**Apéndice complementario**

**Medición de pérdidas en el producto económico debido a la contaminación**

**A. Pérdidas en el producto económico asociadas con la mortalidad por contaminación**

Estimamos el valor actual descontado de la pérdida de PBI atribuible a la mortalidad asociada a diversas fuentes de contaminación moderna y tradicional en 2000 y 2019 para China, Etiopía, la Unión Europea, India, Nigeria y los Estados Unidos.[[1]](#footnote-1) La pérdida de PBI en el país *i* en el año *y* (*y* ∈ {2000, 2019}) si un trabajador muere es igual a la parte del PBI correspondiente a la mano de obra (*αyo*) multiplicada por el PIB (*Yyo*), y dividida por el número de personas que están empleadas (*Lyo*). Suponemos que todos los trabajadores de un determinado país registran la misma producción por trabajador, independientemente de su edad. Dado que no todas las personas de edad *j* están trabajando, el valor esperado de PBI por trabajador para una persona de edad *j* (*Wijy*) es igual a (*αyoYyo/Lyo*) por el cociente de dividir el número de trabajadores de edad *j*, *Lijy*, entre la población de edad *j*, *Nijy*,

*Wijy* = (*αiyYiy/Liy*)\*(*Lijy/Nijy*) (1)

 Para calcular la pérdida en la producción de mercado y no-mercado, modificamos la ecuación (1) para tener en cuenta la producción doméstica. Ignorando la producción doméstica, se subestiman las pérdidas asociadas a la contaminación. Mientras algunos países que estudiamos elaboran una contabilidad nacional asociada que incluye la producción doméstica, no todos lo hacen. Un estudio reciente de la OCDE (Ahmad y Koh 2011) estima el valor de la producción doméstica para 13 de los 15 países de la UE en 2008. El valor medio de la producción doméstica como porcentaje del PBI es 31 %, y la media es 33 %. Las estimaciones son del 30 % para la India (Pandey 2001), del 26 % para China en 2004 (Wang 2020) y del 25 % para Estados Unidos (Kanal y Kornegay 2019). En aras de la transparencia, elegimos un valor del 30 % para todos los países. Por lo tanto, calculamos *W'ijy*

*W'ijy* = (*αiyYiy/Liy*)\*(*Lijy/Nijy*) + *λ*j(*αiyYiy/Liy*)\*[1-(*Lijy/Nijy*)] (1')

dónde *λj* representa la fracción de la producción atribuible doméstica para una persona de edad *j.*

Si una persona de edad *j* muere en el año en curso, su contribución al PBI se perderá para todos los años futuros de su vida laboral. Para calcular el valor del PBI perdido en los años futuros, asumimos que el PBI por trabajador en el país *i* crece a una tasa *gi*. Si la porción correspondiente a la mano de obra en el PBI y la fracción de la población en edad de trabajar (*Lijy/Nijy*) permanecen constantes para todos los *i* y *j*, esto implica que el PBI perdido a la edad *t* de una persona actualmente de edad *j* será igual a (*αiyYiy/Liy*)\*(*Lity/Nity*)\**(1+gi)t-j*. Este resultado debe ponderarse por la probabilidad de que un individuo hubiera sobrevivido hasta la edad *t*, dónde *πijy,t*es la probabilidad de que una persona de edad *j* en el pais *i* en el año *y* alcance la edad *t*. Por lo tanto, ponderamos la pérdida de PBI en años futuros por la probabilidad de que un individuo que muera este año alcance cada año futuro de su vida laboral. Descontamos el valor de PBI perdido en el futuro a la tasa anual *ri*.

 Dados los supuestos anteriores, el valor actual descontado de la producción de mercado y no-mercado perdida por una persona de edad *j* en el pais *i* que muere en el año y, *PVijy*, es:

$$PV\_{ijy}=\sum\_{t=j}^{84}π\_{ijy,t}\left[\left(\frac{L\_{ity}}{N\_{ity}}\right)\left(\frac{α\_{iy}Y\_{iy}}{L\_{iy}}\right)+λ\_{t}\left(1-\frac{L\_{ity}}{N\_{ity}}\right)\left(\frac{α\_{iy}Y\_{iy}}{L\_{iy}}\right)\right]\left(\frac{1+g\_{i}}{1+r\_{i}}\right)^{t-j} \left(2\right)$$

Calculamos la ecuación (2) para *j* = 0, . . . , 84. El valor de *λj* se fija en 0 para los niños (por ejemplo, *j* = 0, . . . . , 14) y se fija en 0,3) para valores mayores de *j*.

La producción total perdida debida a la contaminación es el producto de *Pvijij* y *Dijy*, el número de muertes debidas a la contaminación en el año *y* de personas de edad *j* en el pais *i*, sumado sobre todos los *j.* *Dijy* se calcula por separado para cada categoría de contaminación: contaminación ambiental por ozono, contaminación ambiental por partículas, exposición al plomo, exposición ocupacional, contaminación del aire en interior de las viviendas, agua insalubre y saneamiento insalubre. Los intervalos de confianza reflejan los intervalos de confianza en las muertes debidas a cada categoría de contaminación, tal y como los calculó el equipo del GBD (Colaboradores de factores de riesgo 2020 del GBD 2019).

