrias de los productos animales n.c.o.p. y de la lana no pudieron ser imputadas directamente debido a la carencia absoluta de coeficientes en la literatura especializada. Por consiguiente, la subindustria de los productos animales n.c.o.p. se ha imputado con el promedio de las diferentes subindustrias ganaderas, y la subindustria de la lana, con el promedio de todas las subindustrias agrícolas.

Los fertilizantes y herbicidas sintéticos se han sustituido por productos alternativos orgánicos. En la Exiobase, estos productos son modelizados por los servicios que se ocupan del estiércol animal, el compostaje y la biotecnología (investigación y desarrollo).

Además, otro examen exhaustivo de la literatura especializada permitió inventariar 77 coeficientes que comparan los rendimientos específicos por cultivo y por país de la agricultura de conservación y la agricultura convencional. Estos coeficientes también toman en consideración los requisitos relativos a la energía, el empleo, la protección de cultivos y los fertilizantes para cada modo de producción señalado en cada una de las subindustrias agrícolas comprendidas en la Exiobase (cultivo de arroz, trigo, cereales n.c.o.p., semillas oleaginosas, caña de azúcar/remolacha, fibra vegetal y cultivos n.c.o.p., ganadería bovina, ganadería porcina, avicultura, cría de otros animales de carne n.c.o.p., productos animales n.c.o.p., producción de leche cruda y producción de lana/seda).

En vista de la escasez de coeficientes en la literatura especializada, no fue posible usar de manera fiable la imputación múltiple para completar el cuadro de coeficientes. Tampoco fue posible considerar estimaciones fiables por subindustria agrícola. El promedio de los coeficientes para cultivos es aplicable a todos los países y regiones. Esta es una hipótesis sostenible, ya que la agricultura de conservación es igualmente rentable (desde el punto de vista laboral, por ejemplo) en todas las economías, ya se trate de países en desarrollo, emergentes o desarrollados. Puesto que la agricultura de conservación se ocupa únicamente de la agricultura de cultivos, los coeficientes relativos a la ganadería bovina, la ganadería porcina, la avicultura, los animales de carne n.c.o.p., los productos animales n.c.o.p., la producción de leche cruda y la producción de lana/seda se consideran iguales a los de la agricultura convencional. El [cuadro A2.3](#) presenta los coeficientes para cada insumo y subindustria agrícola.

Cuadro A2.2

Coefficientes de insumos y rendimiento de la agricultura orgánica con respecto a la agricultura convencional

| | Protección de cultivos | Empleo | Energía | Fertilizantes | Maquinaria | Rendimiento |
|-----------------------------|------------------------|--------|---------|---------------|------------|-------------|
| Arroz | 0,90 | 1,50 | 0,35 | 0,96 | 0,92 | 0,84 |
| Trigo | 0,86 | 1,99 | 0,78 | 0,90 | 0,85 | 0,74 |
| Cereales n.c.o.p. | 0,59 | 1,04 | 0,60 | 0,59 | 0,67 | 0,79 |
| Hortalizas y frutas | 0,61 | 1,35 | 1,02 | 0,57 | 0,67 | 0,82 |
| Semillas oleaginosas | 0,80 | 1,62 | 0,26 | 0,86 | 0,85 | 0,81 |
| Azúcar | 0,78 | 0,37 | 0,78 | 0,82 | 0,85 | 0,86 |
| Fibra vegetal | 0,62 | 1,24 | 0,78 | 0,59 | 0,61 | 0,64 |
| Cultivos n.c.o.p. | 0,51 | 1,40 | 0,79 | 0,51 | 0,59 | 0,69 |
| Ganado | 0,67 | 1,74 | 0,81 | 0,67 | 0,77 | 0,89 |
| Ganado porcino | 0,95 | 1,33 | 0,74 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Aves de corral | 0,82 | 1,04 | 0,36 | 0,82 | 0,81 | 0,81 |
| Animales de carne n.c.o.p. | 0,51 | 0,75 | 2,11 | 0,47 | 0,55 | 0,70 |
| Productos animales n.c.o.p. | 0,73 | 1,22 | 1,00 | 0,72 | 0,77 | 0,83 |
| Leche | 0,69 | 0,95 | 0,74 | 0,65 | 0,73 | 0,84 |
| Lana | 0,72 | 1,51 | 0,78 | 0,72 | 0,76 | 0,81 |

n.c.o.p.: No clasificados en otra parte.

Notas: Cada valor denota el promedio de los coeficientes de todos los países utilizados en los escenarios. El cuadro muestra que, por ejemplo, en todos los países y regiones que abarca la Exiobase, la agricultura orgánica destina a la protección de cultivos un volumen de insumos equivalente a 0,90 veces el volumen que utiliza la agricultura convencional. Para calcular estos promedios, cada país o región se pondera por igual.

Fuente: Cálculos de la OIT basados en la investigación bibliográfica que permitió inventariar 264 coeficientes.

Cuadro A2.3

Coefficientes de insumos y rendimiento de la agricultura de conservación con respecto a la agricultura convencional

| | Agricultura basada en cultivos | Agricultura basada en la cría de animales |
|------------------------|--------------------------------|---|
| Protección de cultivos | 1,20 | 1,00 |
| Empleo | 0,76 | 1,00 |
| Energía | 0,60 | 1,00 |
| Fertilizantes | 1,01 | 1,00 |
| Rendimiento | 1,21 | 1,00 |

n.c.o.p.: No clasificados en otra parte.

Notas: Cada valor denota los coeficientes utilizados en los escenarios. El cuadro muestra que, por ejemplo, en todos los países y regiones que abarca la Exiobase, la agricultura de conservación destina a la protección de cultivos un volumen de insumos equivalente a 1,20 veces el volumen que utiliza la agricultura convencional.

Fuente: Cálculos de la OIT basados en la investigación bibliográfica que permitió inventariar 77 coeficientes.

