

# El consumo de recursos en el siglo XX. Una revisión.

## Resources Consumption in the 20th Century. A Review.

---

Juan Infante Amate  
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla), España  
Carretera de Utrera, km 1  
41013 Sevilla  
España  
[jinfama@upo.es](mailto:jinfama@upo.es)

Recibido: 9 de febrero de 2014  
Aprobado: 27 de julio de 2014

---

### Resumen

Desde el siglo XX el hombre se ha convertido en el principal agente de transformación de la biosfera multiplicando por diez la extracción de materiales. El creciente consumo de recursos no renovables y la presión sobre los renovables ha hecho que el debate sobre los límites del crecimiento haya sido uno de los más importantes en materia de sustentabilidad desde los años 70. En los últimos años se han publicado nuevas series estadísticas sobre extracción y consumo de recursos que, por primera vez, nos permiten tener una idea aproximada de la evolución del uso de los recursos en todo el planeta y con una perspectiva de largo plazo. El objetivo de este trabajo es el de ofrecer una síntesis histórica de los principales resultados revisando el debate de los límites del crecimiento en perspectiva histórica.

### Palabras clave

uso de los recursos; desmaterialización; comercio ecológico desigual; transición socio-ecológica

### Abstract

In the 20th Century humankind have become the major agent in biosphere transformation, multiplying by 10 the materials extraction. The growing non-renewable resource consumption and the pressure over renewables has become the limits to growth in a key debate in the topic of sustainability from the 70's. In recent years new data series on materials extraction and consumption have been published and, for the first time, we have a good approach on the evolution of consumption of resources worldwide and with a long-term perspective. The main goal of this paper is to provide a historical synthesis of these main findings reviewing the debate of the limits of growth in an historical perspective.

### Keywords

resource use; dematerialization; unequal ecologically trade; socio-ecological transition

## 1. Introducción

El consumo de recursos, la economía y la población han crecido durante el siglo XX a unas tasas inéditas en el contexto de la historia de la humanidad.<sup>1</sup> Tal aceleración es la evidencia de un indiscutible éxito social: hoy en día cada habitante tiene a su disposición más del doble de bienes materiales que hace un siglo<sup>2</sup> y su renta se ha multiplicado en término medio por 6.<sup>3</sup> Todo ello teniendo que abastecer a casi 7000 millones de personas cuando en 1900 apenas eran 1560 millones. Sin embargo, estas cifras, también cuentan la historia de los retos que la sociedad habrá de afrontar en el siglo XXI. Hay múltiples debates abiertos sobre la sostenibilidad del actual modelo de desarrollo así como sobre la posibilidad de expandirlo a todo el mundo<sup>4</sup>.

Buena parte de estas preocupaciones se inauguraron en la década de 1950, un tiempo en el que la población y el consumo de recursos empezaron a expandirse a un ritmo mucho mayor que en cualquier época precedente.<sup>5</sup> En los años 70, la crisis del petróleo parecía ser un síntoma de problemas mayores: la economía occidental se había hecho adicta a un recurso no renovable cuyo precio era creciente. La academia multiplicó trabajos que alertaban de un continuado aumento de los precios debido a una escasez mayor, cada vez más investigadores replicaron estudios sobre el agotamiento de otros muchos recursos no renovables y el potencial impacto que este hecho tendría sobre la economía mundial.<sup>6</sup> De aquellos años quedaron predicciones apocalípticas, algunas de ellas fallidas, sobre un probable colapso ambiental a escala mundial pero, también, se abrieron importantes debates sobre el futuro del actual modelo de desarrollo que, hoy en día, están lejos de haberse cerrado. Buena parte de los

<sup>1</sup> V. gr. McNeill, John R. *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (New York: WW Norton & Company, 2010).

<sup>2</sup> Krausmann, F.; Gingrich, Simone.; Eisenmenger, N.; Erb, K. H.; Haberl, H. y Fischer-Kowalski, M. "Growth in Global Materials Use, GDP and Population During the 20th Century," *Ecological Economics*, 68, 10 (2009): 2696-2705.

<sup>3</sup> Bolt, J. y J. L. van Zanden. "The First Update of the Maddison Project; Re-Estimating Growth Before 1820," *Maddison Project Working Paper*, 4 (2013).

<sup>4</sup> Un buen resumen en Bardi, U. *The Limits to Growth Revisited* (New York: Springer, 2011).

<sup>5</sup> Steffen, H.; Crutzen, P. y McNeill, J. "The Anthropocene. Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?" *Ambio*, 36, 8 (2007): 614-621; Pfister, C. "The '1950s Syndrome' and the Transition from a Slow-Going to a Rapid Loss of Global Sustainability," en Uekoetter, F. (ed). *The Turning Points of Environmental History* (Pittsburg: University of Pittsburgh Press, 2010).

<sup>6</sup> Tal vez el caso más evidente sea Meadows, D. H.; Randers, J.; Behrens III, W. W. *The Limits to Growth: A Report to the Club of Rome* (New York: Universe Books, 1972).

mismos ha girado en torno a la pregunta de si será posible mantener y expandir el crecimiento económico moderno en un planeta finito, esto es, sobre una base limitada de recursos.

Hoy, estamos lejos de un consenso en la academia. Desde los años 70 del siglo XX, cuando aparecieron los primeros trabajos que alertaban sobre un colapso económico debido al aumento poblacional<sup>7</sup> o el creciente consumo de recursos,<sup>8</sup> otros autores sostenían la posibilidad de un crecimiento económico sostenido en base al axioma de que los recursos naturales podían ser sustituidos por capital<sup>9</sup> o que la nueva economía sería cada vez menos dependiente de los mismos.<sup>10</sup> En la actualidad, el debate persiste.<sup>11</sup> Sin embargo, algo ha cambiado desde entonces: la creciente preocupación académica y política sobre el debate de los límites del crecimiento ha generado un formidable conocimiento sobre tal tema. Desde entonces se han multiplicado estudios, estadísticas e informes que, hoy en día, nos permiten reconstruir con precisión inédita la evolución histórica en perspectiva regional de las pautas de crecimiento económico, consumo de recursos y sus dinámicas poblacionales.

De hecho, en los últimos años se han hecho públicas algunas series de datos sobre consumo de recursos y se han actualizado otras sobre temas económicos y poblacionales que ofrecen datos para la mayoría de países del mundo. Los investigadores están empezando a trabajar con ellas. El objetivo de este trabajo es el de ofrecer una panorámica general sobre la evolución reciente en el consumo de materiales, el crecimiento económico y poblacional en el último siglo a escala regional. Nuestra intención no es mediar en el debate sobre los límites del crecimiento, algo que escapa totalmente a nuestras posibilidades sino, más bien, en base a la nueva información disponible, ofrecer un marco general sobre las pautas de consumo de recursos y expansión económica en el mundo a escala regional.

<sup>7</sup> Ehrlich, P. R. *The Population Bomb* (New York: Ballantine Books, 1971).

<sup>8</sup> Meadows et al., *The Limits to Growth*.

<sup>9</sup> Solow, R. "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources," *Review of Economic Studies*, 41 (1974): 29-46; Stiglitz, J. "Growth with Exhaustible Resources: Efficient and Optimal Growth Paths," *Review of Economic Studies* (1974):123-137.

<sup>10</sup> Malenbaum, W. *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000* (Open Library, E/MJ Mining Information Services, 1978).

<sup>11</sup> En Bardi, *The Limits to Growth Revisited*, se puede encontrar una actualizada revisión sobre el debate de los límites del crecimiento en el que se citan además de los clásicos trabajos sobre el tema recientes investigaciones que validan el modelo de Meadows así como otros que los impugnan.

Tras esta introducción, en la primera parte del trabajo, ofrecemos una breve síntesis metodológica y de fuentes sobre los indicadores disponibles. También sobre cómo hemos estimado algunos indicadores para este trabajo. En el tercer apartado ofrecemos un análisis general sobre la evolución del consumo de recursos desde la Revolución industrial. En cuarto lugar, ofrecemos datos sobre tendencias recientes de consumo de recursos, mediamos en el debate de la desmaterialización y ofrecemos resultados de la evolución de estos indicadores para los diferentes países del mundo entre 1980 y 2008. Concluimos el trabajo analizando las tendencias de comercio de materiales a escala global mediando en el debate del “intercambio ecológico desigual”.

## **2. Metodología y fuentes para la reconstrucción del consumo de materiales, la población y el crecimiento económico en el siglo XX**

A lo largo de este trabajo vamos a ofrecer una serie de datos a nivel global y regional de consumo de recursos, evolución económica y poblacional que se basan en recientes series publicadas. En este apartado mostramos las fuentes y metodologías utilizadas para su cálculo.

En materia de consumo de recursos, desde los años 90, se desarrolló el concepto de “metabolismo social”. Varios autores trasladaron la metáfora del metabolismo biológico al plano social subrayando que la sociedad es un agregado que para su funcionamiento y reproducción requiere flujos de energía y materiales.<sup>12</sup> Nacieron así conceptos como los de metabolismo de las ciudades,<sup>13</sup> metabolismo industrial<sup>14</sup> o, más ampliamente, metabolismo social.<sup>15</sup> En todos los casos la propuesta era análoga: el hombre requería crecientes cantidades de energía y materiales, empezaba a ser un importante agente de transformación de la biosfera y urgía, pues, la vía de estudiar sus relaciones de intercambio de materiales y energía. De esta forma, tras la consolidación de tales conceptos se fueron proponiendo varias metodologías para el análisis de los flujos de energía y materiales de las sociedades (MEFA, desde

<sup>12</sup> Fischer-Kowalski, M. “Society's Metabolism: The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860– 1970,” *Journal of Industrial Ecology*, 2, 1 (1998): 107-136.

<sup>13</sup> Wolman, A. “The Metabolism of Cities,” *Scientific American*, 213 (1965): 178-190.

<sup>14</sup> Ayres, R.U. “Industrial Metabolism,” en Ausubel, J.H. y Sladovich, H.E. *Technology and the Environment* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1989), 23-49.

<sup>15</sup> Fischer-Kowalski, *Society's Metabolism*.

aquí). La perspectiva MEFA, en rigor, alberga una gran cantidad de indicadores desde la escala de producto (LCA, MIPS...) hasta una dimensión global.<sup>16</sup> Sin duda, el más interesante para cuantificar el transcurso de recursos en un territorio ha sido el denominado Economy-Wide MFA (MFA, desde aquí).