**B. Datos**

Para calcular el PBI por trabajador usamos el Producto Bruto Interno per cápita (*Yyo*) (Indicadores de Desarrollo Mundial del Banco Mundial) dividido por el tamaño de la mano de obra en el país *i* (*Lyo*) (Indicadores de Desarrollo Mundial del Banco Mundial) a fin de calcular (*Yyo/Lyo*) para el año *y* (*y* ∈ {2000, 2019}). El porcentaje de la mano de obra en el PIB (*αyo)* se obtiene de las Penn World Tables (Feenstra, Inklaar y Timmer 2015) para todos los países excepto Etiopía. La OIT estima que los ingresos laborales como porcentaje del PBI de Etiopía fueron de 0,49 y 0,441 en 2000 y 2019, respectivamente.

Otros parámetros que varían según el país son la relación entre el número de trabajadores y la población total y las tasas de supervivencia. La relación entre el número de trabajadores y la población total (*Lijy/Nijy*) para cada país y grupo de edad proviene de la OIT (2019). Dado que solo se reportan datos agregados para las personas mayores de 65 años, determinamos (*Lijy/Nijy*) para cada edad superior a los 65 años suponiendo que la relación trabajadores-población disminuye linealmente desde los 65 hasta los 105 años, pasando a ser cero a los 105 años. La tasa de supervivencia anual desde la edad *j* hasta la edad *t* en cada estado, *πijy,t*, se calcula a partir de las tablas de vida proporcionadas por el Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) (2020).

El valor actual de la producción perdida depende de la tasa de crecimiento de la producción por trabajador *(g)* y de la tasa de descuento *(r)*. Como indica la ecuación (2), es la relación (1+*g*)/(1+*r*) la que determina el valor descontado actual de las ganancias futuras. Determinar los valores apropiados de *r* y *g* para cada país es difícil. Por lo tanto, utilizamos los supuestos en los que se basa la Comisión *Lancet* (Landrigan et al. 2017) a saber, que la tasa de descuento supera la tasa de crecimiento de la producción por trabajador en (a) 1,5, (b) 3,0 puntos porcentuales.

Referencias

Ahmad, N., Koh, S.-H. Incorporating Estimates of Household Production of Non-Market Services into International Comparisons of Material Well-Being (Incorporación de estimaciones de la producción domésticas de servicios no-comerciales en las comparaciones internacionales de bienestar material). *OECD Statistics Working Papers*, 2011/07. <http://doi.org/10.1787/5kg3h0jgk87g-en>

Feenstra, Robert C., Robert Inklaar and Marcel P. Timmer. *The Next Generation of the Penn World Table* (La próxima generación de la Penn World Table). *American Economic Review* 2015; 105(10), 3150-3182, descargable desde [www.ggdc.net/pwt](http://www.ggdc.net/pwt)

GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 (Factores de riesgo colaboradores. Carga Global de 87 factores de riesgo en 204 países y territorios, 1990–2019: un análisis sistemático para el Estudio de la Carga Global de Enfermedad en 2019). *The* *Lancet* 2020; 396: 1223–49. Datos disponibles en <http://ghdx.healthdata.org/gbd-2019>

Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease Study 2019 Life Tables 1950-2019 (Tablas de vida 1950-2019 del Estudio de la Carga Global de Enfermedad en 2019). Seattle, Estados Unidos: *Institute for Health Metrics and Evaluation*; Datos disponibles en <http://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2019-life-tables-1950-2019>

Organización Internacional del Trabajo, Ginebra, Suiza. ILOSTAT. Datos disponibles en <https://ilostat.ilo.org/> (referencia para tasas de participación laboral y porcentaje de ingresos por mano de obra)

Kanal D, Kornegay JT. Accounting for household production in the national accounts (Contabilidad de la producción de las tareas domésticas en las cuentas nacionales). *Survey of Current Business.* 2019;99: 9. <https://apps.bea.gov/scb/2019/06-june/0619-household-production.htm> (consultado el 18 de junio de 2020).

Landrigan et al. *The Lancet* *Commission on pollution and health* (La Comisión *Lancet* sobre contaminación y salud). *The Lancet Commission* 2017; 391 (10119): 462-512

Pandey, RN. *Women's Contribution to the Economy through Their Unpaid Household Work* (Contribución de las mujeres a la economía a través de su trabajo doméstico no remunerado). *National Institute for Public Finance and Policy Working Paper* 2001; 182.

Wang, Y. *Home Production and China's Hidden Consumption* (La producción de las tareas domésticas y el consumo oculto en China). *Review of Income and Wealth*, 2020; 66: 181-204. doi:10.1111/roiw.12400

Banco Mundial, Washington D. C. Indicadores de Desarrollo Mundial Datos disponibles en <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/world-development-indicators>

1. En lo que respecta a la Unión Europea, calculamos la pérdida de PIB atribuible a la mortalidad asociada a PM2.5 para cada uno de los 15 países siguientes: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y Reino Unido. A continuación sumamos todas esas pérdidas para representar la pérdida de PIB de la UE. [↑](#footnote-ref-1)