El escenario considerado describe la estructura del empleo de la economía en el supuesto de que la agricultura orgánica aumente hasta alcanzar el 30 por ciento de la producción agrícola total en los países desarrollados (es decir, de altos ingresos) y de que la agricultura de conservación crezca hasta representar el 30 por ciento de la producción agrícola en los países en desarrollo (es decir, países de bajos y medianos ingresos) en 2030. El FiBL (Research Institute of Organic Agriculture) y la IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica) proporcionan las cifras de referencia sobre la magnitud del sector de la agricultura orgánica en cada país en 2014 (Willer y Lernoud, 2017). La base de datos FAOSTAT proporciona las cifras de referencia sobre la magnitud de la agricultura de conservación en cada país en 2014, bajo el indicador «Área de tierras cultivables y cultivos permanentes».

bajo cubierta protectora» (FAO, 2017). Se parte del supuesto de que cada subindustria agrícola, en cada país, tiene las mismas proporciones de agricultura orgánica y agricultura de conservación. Este escenario se compara con el escenario de «todo sigue igual» definido en el modelo 6 °C de la IEA.

La economía circular

Este escenario considera el impacto que tiene en el empleo un aumento anual sostenido del 5 por ciento en las tasas de reciclaje de plásticos, vidrio, pulpa, metales y minerales, en todos los países, según un modelo en el que la extracción directa de los recursos primarios es reemplazada por el reciclaje de estos productos. Este escenario también modeliza el crecimiento en la economía de servicios que, a través de los servicios de alquiler y reparación, reduce la necesidad de poseer bienes y reemplazarlos. El escenario contempla la hipótesis de un crecimiento anual del 1 por ciento en el sector de servicios, crecimiento que sustituye una demanda correspondiente de adquisición y reemplazo de bienes. Este escenario se compara con el escenario de «todo sigue igual» definido en el modelo 6 °C de la IEA.

2. EL DEBATE ECONÓMICO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO: EMISIONES, CRECIMIENTO Y EMPLEO

Esta sección proporciona una breve explicación de tres características clave del debate económico sobre el cambio climático. En primer lugar, se describen las diversas recomendaciones para alcanzar los objetivos en materia de emisiones de GEI y las razones que explican la divergencia de opiniones entre economistas y climatólogos. En segundo lugar, se hace una valoración crítica de los principales postulados en que se sustentan los modelos de evaluación integrada más utilizados, que prevén los costos del cambio climático y las políticas de reducción correspondientes. En tercer lugar, se analizan las propuestas de regímenes de comercio de las emisiones, en cuanto instrumentos para cumplir los objetivos de reducción de las emisiones de GEI.

Objetivos de reducción de las emisiones

Toda política adecuada de actuación frente al cambio climático comprende dos pasos: primeramente, se debe identificar un objetivo para el stock de CO₂ atmosférico que sea compatible con la estabilización del clima y, en segundo lugar, se deben definir los instrumentos legales (con inclusión de los incentivos, impuestos y otras disposiciones reglamentarias) que harán posible la necesaria reducción de las emisiones.

El Informe Stern sobre la economía del cambio climático (Stern, 2007), que puso de relieve la pertinencia de incluir los objetivos sobre la concentración de GEI en el marco de las discusiones de política económica, es el ejemplo más conocido del primer paso. Stern propuso un objetivo de estabilización de 550 ppm de CO₂eq (nivel en el cual el 0,055 por ciento de la atmósfera estaría ocupada por CO₂) (véase el [cuadro A2.4](#)). Esta recomendación suscitó críticas tanto de climatólogos como de economistas. Muchos climatólogos argumentaron que el objetivo de Stern era demasiado modesto y que 385 ppm de CO₂eq sería un nivel apropiado. En consecuencia, pidieron que se dispusiera la desinversión inmediata en combustibles fósiles y la inversión en recursos renovables (Hare, 2009; Meinshausen *et al.*, 2009; IPCC, 2014). Por otro lado, algunos economistas argumentaron que el objetivo de Stern era demasiado agresivo, ya que su impacto a corto plazo sería la desestabilización de la economía global. Su objetivo de consenso ha sido un nivel mucho más alto, fijado en al menos 650 ppm de CO₂eq (Nordhaus, 2007; Dasgupta, 2007). Además, han insistido en que este nivel debería alcanzarse gradualmente, como si se tratara de una «rampa de política».

A pesar de las actualizaciones posteriores de estos estudios y de las nuevas proyecciones del cambio climático (IPCC, 2013), los términos de la discusión sobre la política a seguir se han mantenido sin cambios. De hecho, aun cuando la disponibilidad de datos más precisos puede contribuir a mejorar nuestra comprensión del cambio climático, la información más reciente no ha sido siempre útil al respecto. En el estudio de los procesos climáticos, los datos de alta frecuencia pueden en realidad dificultar la comprensión de las tendencias a largo plazo (Ackerman, 2017).

Cuadro A2.4

Diferencias entre los objetivos de emisión de GEI que proponen los expertos

| | Objetivo de emisión de GEI (ppm de CO ₂ eq) | Riesgo de exceder los 2 °C (%) | Precio del carbono (dólar EE.UU./t CO ₂) | Tasa de descuento (% anual) |
|--|--|--------------------------------|--|-----------------------------|
| Nordhaus (2008) | 650 | >90 | 217 | 1,5 |
| Stern (2007), IEA (2008), Markandya (2009) | 550 | 85 | 420 | 0,1 |
| IPCC (2008), PNUD (2007) | 450 | 50 | 623* | Múltiple |
| Hansen <i>et al.</i> (2008), Hare (2009), Meinshausen <i>et al.</i> (2009) | 385 | 20 | 700 | – |

* Extrapolación lineal del autor.

Fuente: Storm, 2017.

El conflicto entre las posiciones de los expertos destaca la importancia de aclarar los juicios subjetivos sobre lo que ha de ser el riesgo aceptable. Como se muestra en el cuadro A2.4, los riesgos de sobrepasar el umbral de 2 °C asociado a cada objetivo son muy diferentes. Según Hare y Meinshausen (2004) y Meinshausen (2005), el objetivo de consenso para los economistas convencionales se asocia con un riesgo superior al 90 por ciento de superar el umbral de 2 °C. Con arreglo al objetivo propuesto en el Informe Stern, la probabilidad de superar el umbral de 2 °C es aún mucho mayor que la probabilidad de permanecer por debajo. Como tal, las dos propuestas más altas que figuran en el cuadro A2.4 pueden interpretarse como «objetivos de desestabilización», ya que es probable que ambas redunden en un cambio en el clima y lo vuelvan permanentemente inestable.