La metodología MFA permite estimar los recursos extraídos en un territorio dado tomando en consideración también los flujos indirectos o “mochilas ecológicas” requeridos para su obtención.<sup>17</sup> En la propuesta se estiman las importaciones así como las exportaciones. Todo lo cual permite obtener algunos indicadores comparables entre territorios.<sup>18</sup> En la figura 1 se sintetizan los principales flujos estudiados, de los cuales, han destacado (aunque hay muchos más) los siguientes indicadores: Extracción Doméstica (ED) que es la extracción de recursos usados dentro del territorio. Consumo Doméstico de Materiales (CDM), que es el consumo de materiales por parte de la economía y se deriva de:  $CDM = ED + Importaciones - Exportaciones$ . Balance Comercial Físico (BCF), esto es, la diferencia entre las importaciones y las exportaciones, o lo que es igual:  $BCF = Importaciones - Exportaciones$  o, de otra forma:  $BCF = CDM - ED$ .<sup>19</sup> Estos indicadores se han analizado en términos absolutos, per capita o relacionados con el GPD para obtener indicadores de desmaterialización. También, todos ellos, quedan diferenciados por tipo de producto: biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y combustibles fósiles.

<sup>16</sup> Bringezu, S., H. Schütz, y S. Moll. “Rationale for and Interpretation of Economy-wide Materials Flow Analysis and Derived Indicators,” *Journal of Industrial Ecology*, 7, 2 (2003): 43–64.

<sup>17</sup> Schmidt-Bleek, F. “MIPS. A Universal Ecological Measure?” *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 6 (1993): 306-311.

<sup>18</sup> Existen varios estados de la cuestión sobre este indicador que resumen y detallan más profundamente la propuesta. Vid. Daniels, P. L. y Moore, S. “Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies: Part I: Methodological Overview,” *Journal of Industrial Ecology*, 5, 4 (2002): 69-93; Daniels, P. L. y Moore, S. “Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies: A Comparative Survey: Part II: Review of Individual Approaches,” *Journal of Industrial Ecology*, 6, 1 (2002): 65-88; Fischer-Kowalski, M.; Krausmann, F.; Giljum, S.; Lutter, S., Mayer, A.; Bringezu, S.; Moriguchi, Y.; Schütz, H.; Schandl, H. y Weisz, H. “Methodology and Indicators of Economy-wide Material Flow Accounting. State of the Art and Reliability Across Sources,” *Journal of Industrial Ecology*, 15, 6 (2011): 855-876; Bringezu et al., *Rational for and Interpretation*.

<sup>19</sup> Otros indicadores como el Total Material Requirement (TMR) que incorpora los “flujos no usados”, “flujos indirectos” o “mochilas ecológicas” se han ido dejando de lado por la dificultad que supone cuantificarlos o la poca certidumbre que genera usar los mismos coeficientes para diferentes contextos históricos y geográficos.

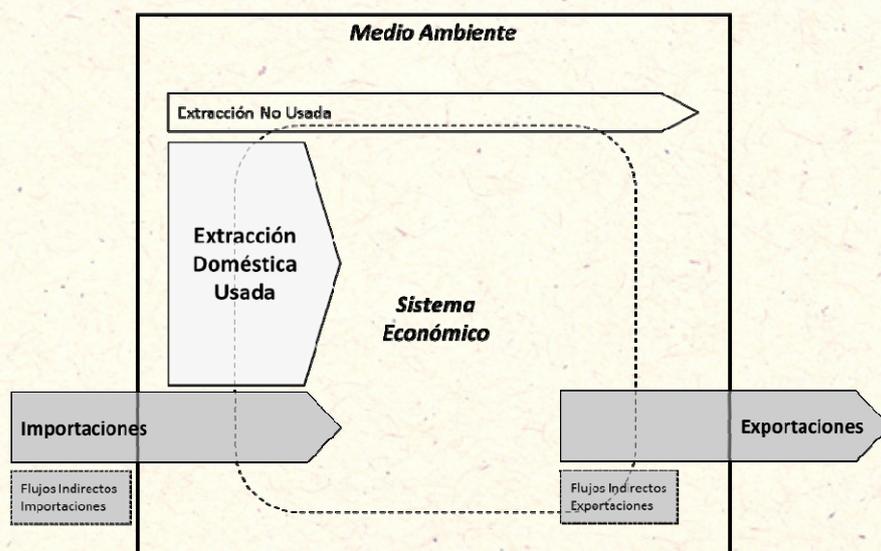


Figura 1. Modelo Economy-wide MEFA para el análisis de los flujos de energía o materiales. Fuente: adaptado de Eurostat.<sup>20</sup>

Sin pretender hacer una detallada revisión de literatura sobre los estudios MFA realizados hasta la fecha, cabe destacar que este indicador ha sido asumido por muchos organismos internacionales e incluido en sus contabilidades ambientales (OECD, Naciones Unidas, Eurostat...). Existen macroestudios que han aplicado la metodología MFA de grandes regiones del mundo en una perspectiva temporal muy amplia. Así, contamos con estudios que ofrecen datos desde 1970 hasta la actualidad para todos los países de la región de América Latina y el Caribe,<sup>21</sup> para la región Asia-Pacífico,<sup>22</sup> para la Unión Europea<sup>23</sup> y a escala global desde 1900 hasta 2009.<sup>24</sup> Con una perspectiva histórica más amplia y ofreciendo resultados desde el siglo XIX hay trabajos para un puñado de países del mundo como Reino Unido,<sup>25</sup> Austria,<sup>26</sup> Checoslovaquia,<sup>27</sup> Japón,<sup>28</sup> EEUU<sup>29</sup> o España<sup>30</sup>. Para la actualidad se han realizado diferentes

<sup>20</sup> Eurostat. *Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators: A Methodological Guide* (Luxembourg: Eurostat, 2001).

<sup>21</sup> West, J. y Schandl, H. "Material Use and Material Efficiency in Latin America and the Caribbean," *Ecological Economics*, 94 (2013): 19-27.

<sup>22</sup> Schandl, H. y West, J. "Resource Use and Resource Efficiency in the Asia-Pacific Region," *Global Environmental Change*, 20, 4 (2010): 636-647.

<sup>23</sup> Weisz, H.; Krausmann, F.; Amann, C.; Eisenmenger, N.; Erb, K. H.; Hubacek, K. y Fischer-Kowalski, M. "The Physical Economy of the European Union: Cross-Country Comparison and Determinants of Material Consumption," *Ecological Economics*, 58, 4 (2006): 676-698.

<sup>24</sup> Krausmann et al., *Growth in Material Use*.

<sup>25</sup> Schandl, H. y Schulz, N. "Changes in the United Kingdom's Natural Relations in Terms of Society's Metabolism and Land-use from 1850 to the Present Day," *Ecological Economics*, 41, 2 (2002): 203-221.

<sup>26</sup> Krausmann, F.; Schandl, H. y Siefertle, R.P. "Socio-ecological Regime Transitions in Austria and the United Kingdom," *Ecological Economics*, 65, 1 (2008): 187-201.

<sup>27</sup> Kuskova, P.; Gingrich, S y Krausmann, F. "Long Term Changes in Social Metabolism and Land Use in Czechoslovakia, 1830-2000: An Energy Transition Under Changing Political Regimes," *Ecological Economics*, 68, 1 (2008): 394-407.

trabajos que han contabilizado el consumo total de recursos a escala global.<sup>31</sup> Aunque, sin duda, el esfuerzo más potente lo han realizado desde el Sustainable European Research Institute (SERI) de Viena. Desde 2008 han publicado una base de datos online en la que ofrecen en abierto los principales indicadores MFA para todos los países del mundo entre 1980 y 2010.<sup>32</sup>

En términos energéticos otros autores han publicado las series de consumo de energía para varios países del mundo. Los principales esfuerzos que se han realizado en este campo vienen principalmente desde la Historia Económica. El trabajo de Astrid Kander, Paolo Malanima y Paul Warde<sup>33</sup> compila las series de consumo de energía para varios países del mundo y sintetiza los resultados de un proyecto mucho más amplio que ha tratado de reconstruir las transiciones energéticas desde el siglo XIX.

Los datos ofrecidos en este trabajo sobre PIB y población proceden de la conocida base de datos de Maddison y sus recientes actualizaciones.<sup>34</sup> En ella se encuentran datos de población y PIB (con base en 1990) para todos los países y regiones del mundo.

En el tercer apartado del trabajo ofrecemos una perspectiva histórica sobre el consumo de recursos. Para ello hemos tomado los datos de Kander y colegas<sup>35</sup> en materia de energía y de Krausmann y colegas<sup>36</sup> sobre el consumo de materiales en el siglo XX. Para este período utilizamos los datos de población de la base de datos de Maddison.<sup>37</sup>

En el cuarto apartado ofrecemos análisis sobre el consumo de recursos en relación al PIB, tratando de reconstruir los indicadores de “desmaterialización” y en el quinto se ofrece una perspectiva regional del consumo de recursos así como las relaciones de intercambio entre territorios. En ambos

<sup>28</sup> Krausmann, F.; Gingrich, S. y Nourbakhch-Sabet, R. “The Metabolic Transition in Japan. A Material Flow Account for the Period from 1878 to 2005,” *Journal of Industrial Ecology*, 15, 6 (2011): 877-892.

<sup>29</sup> Gierlinger, S. y Krausmann, F. “The Physical Economy of the United States of America,” *Journal of Industrial Ecology*, 16, 3 (2012): 365-377.

<sup>30</sup> Infante-Amate, J.; Soto, D.; Aguilera, E.; García-Ruiz, R.; Guzmán, G.; Cid, A. y González de Molina, M. “The Spanish Transition to Industrial Metabolism. Long-Term Material Flow Analysis (1860-2010),” *Journal of Industrial Ecology* (in press).

<sup>31</sup> Un resumen en Fisher-Kowalski, *Methodology and Indicator*.

<sup>32</sup> SERI y Dittrich, M. *Global Material Flow Database. 2012 Version*. Available at [www.materialflows.net](http://www.materialflows.net).

<sup>33</sup> Kander, A.; Malanima, P. y Warde, P. *Power to the People: Energy in Europe Over the Last Five Centuries* (Princeton: Princeton University Press, 2013).

<sup>34</sup> Bolt y van Zanden, *The First Update*.

<sup>35</sup> Kander et al., *Power to the People*.

<sup>36</sup> Krausmann et al., *Growth in Material Use*.

<sup>37</sup> Bolt y van Zanden, *The First Update*.

casos ofrecemos un análisis de lo ocurrido en todos los países del mundo entre 1980 y 2008. Para ello hemos tomado los datos de consumo de materiales del SERI<sup>38</sup> y nuevamente, de población y PIB de Maddison.<sup>39</sup> Ambas bases de datos presentan divergencias en el conjunto total de países de los que ofrecen datos. En ocasiones agrupan los de menor tamaño y en otras no siguen el mismo criterio sobre los países que se han integrado en otros y viceversa. De hecho, entre 1980 y 2008, los datos de Maddison recogen un total de 161 países (agrupa muchos grupos de países pequeños) y los del SERI, una serie construida recientemente, 187 países, siguiendo la distribución actual de los mismos. Esto hace que haya problemas con los países desaparecidos en las fechas de estudios (por ejemplo la URSS o Yugoslavia). Hemos realizado interpolaciones para dividir el consumo o PIB en estos casos atendiendo a los porcentajes de consumo de los que teníamos datos en las fechas más próximas. En total hemos podido cruzar un total de 149 países del mundo que, en cualquier caso, representan un 99,62% y 99,73% del consumo de recursos mundiales en 1980 y 2008 respectivamente y, en el caso del PIB, un 98,18% y un 97,82% respectivamente.

### 3. El siglo XX. Una panorámica general

En los últimos tres siglos el modelo productivo mundial se ha visto profundamente alterado. La literatura ha caracterizado los principales vectores de tal cambio, entre los que destacan un rápido desarrollo tecnológico e industrial,<sup>40</sup> grandes tasas de crecimiento económico<sup>41</sup> y una expansión sin precedentes del comercio internacional.<sup>42</sup>

Sin pretender profundizar en la naturaleza del cambio económico mundial contemporáneo, algo fuera de nuestro alcance, sí es posible apuntar que un factor determinante para el desarrollo productivo en el mundo fue el uso masivo de nuevos materiales: energías inorgánicas, como el carbón y el petróleo,

<sup>38</sup> SERI y Dittrich, *Global Material Flow Database*.

<sup>39</sup> Bolt y van Zanden, *The First Update*.

<sup>40</sup> Allen, R. C. *The British Industrial Revolution in Global Perspective* (Cambridge: Cambridge University Press, 2010).

<sup>41</sup> Maddison, A. *Monitoring the World Economy 1820-1992* (Paris: OECD Publishing, 1999).

<sup>42</sup> O'Rourke, K. H. y Williamson, J. G. *Globalization and History: The Evolution of a Nineteenth Century Atlantic Economy* (Massachusetts: The MIT Press, 1999).

así como el uso creciente de nuevos minerales y metales. Algunos influyentes historiadores han sostenido que la transición energética hacia fuentes inorgánicas fue piedra de toque para el desarrollo de las economías modernas, logrando romper las rigideces productivas de las sociedades preindustriales y escapando, así, a su carácter estacionario.<sup>43</sup> En este sentido se ha subrayado que las energías fósiles, además de permitir el desarrollo de nuevas tecnologías más productivas, fomentaron el transporte a gran escala y rompieron la tradicional dependencia productiva del sector agrario que pasó de ser el principal provisor de bienes a servicios y empleador de la mayor parte de la población, a perder peso en el conjunto de la economía.<sup>44</sup> Hoy en día, la agricultura emplea a un porcentaje menor de la población activa, proporciona una gama menor de productos y requiere altos inputs de otros sectores.<sup>45</sup>

Tal proceso de cambio se impulsó desde Inglaterra a finales del siglo XVIII,<sup>46</sup> décadas después alcanzó a la Europa continental, más tarde a la periférica y, paralelamente, a ciertas antiguas colonias como EEUU.<sup>47</sup> Hoy en día se expande por la mayor parte del planeta.<sup>48</sup> En la figura 1 podemos observar la geografía de tal expansión. Un buen indicador es el momento en el cuál una economía consume más energía “moderna” (de fuentes inorgánicas) que “tradicional” (de fuentes orgánicas). Este proceso se inauguró en Inglaterra prematuramente, entre finales del siglo XVII y principios del XVIII.<sup>49</sup> Países como Alemania (1863), Francia (1865) u Holanda (1878) empezaron a consumir masivamente combustibles fósiles a lo largo del XIX para completar tal transición a finales de siglo. EEUU la alcanzó en 1907 y el resto de la Europa periférica a mediados del siglo XX (Italia en 1934, España en 1942 y Portugal en

<sup>43</sup> Wrigley, E. A. *Energy and the English Industrial Revolution* (Cambridge: Cambridge University Press, 2010).

<sup>44</sup> Sieferle, R. P. *The Subterranean Forest. Energy Systems and the Industrial Revolution* (Cambridge: The White Horse Press, 2001); Krausmann, F.; Fischer-Kowalski, M.; Schandl, H. & Eisenmenger, N. “The Global Sociometabolic Transition,” *Journal of Industrial Ecology*, 12, 5-6 (2008): 637-656.

<sup>45</sup> La importancia de tal transición ha hecho que, desde diferentes disciplinas se hayan hecho propuesta de caracterización productiva que abundan en la misma idea: la transición de economías basadas en energías orgánicas a otras basadas en energías fósiles. Así, se han diferenciado la economía preindustrial como “organiceconomy” (Wriley, 1988), “controlled solar energysystem” (Sieferle, 2001), “land-basedenergysystem” (Fischer-Kowalsky et al., 2007) o “vegetable energysystem” (Malanima, 2006:102). Cit. González de Molina, M. y Toledo, V. *Metabolismos, naturaleza e historia. Una teoría de las transformaciones socio-ecológicas* (Barcelona: Icaria, 2011).

<sup>46</sup> Allen, *The British Industrial*; Schandl y Schulz, *Changes in the United Kingdom's*; Warde, P. *Energy Consumption in England & Wales, 1560-2000* (Nápoles: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo, 2007).

<sup>47</sup> Kander et al., *Power to the People*.

<sup>48</sup> Krausmann et al., *Growth in Material Use*.

<sup>49</sup> Warde, *Energy Consumption*.

1966). A finales del siglo XX y en los albores del XXI las economías de ciertos países latinoamericanos y asiáticos empiezan a consumir más energías inorgánicas que la derivada de la biomasa.

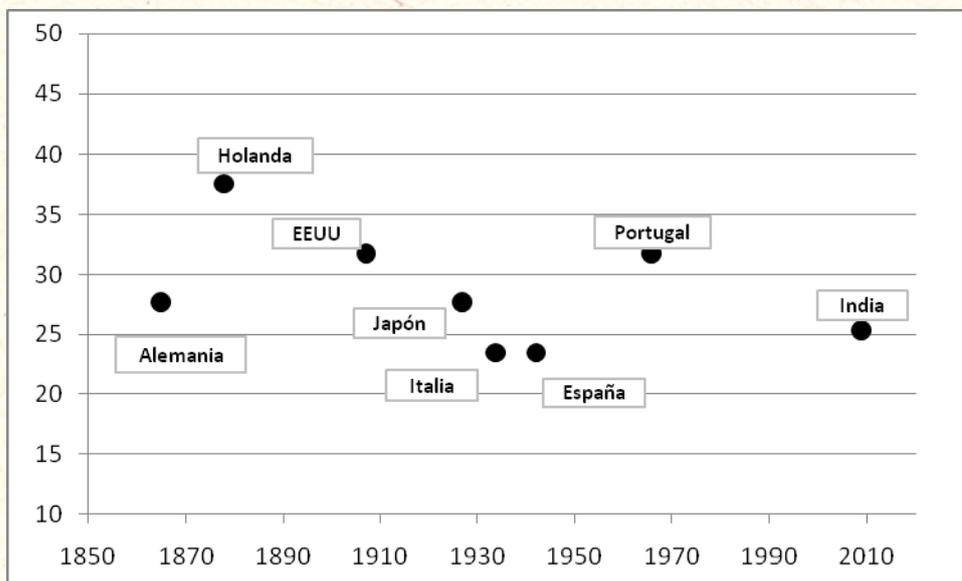


Figura 2. Año en el que los países citados consumieron, por primera vez, más energía inorgánica que orgánica. En el eje de ordenadas el consumo energético por habitante en el momento de la transición (Gj/hab). Fuente: ver apartado metodológico.

Si analizamos el fenómeno a escala global, hay que aparcar la recurrente idea de un cambio de modelo productivo generalizado ya en el siglo XVIII o XIX, con el desarrollo de la Revolución industrial. Tal transformación afectó a una minoría de países que, en el conjunto de la economía mundial, aún no eran significativos. Dicho de otra forma, en 1900, el consumo de biomasa aún representaba la mayor parte del consumo de materiales totales en el mundo. En concreto, casi tres cuartas partes. Hoy en día, representa menos del 30% (ver figura 3b). Esto es, la gran transición industrial a escala global se produjo en el siglo XX, no antes. Analicemos, grosso modo, la dinámica del cambio.