Los objetivos más estrictos que habían propuesto las organizaciones internacionales (IPCC, 2008; PNUD, 2007; IEA, 2008) y los climatólogos se fundamentaban en que, según las probabilidades estimadas entonces, el aumento de la temperatura mundial debería limitarse a no más de 2 °C, y no superar ese umbral. Sin embargo, en la actualidad el objetivo más estricto considera que existe un riesgo del 20 por ciento de que se supere el límite de 2 °C, por lo que no hay ninguna certeza de que se pueda alcanzar la estabilidad climática en el futuro. Para que el riesgo climático fuera mínimo, habría que conseguir reducciones aún mayores de la concentración atmosférica de gases de efecto de invernadero.

El costo del cambio climático frente al costo de las acciones para contenerlo

Algunos economistas han propuesto que se adopten objetivos de reducción de emisiones menos estrictos, pues consideran que hay que preocuparse principalmente de las consecuencias que la reducción de emisiones conlleva para la economía en el corto plazo. Al respecto, sostienen que si no se logran cambios inmediatos en la tecnología actual, la reducción de las emisiones podría conllevar necesariamente la desaceleración del crecimiento económico y de la creación de empleo. A su vez, un crecimiento más lento y la pérdida de dinamismo de los mercados laborales podrían exacerbar los conflictos en cuanto a la distribución del valor agregado. Ahora bien, estos efectos dependen en gran medida de las hipótesis que se realicen en cuanto al nivel de las inversiones en energías más limpias y a la promoción de empleos verdes. Como se explicó en el capítulo 2, una nueva fuente de energía, limpia y económicamente viable, permitiría romper este vínculo, dissociando el crecimiento económico de las emisiones de GEI. Sin embargo, el desarrollo de esa tecnología hasta niveles que hagan posible su utilización en todo el mundo exige volúmenes de inversión y capacidades para asumir riesgos que rebasan los medios a disposición del sector empresarial en la actualidad. En esa perspectiva, se propone a continuación una breve crítica de los supuestos en que se sustenta la elaboración de modelos económicos del cambio climático.

En los análisis económicos comunes, los costos del cambio climático y de las políticas de mitigación suelen tomarse en cuenta en términos de PIB y de empleo. Dado que los costos considerados ocurren durante un periodo largo (100 años o más) y afectan a la economía tanto de manera directa como indirecta, se resumen mediante la utilización de modelos que, sobre la base de una serie de hipótesis, los reducen a cantidades comparables. Estos «modelos de evaluación integrada» (MEI) son modelos computarizados de la economía que vinculan el crecimiento económico agregado con la dinámica climática simplificada, en un esfuerzo por comprender y pronosticar el impacto de los GEI y de la reducción de

GEI en el crecimiento y el empleo. Los principales MEI son MERGE (Manne, Mendelsohn y Richels, 1995), PAGE (Hope, 2011), FUND (Anthoff y Tol, 2012) y RICE/DICE (Nordhaus y Sztorc, 2013).

Algunas investigaciones recientes han señalado que los MEI suelen incluir hipótesis problemáticas que, de hecho, llevan a subestimar tanto la probabilidad de un cambio climático catastrófico como los costos del daño social y económico conexas. Las principales hipótesis problemáticas se refieren a la función del clima como agente de daños, al riesgo climático, a los cauces probables del crecimiento económico y a los mecanismos de ajuste económico, que generalmente se basan en el pleno empleo en todo momento (Ackerman, 2017; Ackerman y Finlayson, 2006; Mastrandrea, 2010; Weitzman, 2009 y 2013).

Por ejemplo, la función de daño climático que figura en la mayoría de los MEI está fundamentada en dos planteamientos cuestionables: en primer lugar, que los daños y el bienestar futuros pesan menos que los actuales en las decisiones de hoy y, en segundo lugar, que los eventos climáticos que causan daños se producen de forma regular y predecible.

El primer supuesto implica que las generaciones futuras cuentan menos que las generaciones vivas cuando se toman decisiones en la actualidad. Esto puede tener sentido cuando se modelizan costos pequeños que se prevén para el futuro, pero no es apropiado cuando se trata de prepararse ante la posibilidad de un cambio climático catastrófico. Una vez que se ha aplicado una tasa de descuento, los costos e ingresos finitos que se proyectan a un periodo suficientemente lejos en el futuro pueden no afectar en absoluto las decisiones de hoy⁴. Sin embargo, esto no es apropiado para modelizar valores infinitamente grandes en el futuro, como los que habría que considerar en caso de cambio climático catastrófico, que entrañarían la interrupción de muchas formas fundamentales de actividad económica (y humana). Expresado en valor actual descontado, la magnitud de tal pérdida infinitamente grande es también infinitamente grande. En todo caso, los MEI solo consideran los costos e ingresos medios que se prevén en el contexto de eventos futuros, ignorando así los costos extremadamente elevados que tendrían eventos excepcionales, como los desastres naturales. En la práctica, los MEI incorporan una tasa de descuento social positiva, parámetro que reduce el valor presente de los ingresos y costos futuros. Por ejemplo, aplicando una tasa de descuento anual de 1,5 por ciento, un costo de 1000 dólares de los Estados Unidos incurrido hace treinta años vale menos de 650 dólares en la actualidad. En general, gran parte de las diferencias entre las conclusiones del Informe Stern y las de muchos otros economistas se originan en la elección de una tasa de descuento más baja por Stern⁵.

Con respecto al segundo supuesto, a saber, que los eventos relacionados con el clima se producen de manera regular y previsible, la conclusión implícita es que las personas pueden tomar decisiones racionales basadas en las probabilidades observadas de eventos reales, tomando en consideración los costos e ingresos medios. Pero hay nuevas corrientes de pensamiento en la economía del comportamiento que sugieren que este enfoque del riesgo es incompatible con el comportamiento real de las personas. Estudios recientes han mostrado que las hipótesis más realistas sobre la aversión al riesgo (hipótesis que toman en consideración el costo de eventos excepcionales, un mejor equilibrio entre los costos inmediatos y los riesgos futuros, y el factor de distracción de las fluctuaciones a corto plazo), que están más cerca de las aplicaciones del principio de precaución, permitirían formular modelos más realistas de cambio climático (Gerst, Howarth y Borsuk, 2010; Ackerman *et al.*, 2013; Brekke y Johansson-Stenman, 2008). En otras palabras, una explicación más clara de lo que está en juego y de cuán real es el peligro llevaría a las personas a dar una mayor prioridad a la política climática.