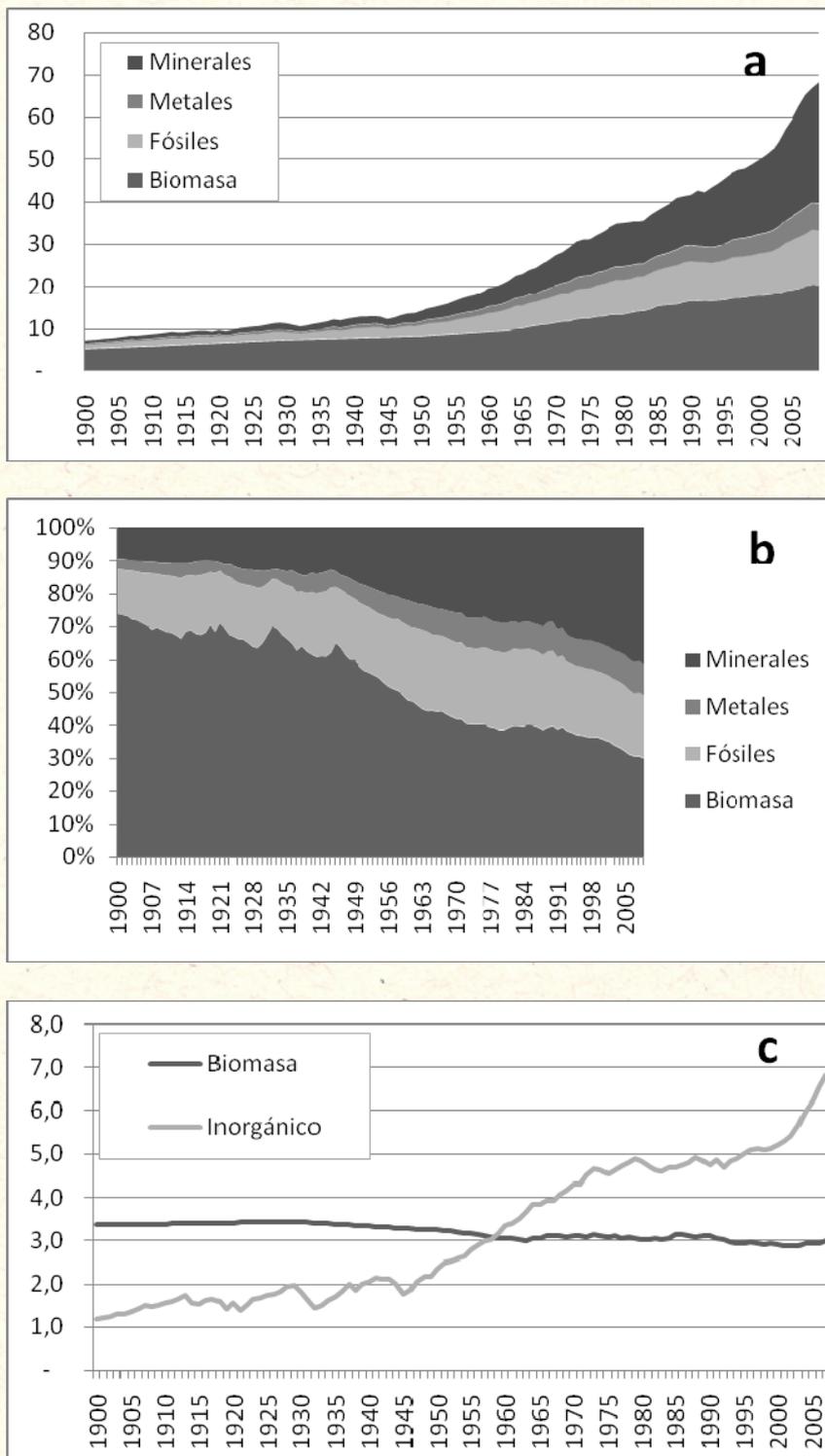


Figura 3. Consumo de recursos en el mundo. a) Miles de millones de toneladas por grupo de productos. b) Porcentaje por grupo de productos. c) Biomasa e inorgánicos por habitante y año (t/cap/año). Fuente: ver apartado metodológico.

Entre 1900 y 2009 (ver figura 3a) el consumo de recursos ha pasado de poco más de 7 Gt (miles de millones de toneladas) hasta casi alcanzar las 70Gt. Todos los grupos de productos muestran un alto incremento: la biomasa ha pasado de 5 Gt a 20 Gt, los combustibles fósiles 1 Gt a 13 Gt, los metales de

0,2 Gt a 6 Gt y los minerales de construcción de 0,7 Gt a 28 Gt. La biomasa, a pesar de haberse cuadruplicado, es la que menos ha crecido en términos relativos. De hecho, el consumo de biomasa por habitante muestra una cierta estabilidad a lo largo del siglo XX en tanto que los recursos inorgánicos han pasado de 1 t/hab/año a 7 t/hab/año (Figura 2c).

Esto es, el consumo de materiales ha crecido en el último siglo a una tasa mayor que la población. En concreto, la población se ha multiplicado por 4,4 en tanto que el consumo de recursos se ha multiplicado por 9,6. Hoy en día cada habitante del planeta requiere 2,2 veces más materiales que a principios del siglo XX o, lo que es lo mismo, la gran presión sobre los recursos ejercida en la historia reciente no se explica únicamente por una población creciente pues la tasa de consumo ha sido muy superior a esta.

Uno de los debates más recurrentes en la historia económica de los últimos años ha sido el de vinculación entre crecimiento económico y consumo de recursos. Como señalábamos más arriba, la preocupación por el agotamiento de los recursos ha hecho que muchos autores se pregunten si es posible mantener nuestras pautas de crecimiento de una forma sostenible. Los datos revelan que la economía, por su parte, ha crecido a una tasa más rápida que el consumo de materiales. Si este, como apuntábamos arriba, se ha multiplicado por 9,6 entre 1900 y 2009, la economía lo ha hecho por 25,7. Esto es, cada unidad de PIB ha requerido cada vez menor consumo de recursos. Se atisba un claro proceso de “desmaterialización relativa” sin que ello haya implicado una disminución absoluta en la presión ambiental. Volveremos sobre ello en el apartado siguiente.

En resumen: la transición hacia economías inorgánicas, que se inauguró en Europa en siglo XIX, no se completó hasta principios del XX en el resto del continente y, hasta algunas décadas después, en otras partes del planeta. Hoy en día muchos países están en proceso de transición sin haberla completado. A escala global es un fenómeno relativamente reciente pues no fue hasta 1959 cuando a escala global se consumió, por primera vez, más recursos inorgánicos que orgánicos. Hoy en día el consumo de estos supone más del 70% de los recursos totales.

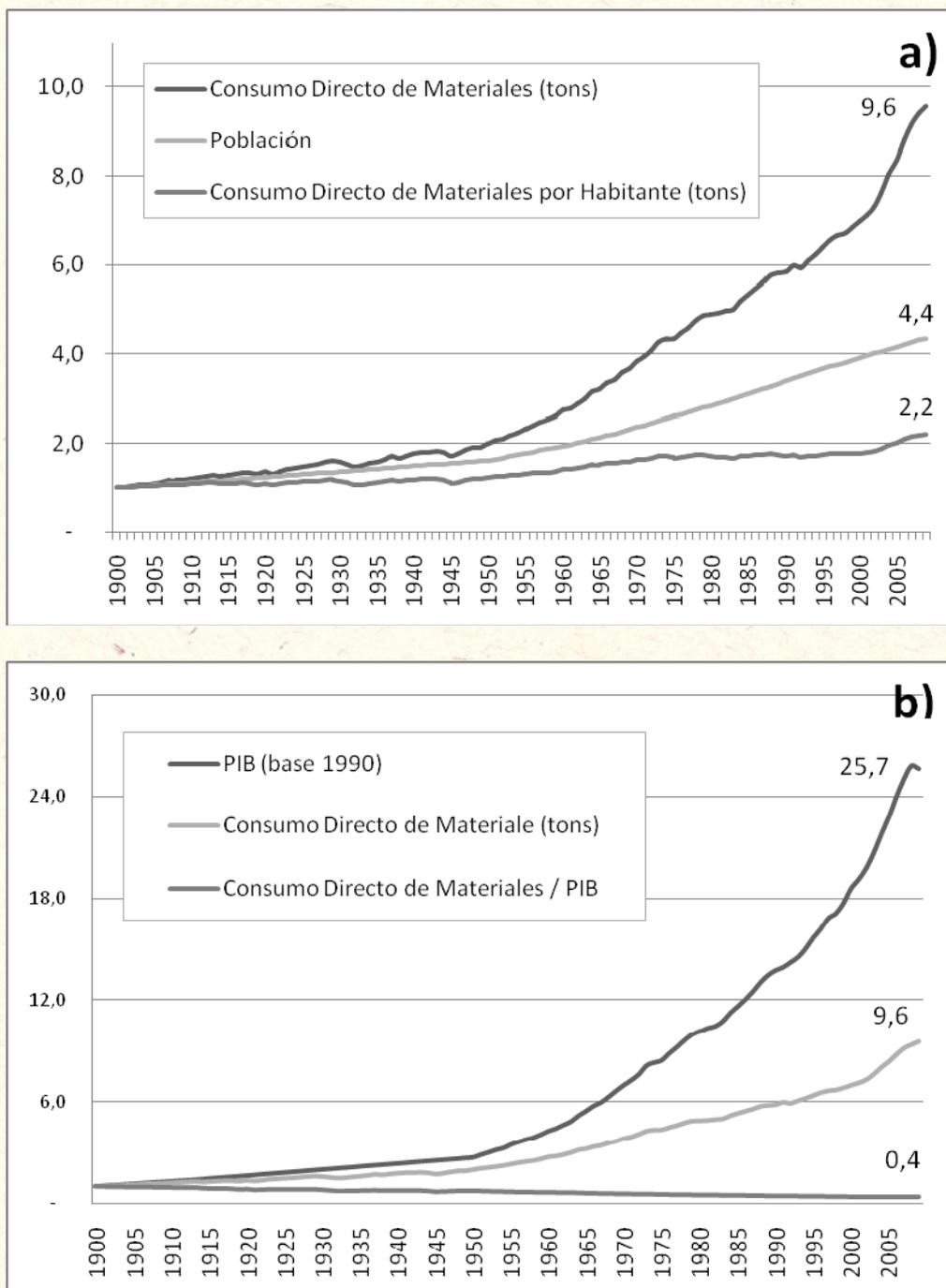


Figura 4. a) Consumo Directo de Materiales y población en el mundo. Índice [1900=1]. b) Consumo Directo de Materiales y PIB (1990). Índice [1900=1]. Fuente: ver apartado metodológico.

#### 4. Tendencias recientes en el uso de los recursos (1980-2008). El debate de la desmaterialización y sus pautas regionales

En 1990 apareció un influyente trabajo en *Scientific American*<sup>50</sup> que parecía alentador. Retomando ideas ya expuestas en los años 70 por Malenbaum los autores hacían notar que los países con mayores tasas de crecimiento estaban protagonizando un descenso en su intensidad energética, esto es, el uso de energía por unidad de PIB estaba cayendo. Apuntaban la existencia de un patrón análogo al descrito por SimonKuznets en 1959 para el caso de las desigualdades económicas pero, ahora, adaptado a la cuestión ambiental: en una primera fase las economías tienden a mostrar una intensidad energética creciente pero, llegado un nivel de renta, aparece un punto de inflexión tras el cual la intensidad decrece. Dicho de otra forma: las economías podrían seguir creciendo haciendo un menor uso de recursos.

La relación crecimiento económico y presión ambiental aparece hoy en centenares de trabajos. Numerosas investigaciones han relacionado expansión económica con niveles de contaminación específica, emisiones de CO<sub>2</sub>, uso de energía, consumo de recursos, etc. ¿Qué ha quedado de todo ello? Como en otros tantos debates académicos estamos lejos del consenso. En 1995 el premio Nobel de Economía Kenneth J. Arrow, junto con otros destacados investigadores de diferentes disciplinas, apuntaba que el crecimiento económico no sería la solución a los problemas ambientales: tras una exhaustiva actualización bibliográfica apuntaban que la curva ambiental de Kuznets, esto es, la U invertida que habría de dibujarse al relacionar expansión económica y degradación ambiental, a veces se cumplía pero, en la mayoría de los casos, no.<sup>51</sup> Dependería del tipo de variables ambiental analizada, del tipo de país, del período histórico, etc. De hecho, desde la aparición de aquel artículo, hasta la fecha, la evidencia expuesta no parece quitar la razón a Arrow y colegas. No dejan de aparecer trabajos que muestran la existencia de la U invertida en tanto que otros evidencian lo contrario. Depende del ámbito del estudio. Otro debate de interés que se abrió al calor de estas discusiones fue el de la propia viabilidad de este tipo de indicadores. Supongamos que el país A crece a una tasa del 1% anual y que el consumo de recursos

<sup>50</sup> Reddy, A. K. y Goldemberg, J. "Energy for the Developing World," *Scientific American*, 263, 3 (1990): 110-18.

<sup>51</sup> Arrow, K.; Bolin, B.; Costanza, R.; Dasgupta, P.; Folke, C.; Holling, C. S.; Jansson, B.; Levin, S.; Mäler, K.; Perrings, C. y Pimentel, D. "Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment," *Ecological Economics*, 15, 2 (1995): 91-95.

lo hace al 2%. Supongamos que el país B crece a una tasa del 6% y su consumo de recursos lo hace al 5%. El segundo logra el ansiado objetivo de la desmaterialización, la U invertida, la curva ambiental de Kuznets o una decreciente intensidad energética. El primero, no. Sin embargo, el consumo absoluto de recursos en el segundo es mucho mayor que en el primero. Es de suponer que afrontará mayores problemas ambientales (o los trasladará a su entorno). Joan Martínez Alier medió en este debate afirmando que “al medio ambiente el PIB le importa poco, por así decir, y lo relevante es la medida absoluta. Lo mismo ocurre con indicadores sociales o de salud pública. Si la criminalidad aumenta, ¿podemos decir que la situación mejora porque el número de crímenes dividido por el PIB disminuye? Y si aumentan los enfermos de sida, ¿dividimos los aumentos de PIB para mejorar el resultado?”. Este hecho llevó a algunos autores a distinguir entre conceptos como “sustentabilidad (y desmaterialización) fuerte o absoluta” y “sustentabilidad (y desmaterialización) débil o relativa”.<sup>52</sup> La primera se centra en los aspectos más ecológicos de la dinámica económica, habiendo sido elemento central en disciplinas como la Economía Ecológica, en tanto que la segunda centra el análisis ambiental y metodologías económicas, siendo más propio de la denominada Economía Ambiental. El primero entiende que la desmaterialización solo ocurre con una reducción efectiva del consumo de recursos. El segundo que la desmaterialización ocurre cuando el consumo de recursos crece a un ritmo menor que el PIB.

Así, los datos expuestos arriba para el consumo de materiales en el siglo XX apuntan a la existencia de una “desmaterialización débil”, habida cuenta que el consumo de recursos ha crecido a una tasa menor que la economía, pero también evidencian una “rematerialización fuerte” pues el consumo de recursos en términos absolutos ha seguido creciendo.

La nueva información disponible sobre consumo de recursos a escala global, publicada recientemente, nos permite conocer a escala regional los patrones de consumo de materiales y crecimiento económico en las tres últimas décadas ofreciendo, así, nuevos resultados sobre el debate de la sustentabilidad desde el punto de vista de los recursos materiales.

---

<sup>52</sup> De Bruyn, S. M. y Opschoor, J. B. “Developments in the Throughput-income Relationship: Theoretical and Empirical Observations,” *Ecological Economics*, 20, 3 (1997): 255-268.

Existe un modelo simple pero eficaz para analizar el grado de desmaterialización económica.<sup>53</sup> A saber: estableciendo una regresión lineal de la evolución entre dos años del Consumo Directo de Materiales (y) y el Producto Interior Bruto (x), la pendiente obtenida (b), nos informa claramente del grado de desmaterialización económica. En nuestro caso, entendiendo y como el crecimiento (número índice 1980=100) del CDM entre 1980 y 2008 para un país dado y x como el crecimiento (también en números índices) durante el mismo período:

$$\text{CDM}(y) = b\text{PIB}(x) + a \quad [1]$$

El parámetro b, esto es, la pendiente de la regresión lineal, nos informa de la relación entre consumo de recursos y crecimiento económico, de forma que:

Si  $b > 1$ , el crecimiento del consumo de recursos ha sido durante el período estudiado mayor que el crecimiento económico. Asistimos a un proceso de rematerialización, en el sentido en el que los recursos crecen y lo hacen a una tasa superior que el crecimiento económico. Cuanto mayor sea el valor de b, mayor será el grado de rematerialización.

Si  $b = 1$ , el crecimiento del consumo de recursos es exactamente igual que el crecimiento económico.

Si  $0 < b < 1$ , esto es, si el parámetro b está entre 0 y 1, nos informa de que hay un crecimiento en el consumo de recursos pero a una tasa menor que el crecimiento económico.

Si  $b = 0$ , el consumo de recursos se ha mantenido constante a lo largo del período estudiado.

Si  $b < 0$ , esto es, una pendiente negativa, hay un decrecimiento del consumo de recursos.

---

<sup>53</sup> Originalmente aplicado por Bringezu, S.; Schütz, H.; Steger, S. y Baudisch, J. "International Comparison of Resource Use and its Relation to Economic Growth: The Development of Total Material Requirement, Direct Material Inputs and Hidden Flows and the Structure of TMR," *Ecological Economics*, 51, 1 (2004): 97-124. Los resultados aquí expuestos están tomados de Infante-Amate, J. "Nuevas evidencias sobre la desmaterialización de la economía mundial. Consumo de recursos y crecimiento económico (1980-2008)," *Revista de Economía Crítica* (en revisión).

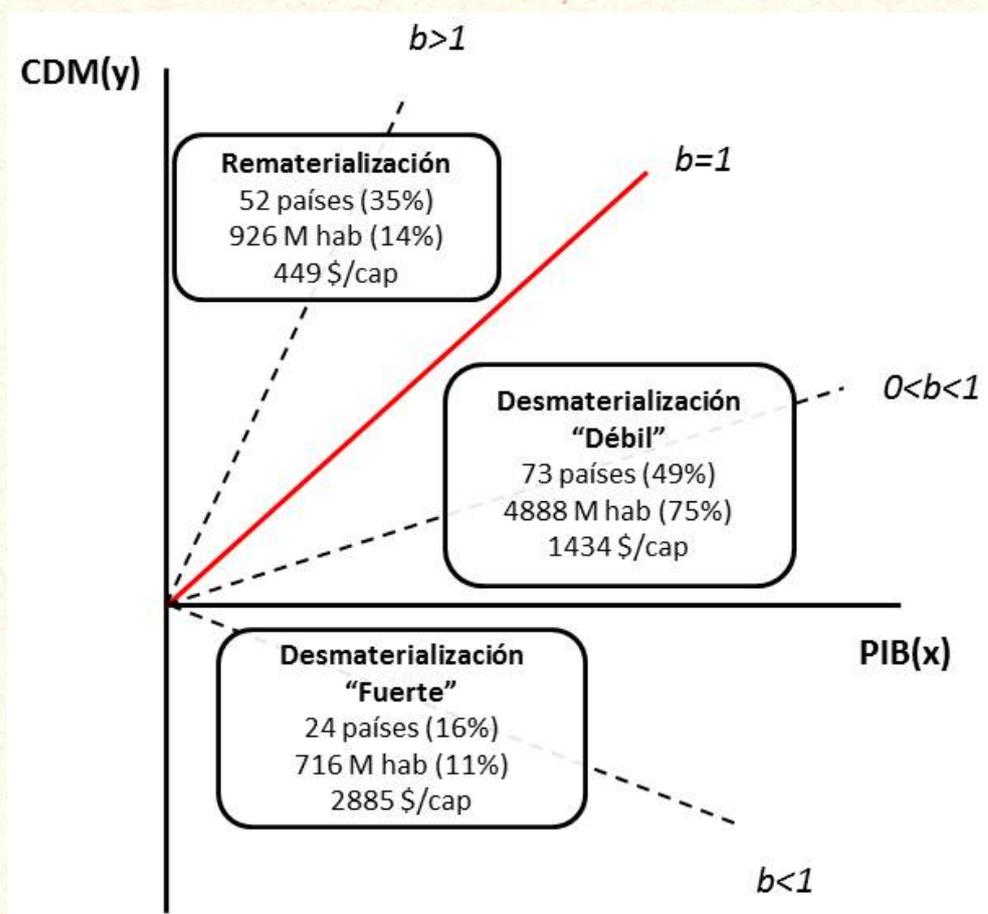


Figura 5. Análisis de la desmaterialización por países. Relación del Consumo Directo de Materiales y el PIB (1990) entre 1980 y 2008. Fuente: Infante-Amate, Nuevas evidencias.

En la figura 5 representamos gráficamente tales posibilidades adelantando los resultados obtenidos en nuestro estudio, aplicados a un total de 149 países en el mundo, en su evolución entre 1980 y 2008. Durante las tres últimas décadas 24 países, con 716 millones de habitantes (un 11% de la población mundial), muestran una desmaterialización "fuerte", esto es, independientemente de su tasa de crecimiento económico, su consumo de materiales ha decrecido. Por su parte, 73 países revelan una desmaterialización "débil": su consumo de recursos aumenta pero a una tasa menor que el crecimiento económico. Representan la mayor parte de la población mundial (4888 millones de habitantes que suponen un 75% del total). Finalmente encontramos 52 países que en las tres últimas décadas han aumentado su consumo de recursos a un ritmo superior al que han crecido sus economías. Concentran 926 millones de habitantes, un 14%. Parece haber una relación entre nivel de desmaterialización y nivel de renta: el grupo de países que se desmaterializan en términos absolutos tienen una renta media de

2888 dólares/hab/año, aquellos que presentan desmaterialización “débil” pero no fuerte, la tienen de 1434, la renta de los que se rematerializan en términos absolutos y relativos es de apenas 449 dólares.