Estas limitaciones de los modelos de uso común ponen de relieve que el marco habitual del análisis de costo-beneficio no es un enfoque apropiado para fundamentar adecuadamente una política climática. En primer lugar, el análisis de costo-beneficio no es adecuado cuando está en juego un número tan grande de vidas humanas, como, por ejemplo, cuando las personas corren el riesgo de perder la vida como consecuencia de los desastres climáticos. En definitiva, la formulación de las políticas

4. Para el descuento se utilizan principalmente dos enfoques: un enfoque prescriptivo que define las tasas de descuento que han de aplicarse, y un enfoque descriptivo basado en las tasas que se deducen de las opciones de las personas en materia de ahorro e inversión. Mientras que el primer enfoque arroja tasas de descuento relativamente bajas (2-3 por ciento en términos reales), el segundo produce tasas más altas (de al menos 6 por ciento y, en algunos casos, tasas mucho más altas).

5. Al margen de los tecnicismos propios de los cálculos económicos, el descuento plantea algunas cuestiones éticas, a saber, que las generaciones futuras cuyo bienestar no se tiene en cuenta en las decisiones que se adoptan en la actualidad son también las menos responsables del sistema climático y de la economía afectada por el clima en los que vivirán. Como era de esperar, muchos expertos argumentan a favor de abandonar el descuento por completo en las discusiones sobre política climática (Arrow, 2007; Ackerman y Stanton, 2008; Weitzman, 2007 y 2009).

debe estar sólidamente sustentada desde el punto de vista económico y ético. Por ejemplo, el análisis de costo-beneficio no es admisible en el contexto de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos, 1970, precisamente porque el costo de la regulación nunca debería primar sobre los beneficios que representan las vidas salvadas. En segundo lugar, este análisis no es adecuado cuando los costos considerados son excesivamente altos. En principio, independientemente del costo que alcance la política de reducción, es razonable asumir dicho costo habida cuenta de que después de que el sistema climático se ve comprometido, no puede ser restaurado. Otro supuesto implícito en el análisis de costo-beneficio consiste en que si el costo de la reducción del uso de un recurso determinado es demasiado alto, entonces dicho recurso debe agotarse antes de buscar una alternativa en el mercado. El problema reside en que si el «recurso climático» está en peligro, entonces ya no hay opciones para el abastecimiento alternativo en el mercado. En tercer lugar, el enfoque de costo-beneficio es inapropiado porque los costos están determinados por posibles eventos catastróficos, que no pueden predecirse con exactitud, y porque no existe una fórmula única sobre la aversión al riesgo que sea pertinente para la evaluación de las opciones de política general (Ackerman, 2017, pág. 138). La enseñanza general que dejan los recientes análisis críticos es que los MEI comúnmente utilizados subestiman la importancia de los eventos climáticos catastróficos, lo que hace que sus resultados y recomendaciones de políticas no sean fiables.

Los mercados de carbono y otras soluciones

Una solución obvia al cambio climático, cuya adopción es cada vez más frecuente en ciudades y países de todo el mundo, consiste en prohibir o regular las actividades que se consideran responsables del fenómeno, por ejemplo, imponiendo normas de emisión para los vehículos y sistemas de calefacción de edificios, o eliminando gradualmente ciertos tipos de combustibles fósiles. Dicho esto, el consenso internacional se apoya en gran medida en la idea de desarrollar un marco económico alternativo que integre y, de ese modo, reduzca los costos del cambio climático en el contexto de una función de mercado competitivo. El marco se basa en la idea de «externalidad negativa», según la cual un fenómeno, por ejemplo, el cambio climático, se puede concebir como un subproducto del comportamiento de algunas personas que afecta a todas las demás. Dado que quienes emiten dióxido de carbono comparten ese costo con el resto del mundo (mientras que, por lo general, conservan para sí todos los beneficios de su actividad), pueden considerar de manera efectiva que una parte de sus costos relacionados con el uso de recursos es externa a sus actividades. Por lo tanto, la solución recomendada consiste en obligar a los responsables de las emisiones de GEI a «internalizar» el costo total de su actividad, y en asegurar que, a través de la imposición de impuestos o de permisos negociables, paguen todo el costo social del carbono en lugar de que paguen una fracción del mismo o simplemente nada.

De las dos formas de acercar el precio de mercado del carbono a su costo social, la imposición de impuestos es generalmente ignorada debido a que son impopulares entre los electores influyentes y a que este método no ofrece ninguna certeza sobre qué nivel de emisiones de carbono se considerará como legítimo. A condición de que pague los impuestos sobre el carbono, una empresa o industria puede, en principio, producir cualquier cantidad de GEI. Por el contrario, el establecimiento de un sistema de límites máximos y comercio («cap-and-trade»), en virtud del cual las emisiones se limitan a un nivel predeterminado y el permiso de emisión se asigna a los participantes en el mercado, que podrán comercializarlo en un mercado oficial, ofrece una mayor certidumbre sobre cuál será el nivel de emisiones producidas. Por lo general, un sistema de comercio de carbono también permite determinar un precio de mercado para las emisiones que se aproxima a su costo social, creando un incentivo para que las empresas desarrollen fuentes de energía más limpias y necesariamente más baratas.