Este indicador nos permite alumbrar otros muchos aspectos del cambio ambiental y económico a escala regional. En las tres últimas décadas, el PIB mundial ha crecido en 154 puntos en tanto que el consumo de materiales ha crecido en 88. Esto es, el mundo, entre 1980 y 2008, presenta una “desmaterialización débil” (el parámetro b a escala global es de 0,57). Si analizamos estos datos por continentes observamos que, todos ellos, también han mantenido una pauta de “desmaterialización débil”, sin embargo, con evidentes divergencias. En Europa, el consumo de recursos se ha mantenido estable (b=0). En Norteamérica y Oceanía, ha crecido, pero mucho menos que el consumo de recursos (b positiva pero próxima a 0). En Latinoamérica, Asia y África, aun habiendo crecido la economía más que los recursos consumidos, lo cierto es ambas variables muestran valores similares (b cercana a la unidad).

	PIB (miles de millones \$)			CDM (miles de millones de toneladas)			b	PIB/cap	% Población Mundial	% PIB Mundial	% CDM Mundial
	1980	2008	[1980=100]	1980	2008	[1980=100]					
Brasil	639	1.262	197,5	1.182	2.444	207	1,10	6.429	2,9	2,5	3,8
China	1.135	9.389	827,4	2.409	18.117	752	0,90	6.966	20,1	18,4	28,5
España	345	7.98	231,3	364	711	195	0,72	19.706	0,6	1,6	1,1
India	637	3.415	536	1.401	4.127	295	0,45	2.975	17,1	6,7	6,5
Estados Unidos	4.231	9.485	224,2	6.353	8.385	132	0,26	31.178	4,5	18,6	13,2
Reino Unido	728	1.447	198,7	713	645	91	-0,10	23.742	0,9	2,8	1,0
Alemania	1.105	1.713	155	1.708	1.242	73	-0,50	20.801	1,2	3,4	2,0
África	633	1.594	251,7	1766	3.950	224	0,82	1.884	12,6	3,1	6,2
Asia	6.187	23.091	373,2	10.958	33.238	303	0,74	5.656	61,0	45,3	52,3
Europa	6.105	10.756	176,2	8.940	8.936	100	0,00	16.247	9,9	21,1	14,1
Latinoamérica	1.904	3.930	206,4	3.672	6.994	190	0,85	6.874	8,5	7,7	11,0
Norteamérica	4.628	10.324	223,1	7.299	9.207	126	0,21	30.596	5,0	20,3	14,5
Oceanía	250	609	243,9	694	1.008	145	0,31	24.199	0,4	1,2	1,6
Total Mundial	20.030	50.974	254,5	33.745	63.598	188	0,57	7.614	100	100	100

Tabla 1. PIB, CDM (Consumo Directo de Materiales) y porcentaje del crecimiento del PIB explicado por el CDM (b) a nivel regional. Fuente: Infante-Amate, Nuevas evidencias.

La tabla 1, junto con estos datos, recoge una muestra de países representativos de la variabilidad a escala global. Brasil, por ejemplo, aumentó su PIB en 97,5 puntos, pero su consumo de recursos creció en 107 ( $b=1,1$ ). Se rematerializó. El consumo de recursos en China se ha multiplicado por 7,52 pero su crecimiento económico lo ha hecho por 8,27. Esto es, las tasas han sido muy similares. En India, el crecimiento económico ha sido el doble que el de su consumo de recursos. Los EEUU han expandido su PIB 2,24 veces mientras que su consumo recursos ha crecido solo un 32%. En ciertos países europeos como Reino Unido y Alemania, aun habiendo crecido económicamente, el consumo de materiales ha decrecido ( $b$  menor que 0).

Los datos apuntan que los países más prósperos cada vez consumen menos recursos en relación al PIB, incluso hay casos en los que esta variable decrece. En cierto modo, resulta tentador hablar de la U invertida o la curva de Kuznets. A más crecimiento, menos consumo de recursos. De hecho, la evidencia actual apunta que los países más desarrollados económicamente han estabilizado su consumo de recursos por habitante desde los años 70 mostrando una especie de curva en forma de S, mediante la cual hubo una estabilización en el consumo/habitante a principios del XX, un gran auge desde mediados y la citada estabilización desde los 70.<sup>54</sup>

En la tabla 2 dividimos los países estudiados por su niveles de renta por habitante en 2008. Parece haber una clara relación entre PIB por habitante y evolución en el consumo de recursos. Aquellos que tienen rentas inferiores a los 5000 dólares al año por habitante revelan un consumo de materiales a una tasa similar, aunque menor, que la economía. Los países con rentas medias superiores a los 10000 dólares por habitante y año evidencian un crecimiento en el consumo de recursos menor que el crecimiento económico pero, a fin de cuentas, siguen consumiendo más recursos.

Una lectura aséptica de los datos expuestos debería apuntar algo así: en las tres últimas décadas la economía ha crecido más que el consumo de recursos (desmaterialización débil). Este hecho es más acusado en los países más ricos. Aún con todo, la inmensa mayoría de países del mundo siguen

<sup>54</sup> Wiedenhofer, D.; Rovenskaya, E.; Haas, W.; Krausmann, F.; Pallua, I. y Fischer-Kowalski, M. "Is There a 1970s Syndrome? Analyzing Structural Breaks in the Metabolism of Industrial Economies," *Energy Procedia*, 40 (2013): 182-191.

consumiendo más recursos en términos absolutos, independientemente de su evolución económica. De hecho, el consumo total ha crecido en todo el mundo un 88% entre 1980 y 2008. Estamos, por tanto, lejos de una desmaterialización “fuerte”.

	Países	Porcentaje países	Población	%pobla	b media	b ponderada
<20000	18	12,1	770358	11,9	0,16	0,04
<10000	25	16,8	338941	5,2	0,73 (*)	0,04
<5000	26	17,4	2240720	34,6	0,85	0,81
<1000	61	40,9	2829334	43,7	1,35	0,74
>1000	19	12,8	301950	4,7	1,31	0,78
Total muestra	149	100	6481303	100,0		

Tabla 2. Análisis de la desmaterialización por países según su nivel de renta por habitante. Relación del Consumo Directo de Materiales y el PIB (1990) entre 1980 y 2008. Fuente: Infante-Amate, Nuevas evidencias.

¿Qué lectura se puede hacer de los datos aquí presentados? ¿Los países en vías de desarrollo son menos eficientes en términos materiales? ¿Los países más prósperos han entrado en un nivel estable de consumo que les permite seguir creciendo? La respuesta es algo más complicada y requiere abrir nuevas líneas de investigación al respecto. Sin embargo, hay varias hipótesis plausibles que nos pueden ayudar a entender la situación.

En la figura 5 presentamos una correlación de consumo de recursos y PIB para 149 países del mundo en la actualidad. Esta gráfica muestra una clara correlación entre ambas variables lo que nos lleva a pensar que para crecer económicamente es necesario un creciente consumo de recursos. Esto es, que los países en vías de desarrollo hoy estén creciendo más implica que en las primeras fases del crecimiento económico moderno basado en la industrialización económica se requiere de la entrada de importantes insumos de materiales o, en otras palabras, inversiones de capital. No parece existir el milagro del crecimiento en cualquier circunstancia sin consumo de recursos.

Por otro lado es cierto que los países industrializados han estabilizado su consumo por habitante desde 1970. Pero su consumo total ha seguido creciendo. Ciertamente ha crecido a un ritmo menor que

el de otros países del mundo. ¿Significa esto que estamos ante un futuro alentador? No tanto si tomamos en consideración el nivel de su consumo promedio anual. Los países industrializados se han estancado en unos niveles de consumo de recursos muy superiores a los del resto del mundo y, por tanto, siguen acaparando la mayor parte de los materiales explotados a escala global... aunque su ritmo de crecimiento se haya frenado (Figura 6).

Y, finalmente, buena parte del alto consumo de materiales del mundo industrializado no se explica únicamente por su dotación de recursos, sino por la importación y alta dependencia de insumos de otros territorios. Sobre este punto se ha debatido ampliamente. En el siguiente apartado queremos resumir las teorías explicativas del intercambio de recursos entre países.

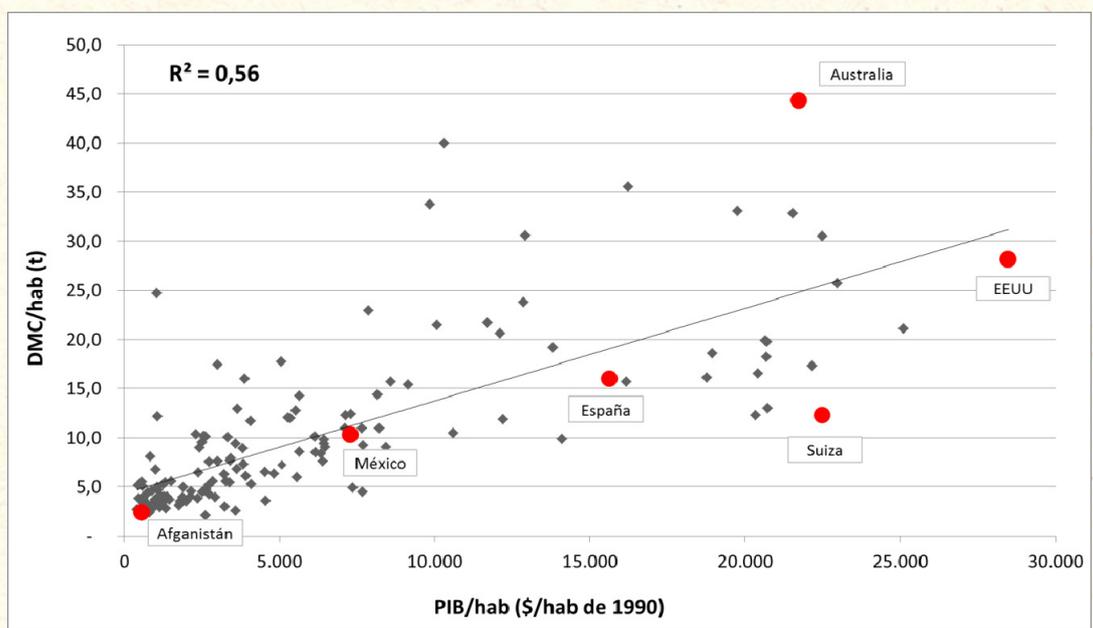


Figura 6. Correlación entre DMC/hab y PIB/hab en 149 países del mundo. Fuente: ver apartado metodológico.

### 5. Las relaciones interterritoriales y el intercambio ecológico desigual

Más allá de las pautas recientes de desmaterialización hay un hecho contrastable: existe un importante grado de desigualdad en el consumo de recursos a escala global. En algunos países como EEUU el consumo casi alcanza las 25 t/hab/año. En otros, como Ruanda, apenas se superan las 2 t/hab/año. La media global está en torno a las 9 t/hab/año (Figura 6).