Sin embargo, en la práctica las cosas funcionan de forma diferente, como lo demuestra la experiencia de los mecanismos del Protocolo de Kyoto y del Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea: *los sistemas reales de comercio de emisiones no conducen a las reducciones deseadas en el nivel de las emisiones*. Cinco razones coartan la capacidad de los mercados de carbono para ofrecer los resultados deseados (Storm, 2017):

1. La volatilidad de los mercados de carbono, causada en parte por el comportamiento especulativo, redundante en el bloqueo de la tecnología de combustibles fósiles. De hecho, para que las empresas inviertan en fuentes de energía alternativas, deberían poder esperar que el precio del carbono sea permanentemente alto.
2. El mecanismo de medición y aplicación requerido es más vasto que el que se necesita para asegurar la regulación directa. Esto es particularmente cierto en lo que atañe a las compensaciones

- de carbono –es decir, las inversiones destinadas a reducir las emisiones de GEI en una parte del planeta para compensar una emisión hecha en otra parte– previstas por el Protocolo de Kyoto.
3. Deficiencias de mercado intrínsecas. Los mercados de carbono tienden a ser afectados por asimetrías de información y por la incapacidad para asegurar la ejecución de contratos, lo que elimina los incentivos para invertir en energías alternativas (Speth, 2008; Stiglitz, 2008).
 4. Los mercados de carbono serían eficientes si tuviesen capacidad para determinar un precio universal para el carbono, aplicable a todos los usos en todos los países (Stiglitz, 2008). Esto no sucede en los sistemas de intercambio actuales, que crean otros costos externos que contribuyen a mantener las desigualdades. Por ejemplo, se ha señalado que el aumento de la producción de biocombustibles ha entrañado el aumento del precio de los alimentos (Mitchell, 2008), y las compensaciones de carbono del Protocolo de Kyoto se han relacionado con el acaparamiento de tierras (Lohmann, 2009).
 5. Para alcanzar los objetivos de emisión, el precio del carbono debería ser muy alto, lo que podría tener consecuencias perjudiciales para los más pobres (Stiglitz, 2008). Estos podrían ser compensados por medio de mecanismos apropiados, pero cualquier solución de ese tipo tendría que estar claramente diseñada de forma preventiva.

Una manifestación de las dificultades anteriores es la diferencia que se observa actualmente entre el precio de mercado del carbono (que entre 2001 y 2017 permaneció por debajo de 10 dólares de los Estados Unidos por tonelada de CO₂eq) y los precios que se requerirían para que el nivel de las emisiones respetara los diversos objetivos propuestos (véase el cuadro A2.4). El objetivo menos estricto requeriría un precio de 217 dólares, es decir, más de 15 veces el precio de mercado. El precio asociado con el objetivo más estricto propuesto por los climatólogos sería del orden de 700 dólares, o casi 50 veces el precio del mercado (Storm, 2017).

Por todas estas razones, es poco probable que los mercados de carbono funcionen en la práctica de la misma manera que lo hacen en los modelos económicos. Habida cuenta de la realidad de los mercados de carbono y de las complicaciones relacionadas con sus efectos distributivos, la regulación directa puede ofrecer una alternativa más efectiva y administrativamente más simple. Esta idea se recoge en al menos dos enfoques diferentes de la política económica: el denominado «Nuevo Pacto Verde» (*Green New Deal*) y el enfoque de «límites al crecimiento».

Los partidarios del Nuevo Pacto Verde (o «gran impulso hacia una economía de cero carbono») sostienen que la «externalidad negativa» del cambio climático puede eliminarse más efectivamente con un impuesto global al carbono, y que dicho impuesto debe ir acompañado de una regulación adecuada para garantizar que se respeten los objetivos de emisión de GEI y que las políticas de fortalecimiento de los sistemas de protección social corrijan las eventuales consecuencias distributivas negativas de la reducción de emisiones (Grubb, Hourcade y Neuhoff, 2014, Herman, 2015, Pollin *et al.*, 2014). Basándose en investigaciones recientes sobre la economía de la innovación (Mazzucato, 2013; Mazzucato y Pérez, 2014), estos especialistas afirman también que la imposición de un precio de carbono cercano al costo social real del carbono no es suficiente si se quiere movilizar los recursos necesarios para desarrollar fuentes de energía alternativa. Dado que los riesgos inherentes a estas inversiones son demasiado grandes para el escaso apetito de riesgo de los bancos y las empresas del sector privado, los gobiernos tendrían que intervenir –utilizando por lo menos los ingresos de los impuestos al carbono– y promover activamente los proyectos de investigación y desarrollo (I+D) necesarios (Storm, 2017). Este punto de vista es confirmado por la ausencia de los mercados financieros y por el debate sobre el financiamiento de los MEI.

Por otra parte, el enfoque de «límites al crecimiento» se basa en el planteamiento según el cual todas las economías se ven confrontadas a límites tanto ecológicos como sociales. Sus partidarios sostienen que las instituciones públicas y del mercado deben ser evaluadas a la luz de su capacidad para apoyar vías de crecimiento que no excedan la capacidad portadora de los ecosistemas (en lo relativo a la utilización de los recursos) o de la sociedad (con respecto a la creación de desigualdades insostenibles). Aun cuando este enfoque es compatible con todas las propuestas del Nuevo Pacto Verde relativas a los impuestos al carbono y al financiamiento de la innovación, se distingue de este último por cuanto sostiene que los sistemas oficiales de redistribución (en materias como la tributación y la protección social) no siempre son capaces de corregir las desigualdades del mercado (Klein, 2014; Vira, 2015). En consecuencia, las instituciones deberían evaluarse y posiblemente modificarse a fin de asegurar que no generen desigualdades insostenibles.

3. EL PAPEL DE LOS EMPLEADORES EN LA TRANSICIÓN

El análisis del papel de los empleadores en la transición se basa en la información del Carbon Disclosure Project y la empresa FactSet, que ofrecen dos conjuntos de datos específicos sobre la actividad empresarial.

El Carbon Disclosure Project (CDP) es una encuesta voluntaria en la que las empresas divulgan sus emisiones de GEI y sus opiniones y experiencias sobre las políticas pertinentes, y describen sus esfuerzos y objetivos específicos en cuanto a la mitigación de las emisiones (véase, por ejemplo, la encuesta CDP (2016), que proporciona resultados descriptivos sobre la muestra completa). La CDP abarca empresas en los sectores de los productos básicos de consumo, el consumo discrecional, la energía, las finanzas, la atención de salud, la producción industrial, las tecnologías de la información, la producción de materiales, las telecomunicaciones y los servicios públicos. En 2015, un total de 1997 empresas respondieron al cuestionario. En 2010, esta cifra fue de 1799 empresas.

Los cuestionarios y datos del CDP están disponibles en su sitio web (www.cdp.net).

FactSet proporciona información financiera histórica a nivel de las empresas, con inclusión de datos sobre ventas y empleo en 2010 y 2015. Para más detalles sobre sus bases, véase su sitio web (www.factset.com).

FactSet contiene información sobre el empleo y las ventas de 760 de las empresas que han divulgado públicamente información a través del CDP, para 2010 y 2015.

El análisis descriptivo del papel de los empleadores en la transición se centra en estas 760 empresas que han divulgado una información completa sobre su empleo, sus ventas y sus emisiones de GEI. En los cuadros A2.5 a A2.7 se enumeran las características de estas empresas por tamaño, sector y región.

Cuadro A2.5

Tamaño de las empresas incluidas en FactSet con datos del CDP para 2010 y 2015 (porcentaje)

| Número de trabajadores | 2010 | 2015 |
|------------------------|--------------|--------------|
| 0-1000 | 4,9 | 4,0 |
| 1000-10000 | 27,0 | 25,5 |
| 10000-50000 | 40,0 | 41,8 |
| 50000-100000 | 14,2 | 14,2 |
| Más de 100000 | 14,0 | 14,5 |
| <i>Total</i> | <i>100,0</i> | <i>100,0</i> |
| <i>N</i> | <i>760</i> | <i>760</i> |

Notas: Solo se han considerado empresas con datos en el CDP para 2010 y 2015, y datos en FactSet. Los porcentajes pueden no sumar 100 debido al redondeo.

Cuadro A2.6

Distribución sectorial de las empresas incluidas en FactSet con datos del CDP para 2010 y 2015 (porcentaje)

| Código NACE | Sector | Porcentaje |
|--------------|---|--------------|
| A | Agricultura, silvicultura y pesca | 0,0 |
| B | Minería y canteras | 8,4 |
| C | Industria manufacturera | 40,1 |
| D, E | Servicios públicos (suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado) | 6,3 |
| F | Construcción | 4,5 |
| G | Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas | 4,6 |
| H, J | Transporte, almacenamiento, información y comunicación | 12,8 |
| I | Actividades de alojamiento y de servicio de comidas | 3,7 |
| K | Actividades financieras y de seguros | 16,6 |
| L, M, N | Actividades inmobiliarias, negocios y administración | 2,2 |
| Q | Salud y trabajo social | 0,8 |
| <i>Total</i> | | <i>100,0</i> |
| <i>N</i> | | <i>760</i> |

Notas: Solo se han considerado empresas con datos en el CDP para 2010 y 2015, y datos en FactSet. Los porcentajes pueden no sumar 100 debido al redondeo.

Cuadro A2.7

Distribución regional de las empresas incluidas en FactSet con datos del CDP para 2010 y 2015 (porcentaje)

| Región | Porcentaje |
|--------------------|--------------|
| África | 4,6 |
| Américas | 33,2 |
| Estados Árabes | 0,0 |
| Asia y el Pacífico | 17,0 |
| Europa | 45,2 |
| <i>Total</i> | <i>100,0</i> |
| <i>N</i> | <i>760</i> |

Notas: Solo se han considerado empresas con datos en el CDP para 2010 y 2015, y datos en FactSet. Los porcentajes pueden no sumar 100 debido al redondeo.

Anexo 3

VÍNCULOS ENTRE LOS ACUERDOS AMBIENTALES MULTINACIONALES (AAM) Y LAS NORMAS INTERNACIONALES DEL TRABAJO (NIT)

| Año | Acuerdo | Partes | Disposición pertinente del tratado | NIT pertinente | Núm. de NIT ¹ |
|------|--|--------|---|---|--------------------------|
| 1982 | Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982 (CONVEMAR) | 168 | <ul style="list-style-type: none"> Obligación de garantizar la seguridad en el mar en lo que respecta a las condiciones de trabajo y la capacitación de las tripulaciones, teniendo en cuenta los instrumentos internacionales aplicables (artículo 94). | MLC, 2006; y también C133, C134, C146, C147, C163, C164, C165, C166, C178, C179, C180 y C185, P147, R48, R49, R75, R78, R139, R140, R141, R142, R173, R174. | 24 |
| 1992 | Convenio sobre la protección del medio marino de la zona del Mar Báltico, de 1992 | 10 | <ul style="list-style-type: none"> Condiciones de trabajo a bordo de los buques (anexo IV). | MLC, 2006; también C133, C134, C146, C147, C163, C164, C165, C166, C178, C179, C180 y C185. | 13 |
| 1994 | Convención de 1994 sobre seguridad nuclear, 1994 | 80 | <ul style="list-style-type: none"> Protección de los trabajadores contra la exposición a las radiaciones, que debe mantenerse en el nivel «más bajo que pueda razonablemente alcanzarse» y no superar los límites de dosis establecidos a nivel nacional (artículo 15). | C115 y C155, P155, R114. | 4 |
| 1994 | Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, 1994 | 197 | <ul style="list-style-type: none"> Aumento de los ingresos y las oportunidades de empleo, especialmente para los miembros vulnerables de la comunidad (anexo I, artículo 8). | Normas fundamentales del trabajo: C87, C98, C29, C105, C138, C182, C100, C111, C122, C168, R169. | 11 |
| 1995 | Acuerdo sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, 1995 | 89 | <ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento de las necesidades especiales de los grupos vulnerables en cuanto a la generación de ingresos y las oportunidades de empleo (acceso a la pesca de subsistencia, y actividad de los pescadores artesanales y de pequeña escala y de las mujeres pescadoras) (artículo 24). | C111, C122, C168, C169, R104. Véase también la Declaración relativa a los principios y derechos fundamentales en el trabajo. | 5 |
| 1996 | Convenio internacional sobre responsabilidad e indemnización de daños en relación con el transporte marítimo de sustancias nocivas y potencialmente peligrosas, 1996* | 1 | <ul style="list-style-type: none"> Aplicación del Convenio sin perjuicio de la legislación nacional aplicable relativa al pago de indemnización a los trabajadores o los sistemas de seguridad social (artículo 4). | R181, R194. | 2 |
| 1997 | Convención sobre indemnización suplementaria por daños nucleares, 1997 | 19 | <ul style="list-style-type: none"> Prevalencia de los sistemas nacionales de indemnización laboral (indemnización por accidentes del trabajo y enfermedades profesionales), cuando existan dichos sistemas (anexo, artículo 8). | R181, R194. | 2 |
| 1997 | Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, 1997 | 71 | <ul style="list-style-type: none"> La exposición radiológica de los trabajadores debe reducirse al nivel más bajo que sea razonablemente alcanzable (artículo 24). | C155, P155, C174, C148, C139, C115, R114, R156. | 8 |
| 1998 | Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados, 1998 | 34 | <ul style="list-style-type: none"> El polvo de toda la producción pirometalúrgica se reciclará dentro o fuera de la fábrica, siempre que se proteja la salud de los trabajadores (anexo III). | C155, P155, C148, C139, R156. | 5 |
| 1998 | Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, 1998 | 160 | <ul style="list-style-type: none"> Proteger a los trabajadores frente a los posibles efectos perjudiciales de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (párrafo); La notificación de una medida reglamentaria incluye información sobre el resumen de los riesgos y peligros que los productos químicos presentan para la salud de los trabajadores y del efecto previsto de la medida reglamentaria (anexo I). | C155, P155, C148, C139, C170, C184, R156, R177, R192. | 9 |
| 2001 | Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), 2001 | 181 | <ul style="list-style-type: none"> Capacitación de los trabajadores acerca de los contaminantes orgánicos persistentes (artículo 10); Entre las mejores técnicas disponibles para reducir las liberaciones de productos químicos según lo dispuesto en el Convenio se debería incluir la consideración de la necesidad de salvaguardar la salud ocupacional y la seguridad de los lugares de trabajo (anexo C, parte V (B)). | C155, P155, C142, R195. | 4 |