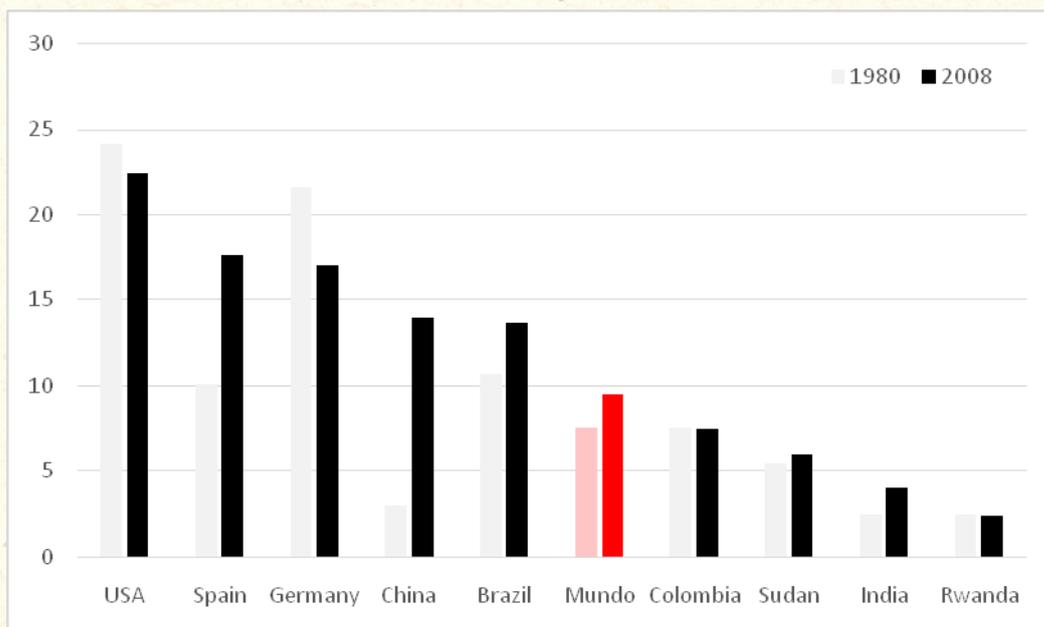


Figura 7. Consumo Directo de Materiales en toneladas por habitante en una selección de países y la media mundial. 1980 y 2008. Fuente: ver apartado metodológico.

El consumo de recursos de un país no está relacionado con su dotación de recursos, o al menos, no está relacionado totalmente. Dicho de otra forma, el comercio mundial explica que unos países consuman muchos más recursos de los que realmente disponen. De esta realidad se han derivado interpretaciones muy interesantes desde diferentes ámbitos de conocimiento.

Retomando las ideas de los economistas estructuralistas de después de la II Guerra Mundial que acuñaron la idea de intercambio económico desigual, a finales de los 90's y con una perspectiva ecológica empezó a hablarse de "intercambio ecológico desigual".<sup>55</sup> Se aludía a un presumible patrón mediante el cual las economías más desarrolladas, con mayores niveles de renta, desplazaban los impactos ambientales de su desarrollo económico hacia otros territorios con menor nivel de renta.<sup>56</sup>

<sup>55</sup> Bunker, S.G. *Underdeveloping the Amazon: Extraction, Unequal Exchange and the Failure of the Modern State* (Chicago: University Chicago Press, 1985); Hornborg, A. "Towards an Ecological Theory of Unequal Exchange: Articulating World System Theory and Ecological Economics," *Ecological Economics*, 25, 1 (1998): 127-136; Martínez-Alier, J. "Marxism, Social Metabolism, and International Trade," en Hornborg, A.; Martínez-Alier, J.M. y McNeill, J.M. (eds.). *Rethinking Environmental History: World-System History and Global Environmental Change* (Plymouth: Altamira Press, 2007): 221-238.

<sup>56</sup> Muradian, R. y Martínez-Alier, J. "South-North Materials Flow: History and Environmental Repercussions," *Innovation - The European Journal of Social Science Research*, 14, 2 (2001): 171-187; Schütz, H.; Bringezu, S. y Moll, S. *Globalization and the Shifting Environmental Burden. Material Trade Flows of the European Union* (Wuppertal: Wuppertal Institute, 2004); Giljum, S. y Eisenmenger, N. "North-South Trade and the Distribution of Environmental Goods and Burdens: A Biophysical Perspective," *The Journal of Environment & Development*, 13, 1 (2004): 73-100.

La contribución de los estudios sobre MS a este debate se refiere a los intercambios de materiales entre territorios. Una de las bases de la teoría del “intercambio ecológico desigual” es que las zonas más pobres del planeta contribuyen con sus recursos al desarrollo de las zonas más prósperas. Para ello exportan recursos con poco valor económico pero que representan un alto tonelaje en el conjunto de la economía mundial.

Uno de los indicadores MFA que nos ayuda a entender este fenómeno es el de las Balanzas Comerciales Físicas (BCF). Como apuntábamos más arriba este se construía como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones de materiales. También equivale a la diferencia entre el consumo doméstico y la extracción doméstica. Un saldo positivo implica que un territorio dado es exportador neto de recursos al resto del mundo.

Las primeras evidencias sugerían que en efecto los países más desarrollados sostenían un nivel de consumo muy superior a los recursos que generaban. Estos datos se evidenciaron para algunas muestras de países tanto del sur como del norte global.<sup>57</sup> Se ha apuntado que tradicionalmente este intercambio desigual era menor en la época preindustrial ya que los limitantes al comercio global permitían la proliferación de un comercio internacional únicamente para “preciosities”, productos de poco peso pero alto valor.<sup>58</sup> El desarrollo del transporte global y las políticas coloniales hicieron cada vez más dependientes a los países industrializados de los recursos de la periferia hasta el punto que sus economías empezaron a depender crecientemente de insumos externos.<sup>59</sup> El sistema de precios no explica la base material de estos intercambios sino que en ocasiones evidencia pautas contrarias: aquellos países con alto valor en sus exportaciones movilizan pocos recursos al exterior y viceversa.<sup>60</sup> Un proceso iniciado en época colonial y bien estudiado, por ejemplo, en el caso británico.<sup>61</sup>

<sup>57</sup> Fischer-Kowalski, M. y Amann, C. “Beyond IPAT and Kuznets Curves: Globalization as a Vital Factor in Analysing the Environmental Impact of Socio-Economic Metabolism,” *Population and Environment*, 23, 1 (2001): 7-47; Muradian y Martínez-Alier. *South-North Materials Flow; Giljum y Eisenmenger. North-South Trade.*

<sup>58</sup> Martínez-Alier, *Marxism, Social Metabolism.*

<sup>59</sup> Hornborg, A.; Martínez-Alier, J.M. y McNeill, J.M. (eds.). *Rethinking Environmental History: World-System History and Global Environmental Change* (Plymouth: Altamira Press, 2007); Martínez-Alier, J. *Marxism, Social Metabolism.*

<sup>60</sup> Hornborg, *Towards an Ecological Theory.*

<sup>61</sup> Hornborg, A. “Footprints in the Cotton Fields: the Industrial Revolution as Time-Space Appropriation and Environmental Load Displacement,” *Ecological Economics*, 59, 1 (2006): 74-81.

En la actualidad este patrón parece haberse corroborado en varios trabajos que han estudiado las BCF de varios grupos de países del sur global en relación con los del norte.<sup>62</sup> Un reciente trabajo ha analizado las BCF de la mayoría de países del mundo entre 1962 y 2005.<sup>63</sup> Las conclusiones validan los trabajos realizados hasta la fecha en el sentido de que parece que las zonas más industrializadas ya en los años 60 tenían BCF positivos mientras que las zonas en vías de desarrollo eran negativas en el conjunto mundial. Esta pauta se ha agudizado a hasta 2005.<sup>64</sup> Dicho de otra forma, se confirma que el flujo de recursos sigue circulando del sur al norte.

Aun así, estas afirmaciones generales deben tomarse con cautela. Con los datos de SERI (2008) sabemos que hay 50 países con BCF negativas, esto es, son exportadores netos de recursos. Su renta media per capita es de 8300 dólares/año. Existen 90 países con BCF positivas, esto es, importadores netos. Su renta media per capita es de 8355 dólares/año. Esto se debe a que entre los exportadores netos hay países muy desarrollados como Canadá, Australia o Noruega (Figura 7). Dicho de otra forma, hay importantes excepciones a la norma antedicha.

Esto no implica la inexistencia del “intercambio ecológico desigual” sino que su norma revela importantes excepciones. En la Figura 7 relacionamos los países con mayor dependencia de recursos externos (BCF positiva) y los mayores exportadores (BCF negativa) con su nivel de renta. Entre los primeros hay una clara pauta de países industrializados que requieren insumos externos. En los segundos ocurre lo contrario aunque evidenciamos excepciones importantes de países con una gran dotación de recursos y que los están exportando al resto del mundo y, sin embargo, cuentan con una renta per capita muy alta.

Este hecho nos avisa de dos importantes implicaciones. En primer lugar, no cabe establecer generalizaciones. Las teorías del “intercambio ecológico desigual” se cumplen con ciertos indicadores

<sup>62</sup> Muradian, y Martínez-Alier, *South–North Materials Flow*; Giljum y Eisenmenger, *North–South Trade*; Muñoz, P.; Giljum, S. y Roca, J. “The Raw Material Equivalents of International Trade,” *Journal of Industrial Ecology*, 13, 6 (2009): 881-897.

<sup>63</sup> Dittrich, M. y Bringezu, S. “The Physical Dimension of International Trade: Part 1: Direct Global Flows Between 1962 and 2005,” *Ecological Economics*, 69, 9 (2010): 1838-1847; Dittrich, M.; Bringezu, S. y Schütz, H. “The Physical Dimension of International Trade, Part 2: Indirect Global Resource Flows Between 1962 and 2005,” *Ecological Economics*, 79 (2011): 32-43.