| Año | Acuerdo | Partes | Disposición pertinente del tratado | NIT pertinente | Núm. de NIT ¹ |
|------|--|--------|--|---|------------------------------|
| 2003 | Protocolo de Kiev sobre registros de emisiones y transferencias de contaminantes de la Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, 2003 | 36 | <ul style="list-style-type: none"> Protección de los trabajadores y los miembros del público que notifiquen infracciones en el trabajo (artículo 3). | R094, R129, R130. | 3 |
| 2006 | Convenio Internacional de las Maderas Tropicales, 2006 | 73 | <ul style="list-style-type: none"> Necesidad de mejorar las condiciones de trabajo en el sector forestal, teniendo en cuenta los convenios pertinentes de la Organización Internacional del Trabajo (preámbulo); Aumentar las oportunidades de empleo (artículo 1). | C122, C169, C184, R104, R169, R192. | 6 |
| 2009 | Convenio Internacional de Hong Kong para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques, 2009* | 5 | <ul style="list-style-type: none"> Seguridad y salud en el trabajo de las personas empleadas en el sector del reciclaje de buques (preámbulo); Obligación de adoptar sistemas, procedimientos y técnicas de gestión que no supongan riesgos para la salud de los trabajadores interesados (regla 17); Obligación de incluir una política que garantice la seguridad de los trabajadores (regla 18); Determinación de las funciones y responsabilidades de los empleadores y los trabajadores a la hora de efectuar las operaciones de reciclaje de buques (regla 18); Diseño de un programa para ofrecer formación e información apropiadas a los trabajadores (regla 18); Un sistema para notificar descargas, emisiones, sucesos y accidentes que causen daño o puedan causar daños a la seguridad de los trabajadores (regla 18); Un sistema para notificar enfermedades profesionales, accidentes, lesiones y otros efectos adversos para la seguridad de los trabajadores (regla 18); y procedimientos para prevenir otros accidentes, enfermedades profesionales y lesiones u otros efectos adversos sobre la seguridad y salud de los trabajadores (regla 19); Capacitación y equipamiento apropiados para los trabajadores sobre la gestión segura y ambientalmente racional de materiales peligrosos (regla 20); Gestión de los desechos de una manera que no suponga un riesgo para los trabajadores (regla 20); Información y formación a efectos de la preparación y respuesta para casos de emergencia y capacitación para todos los trabajadores empelados en la instalación de reciclaje de buques (regla 21); Seguridad de los trabajadores (incluido el uso de equipos de protección personal) y programas de formación y familiarización para todos los trabajadores, incluido el personal de los contratistas y los empleados (regla 22); Un sistema de notificación de incidentes, accidentes, enfermedades profesionales y efectos crónicos (regla 23). | C155, P155, C174, C148, C139, C115, C162, C170, C144, C142, R114. | 11 |
| 2009 | Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables, 2009 | 143 | <ul style="list-style-type: none"> Dirigido a impulsar el efecto positivo que las tecnologías de las energías renovables pueden producir para estimular el crecimiento económico sostenible y la creación de empleo (preámbulo). | Comentario: Principio general de exhortación, que describe una de las intenciones de las partes. | |
| 2013 | Convenio de Minamata sobre el Mercurio, 2013 | 43 | <ul style="list-style-type: none"> Promoción de programas educativos y preventivos sobre la exposición ocupacional al mercurio y los compuestos de mercurio (artículo 16); Cooperación e intercambio de información con la OIT (artículo 16); Reducción y, cuando sea viable, eliminación del uso de mercurio y de compuestos de mercurio en la extracción de oro artesanal y en pequeña escala (artículo 7 y anexo C). | C155, P155, C148, C139, R156. | 5 |
| 2015 | Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril | n.d. | <ul style="list-style-type: none"> Formación de los trabajadores sobre la radioprotección, incluidas las precauciones que deben tomarse para restringir su exposición en el trabajo (capítulo 1.7). | C155, P155, C148, C139, C115, R114, R156. | 7 |
| 2015 | Acuerdo de París en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015 | 144 | <ul style="list-style-type: none"> Consideración de una reconversión justa de la fuerza laboral y de la creación de trabajo decente y de empleos de calidad, de conformidad con las prioridades de desarrollo definidas a nivel nacional (preámbulo). | Comentario: En un sentido amplio, las NIT forman parte del contexto del Acuerdo de París. | Diversos convenios de la OIT |

Notas: * Aún no ha entrado en vigor. C = Convenio; R = Recomendación; P = Protocolo.

¹ Número de instrumentos conexos o número de ámbitos normativos. En el caso de la OIT, estos números son aproximados, ya que solo reflejan una pertinencia muy directa.

Anexo 4

El capítulo 5 proporciona una instantánea de las actuales tendencias en materia de empleo verde y de desarrollo de las competencias profesionales, basada en 27 estudios por países sobre las capacidades que requieren los empleos verdes; estos estudios se encomendaron a expertos nacionales, por encargo de la OIT en asociación con el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop). En el presente anexo se proporcionan antecedentes sobre dichos estudios nacionales. En todos se aplicó la misma metodología a fin de asegurar la comparabilidad de los resultados.

Cómo se eligieron los países objeto de los estudios nacionales sobre competencias profesionales verdes

De los 27 países seleccionados, 21 ya habían sido analizados por la OIT y el Cedefop en el marco de la preparación del informe *Skills for green jobs: A global view* (Strietska-Ilina *et al.*, 2011). Los otros seis países fueron seleccionados en colaboración con los departamentos técnicos y las oficinas exteriores de la OIT, teniendo presente la necesidad de que en el conjunto se pudieran examinar los diversos desafíos ambientales y de trabajo decente en el contexto de la economía verde¹. Para llevar a cabo cada estudio, se seleccionó a expertos nacionales (tanto instituciones como personas físicas) sobre la base de su experiencia en el campo de la identificación y el desarrollo de competencias profesionales, y de su conocimiento y comprensión demostrados de los problemas ambientales y del cambio climático. Cuando fue posible, se seleccionaron los mismos expertos que habían participado en el estudio de 2011. El Cedefop asumió la realización de los estudios en seis países europeos.

Principales preguntas planteadas en los estudios por países

- ¿Cuáles son, en el ámbito de la transformación estructural, los principales retos que usted ha observado con respecto a los factores fundamentales del cambio (políticas, programas y regulaciones de protección ambiental, tecnologías ecológicas, cambio climático y degradación ambiental, fuerzas del mercado y globalización, etc.)?
- ¿Cuál es el impacto de esta transformación en el empleo y las competencias profesionales conexas, así como en las necesidades más amplias en materia de competencias técnicas y de destrezas sociales?
- ¿Son coherentes entre sí las políticas de desarrollo de competencias y las políticas de sostenibilidad ambiental/cambio climático? ¿Cómo se asegura la coordinación entre la formulación de políticas y su puesta en práctica? ¿Participan los mandantes tripartitos de la OIT en la planificación de las políticas?
- ¿Qué políticas, programas, normativas y medidas se están aplicando para adaptar las competencias laborales de la fuerza de trabajo actual y la fuerza de trabajo futura, capacitar a los trabajadores y actualizar sus competencias para el empleo en la economía verde? (Por ejemplo, en los siguientes ámbitos: educación y formación técnica y profesional, tanto inicial como permanente; capacitación en el sector privado; aprendizaje en el lugar de trabajo; políticas activas del mercado laboral; y validación del aprendizaje o la capacitación no formales e informales.)
- ¿De qué manera las políticas, programas y normativas verdes incluyen las cuestiones de género en el desarrollo de las nuevas competencias profesionales verdes?
- ¿Cuán eficaces han sido estas medidas por lo que se refiere a reducir la brecha de competencias y facilitar así una transición armoniosa y justa hacia una economía verde y baja en carbono? ¿Cuáles son los factores de éxito y las buenas prácticas? ¿Cuáles son las principales dificultades?
- ¿Las medidas aplicadas (recientemente) han sido de naturaleza puntual o más bien sistemática?

Metodología de los estudios por países

Con el fin de asegurar la comparabilidad entre los estudios por países, en cada uno se aplicó la misma metodología, que de hecho era la metodología ya utilizada en el estudio de 2011; a la vez, se permitió un margen de flexibilidad para adaptar los estudios a las condiciones locales.

1. Los 21 países del estudio anterior son: Alemania, Australia, Bangladesh, Brasil, China, República de Corea, Costa Rica, Dinamarca, Egipto, España, Estados Unidos, Estonia, Filipinas, Francia, India, Indonesia, Malí, Reino Unido, Sudáfrica, Tailandia y Uganda. Los seis nuevos países son: Barbados, Guyana, Kirguistán, Mauricio, Montenegro y Tayikistán.

Los estudios se basaron en el análisis secundario de datos cuantitativos sobre el empleo y en entrevistas mantenidas con diversos interlocutores: representantes de sindicatos y de asociaciones de empleadores; responsables de la formulación de políticas en los diferentes niveles; órganos decisorios en materia de recursos humanos y de educación y formación técnica y profesional; organizaciones sectoriales; iniciativas público-privadas; representantes de empresas líderes en los campos del desarrollo sostenible y el cumplimiento de los objetivos de las políticas verdes; y oficinas nacionales de estadística.

Control de calidad de los estudios por países

Cada estudio por país se benefició de los comentarios aportados por la red de especialistas en competencias profesionales y empleos verdes en las oficinas exteriores de la OIT, que ejercieron así la función de control de calidad.

Metodología de análisis

Sobre la base de los marcos para el análisis de las políticas públicas desarrollados por Morestin (2012) y el National Research Council de Estados Unidos (2010), la formulación del capítulo 5 se ciñó a los siguientes principios rectores para sintetizar la información recopilada en los estudios por países y evaluar las políticas y programas de desarrollo de competencias profesionales para los empleos verdes:

1. Aplicación de la política:
 - a) Reconocimiento y aceptación, entre los responsables de las políticas y el público en general, de la función que desempeña el desarrollo de competencias profesionales a los efectos de una transición justa;
 - b) Viabilidad de la política en términos de costo y de apoyo institucional;
 - c) Adaptabilidad de la política a la evolución de las necesidades en materia de competencias profesionales;
 - d) Durabilidad y sostenibilidad de la política.
2. Efectos de la política:
 - a) Eficacia;
 - b) Resultados en materia de equidad y trabajo decente.