<sup>64</sup> Dittrich y Bringezu, *The Physical Dimension*.

ambientales, con algunos territorios o períodos históricos, pero no son una norma inapelable (Moran et al., 2013). Además, en este caso, la metodología MFA, y su indicador de las BCF, cuentan con importantes limitaciones: no podemos saber el impacto ambiental de todos los productos importados de cada país. Esto requeriría análisis LCA por tipo de producto y país de origen. Esto es, no es igual importar una tonelada de productos bajo manejo orgánico que diamantes de sangre. En segundo lugar, no hacer generalizaciones sobre el “intercambio ecológico desigual” no implica negar la evidencia histórica colonial mediante la cual las metrópolis europeas necesitaron de los recursos de la periferia para impulsar su crecimiento. De otra forma, sus densamente poblados territorios y bajas dotaciones de recursos no podrían haber generado excedentes para fenómenos como la Revolución Industrial. Contamos con evidencias para el caso británico que apuntan en esta dirección<sup>65</sup> aunque no con suficiente información como para establecer patrones generalizables a otros casos. He aquí una interesante línea de investigación por abrir y que nos puede ayudar a comprender el impacto del colonialismo y neocolonialismo en las dualidades norte-sur en materia de recursos.

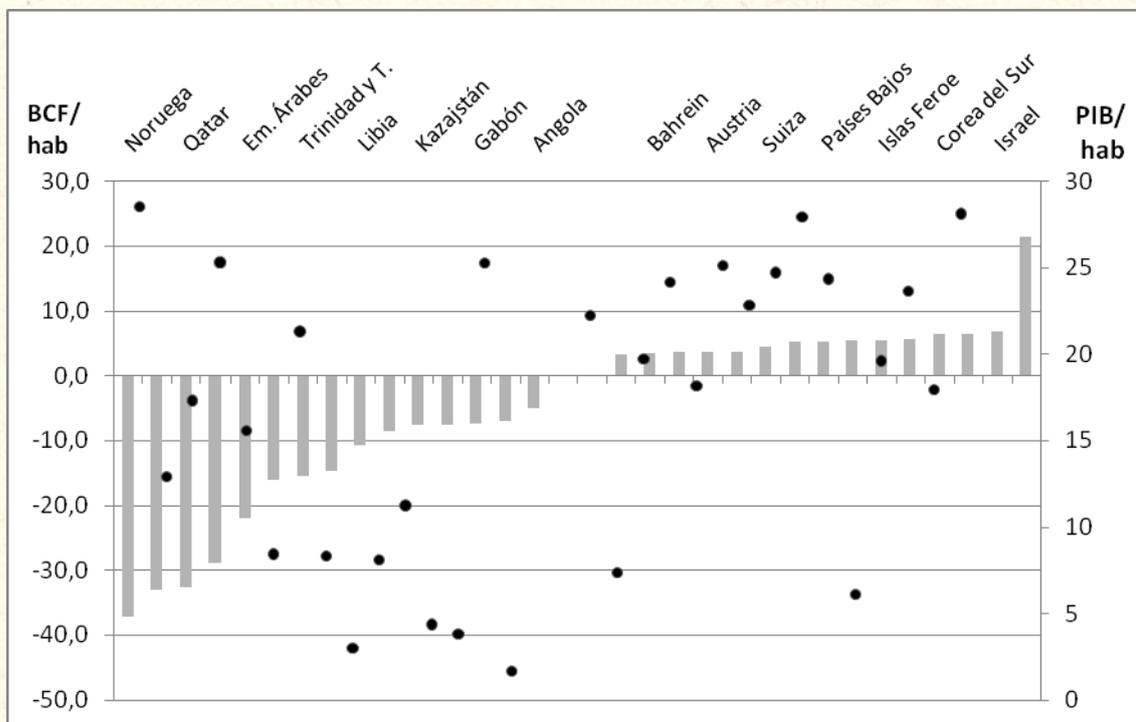


Figura 8. Balanzas Comerciales Físicas representadas en barras en el eje de la derecha en toneladas por habitante/año. PIB/hab en miles de dólares expresado en puntos y con valores en eje de la izquierda. Fuente: ver apartado metodológico.

<sup>65</sup> Hornborg, *Footprints in the Cotton Fields*.

En cualquier caso, el siglo XX ya se ha escrito como el siglo de las desigualdades en materia de consumo y acceso a los recursos. En este período solo una de cada veinte personas ha sido estadounidense. Sin embargo, uno de cada cinco recursos extraídos en el planeta lo ha consumido un estadounidense.

## 6. Conclusiones generales

El objetivo de este trabajo era el de hacer un pequeño estado de la cuestión añadiendo alguna evidencia de elaboración propia sobre el consumo de recursos en el planeta durante el último siglo. De los últimos trabajos publicados algunas ideas que antes aparecían de manera etérea en los debates académicos ahora pueden sostenerse con base empírica. Los resultados de los consumos de recursos en el siglo XX nos informan de algunos puntos de interés:

La gran transformación del Antropoceno ha llegado en el siglo XX, en el que el consumo se ha multiplicado casi por 10, a un ritmo mayor que la población. Esto es, la presión sobre los recursos no solo ocurre porque haya más gente en el planeta sino porque el consumo por habitante ha crecido. Se ha pasado de una sociedad basada en insumos orgánicos a una sociedad dependiente de insumos inorgánicos, lo que no ha sido óbice para que la extracción de biomasa se haya multiplicado también. La transición hacia sociedades industriales se inició en algunos países de Europa a lo largo del XIX, se expandió a zonas como EEUU y buena parte del norte global que habría de completar tal proceso a mediados del siglo XX. Estos países, desde los años 70, han estabilizado su nivel de consumo por habitante y, en algunos casos, su consumo total. Existe una clara “desmaterialización relativa” a nivel global y principalmente en los países industrializados mediante la cual el crecimiento del PIB es muy superior al consumo de recursos, lo que ha llevado a algunos autores a sostener que existe una vía de crecimiento con menor impacto ambiental. Sin embargo, no hay atisbo de una “desmaterialización absoluta”, ya que el consumo de recursos a escala global sigue creciendo.

Estos hechos sobre el pasado nos ayudan a perfilar de alguna forma los retos que habremos de enfrentar en el futuro. La mayor parte de los materiales consumidos no son renovables. Algunos de ellos, como ciertos recursos energéticos ni siquiera son reciclables. Existen sobradas evidencias que nos informan de que se ha llegado al pico de la producción de algunos recursos clave como, por ejemplo, el petróleo, del cual dependemos para multitud de actividades.<sup>66</sup> También de otros productos que son altamente necesarios para el futuro de la humanidad y que parecen haber alcanzado su pico productivo como es el caso del fósforo, utilizado en la mayor parte de las agriculturas del planeta y que será cada vez relevante si queremos alimentar a una población creciente.<sup>67</sup>

En este contexto de escasez, dos terceras partes de la población mundial se dirigen hacia la industrialización de sus economías, lo que implica seguir un patrón crecientemente extractivo antes de alcanzar la estabilización en el consumo actual.<sup>68</sup> El consumo de recursos, por cierto, no solo es un indicador del agotamiento de los mismos sino que indirectamente informa de la pérdida de biodiversidad, el aumento en la emisión de gases con efecto invernadero o diversas formas de contaminación de suelo, agua y aire. El reto, aún con todo, es mayor de lo que parece pues las estadísticas de consumo de materiales para las últimas décadas del XX además de hacernos ver que buena parte del planeta transita a la industrialización nos informan de que el ritmo de transición es mucho mayor en los newcomers que en los firstcomers. Dicho de otra forma: la rapidez con la que se han industrializado las nuevas economías emergentes ha sido mayor de lo que lo hicieron los europeos desde el siglo XIX.

Antes de volver a invocar el fantasma de Malthus conviene mirar al pasado. Entre otras muchas tragedias la historia reciente ha sido la historia del progreso tecnológico y la de la superación de barreras que la naturaleza imponía. El método Haberl-Bosch o el ingenio de vapor cambiaron el devenir de la historia y permitieron romper las rigideces productivas de las sociedades preindustriales. Facilitaron el comercio a gran escala haciendo que zonas deficitarias en unos productos pudieran importarlos que las

<sup>66</sup> Murray, J. y King D. "Climate Policy: Oil's Tipping Point Has Passed," *Nature*, 481-7382 (2012): 433-435.

<sup>67</sup> Cordella, D.; Drangerta, J. y Whiteb, S. "The Story of Phosphorus: Global Food Security and Food for Thought," *Global Environmental Change*, 19, 2 (2009): 292-305.

<sup>68</sup> Haberl, H.; Fischer-Kowalski, M.; Krausmann, F.; Martinez-Alier, J. y Winiwarter, V. "A Socio-Metabolic Transition Towards Sustainability? Challenges for Another Great Transformation," *Sustainable Development*, 19, 1 (2011): 1-14.

excedentarias y viceversa. También evitaron la trampa de los rendimientos decrecientes de la agricultura permitiendo sostener un mundo con una población absolutamente inviable de no haberse inventado la síntesis de amonio.<sup>69</sup>

Abogar, por tanto, por el optimismo tecnológico no parece descabellado. Ahora bien, la historia también nos enseña que confiar en él ciegamente puede resultar una necedad aún mayor. Aunque el mundo ha podido esquivar las trampas maltusianas de la producción de alimentos eso no implica que Malthus estuviera totalmente equivocado. Es más, la historia muestra que tuvo razón en bastantes ocasiones. El pasado es testigo de decenas de casos en las que las sociedades, muchas de ellas poderosas, colapsaron por motivos ambientales.<sup>70</sup> Colapso no implica necesariamente una desaparición repentina sino emigraciones, conflictos o pérdida de los niveles de vida. La erosión, la minería de nutrientes, la extinción de especies animales, la superpoblación<sup>71</sup> hicieron caer muchas sociedades pasadas. En materia de tragedias socioambientales no hay nada nuevo bajo el sol.

El siglo XX ha sido el período de la historia de mayor alteración de la biosfera por motivos antrópicos.<sup>72</sup> En los últimos años el debate de la escasez de los recursos ha copado cada vez más los foros académicos y políticos. Los datos aquí expuestos informan que la velocidad con la que estamos agotando recursos escasos y no renovables es cada día mayor. El problema de los recursos naturales parece que seguirá estando en el centro del debate en la historia que está por llegar.

<sup>69</sup> Smil, V. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production* (Massachusetts: The MIT Press, 2004).

<sup>70</sup> Tainter, J. *The Collapse of Complex Societies* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990); Diamond, J. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed* (New York: Viking, 2005).

<sup>71</sup> Ver un estudio de caso sobre el sur de España en: Infante-Amate, J.; González de Molina, M.; Vanwalleghem, T.; Soto, D. y Gómez, J.A. "Reconciling Boserup with Malthus. Agrarian Change and Soil Degradation in Olive Orchards in Spain (1750-2000)," en Fisher-Kowalski, M. (ed.). *Ester Boserup's Legacy on Sustainability: Orientations for Contemporary Research* (New York: Springer, 2014).

<sup>72</sup> McNeill, *Something New Under the Sun*.