

## **XIII REUNION DE ECONOMIA MUNDIAL**

### **Evolución del Desarrollo Sostenible en relación al Desarrollo Humano: Un Análisis de Concentración**

### **Evolution of Sustainable Development in relation to Human Development: A Concentration Analysis**

José María Sarabia. Departamento de Economía. Universidad de Cantabria.  
jose.sarabia@unican.es

Marta Guijarro. Departamento de Economía. Universidad de Cantabria.  
marta.guijarro@unican.es

Lorena Remuzgo. Departamento de Economía. Universidad de Cantabria.  
lorena.remuzgo@alumnos.unican.es

Vanesa Jordá. Departamento de Economía. Universidad de Cantabria.  
vanesa.jorda@alumnos.unican.es

#### **RESUMEN:**

En este trabajo se analiza el desarrollo sostenible dentro del concepto de desarrollo humano, desde el punto de vista de la desigualdad. Como indicador de desarrollo sostenible se eligen las emisiones de dióxido de carbono. Dicha variable se estudian sobre la clasificación de los países determinada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en dos períodos del tiempo. El análisis de la desigualdad se lleva a cabo mediante varias familias paramétricas de distribuciones y diversas medidas de concentración, incluyendo los índices de Gini, Pietra y Theil.

**Palabras clave:** Desarrollo sostenible, desarrollo humano, desigualdad.

**Clasificación JEL:** Q01, Q56, C10.

#### **ABSTRACT:**

In this paper, Sustainable Development is studied under the Human Development concept, from the point of view of an inequality analysis. In this case, CO<sub>2</sub> Emissions have been selected as indicator. Such variable is analyzed over the countries classified according to Human Development regions considered by United Nations Development Programme (UNDP) and they are evaluated in two periods of time. An inequality analysis is made through several parametric distribution families and various concentration measures, including Gini, Pietra and Theil Indexes.

**Key words:** Sustainable Development; Human Development; Inequality

**JEL Classification:** Q01, Q56, C10.

## Introducción

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), propuesto por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 1990, surge como respuesta a una nueva concepción del desarrollo humano, entendido como proceso de mejora de las opciones de las personas y de la ampliación de sus capacidades (Sen, 1984, 1988, 1989 y 1999).

El IDH es un indicador sintético de tres dimensiones: disfrutar de una vida larga y saludable, tener acceso a la educación y disponer de un nivel de vida digno. Por tanto, y bajo este nuevo paradigma del desarrollo, el crecimiento económico no es un fin en sí mismo, sino un medio para que el individuo disponga de más oportunidades para vivir una vida que valore. En este sentido, el PIB per cápita, como componente del IDH, no es entendido como un indicador del bienestar personal, sino como instrumento que permite ampliar capacidades (Griffin, 2001).

Sin embargo, son muchas las críticas que se han vertido sobre el IDH en sus casi 21 años de vida, entre las que cabe señalar su carácter reduccionista en relación a la idea por la que fue concebido al no considerar, entre otros, los aspectos de sostenibilidad y de distribución<sup>1</sup>.

En este sentido, han sido varios los intentos de incorporar la dimensión medioambiental en el IDH. Así, Laso y Urrutia (2001) construyeron un IDH sensible a la contaminación y Tarabussi y Palazzi (2004), el denominado Índice de Desarrollo Sostenible. Neumayer (2001) considera, sin embargo, que es improcedente la inclusión de variables ambientales en el IDH, puesto que no existe relación directa entre el desarrollo humano y la explotación de un recurso natural y la degradación ambiental.

En cuanto a los aspectos distributivos, aunque es bien conocido el hecho de que los indicadores de desigualdad han sido profusamente utilizados en el análisis de la renta, también es cierto que su aplicación es menos frecuente en el campo del desarrollo humano.

El objetivo de este trabajo es diseñar herramientas adecuadas que permitan relacionar las cuestiones medioambientales con el IDH, evaluando para cada nivel de desarrollo humano, el grado de sostenibilidad que le corresponde, pero sin necesidad de incorporar la dimensión medioambiental en la construcción del índice. En este sentido, se realiza una aproximación al concepto de desarrollo humano sostenible mediante un análisis de desigualdad en cada una de las seis regiones de países contempladas por el PNUD. Para ello, se calculan diferentes índices de concentración de una variable tradicionalmente considerada como indicador de sostenibilidad, como es la emisión de dióxido de carbono, ajustándose, además, diversas distribuciones probabilísticas a los datos.

El análisis propuesto, además de esta introducción, se estructura del siguiente modo: en primer lugar, se lleva a cabo una breve descripción de los principales conceptos en torno al desarrollo sostenible; en el siguiente apartado, se describe la metodología propuesta y los principales resultados del estudio y, finalmente, se exponen las conclusiones de este trabajo.

---

<sup>1</sup> El último Informe PNUD (2010) introduce el denominado Índice de Desarrollo Ajustado a la Desigualdad como intento de incorporar las cuestiones distributivas en la definición del indicador.

## 1. Una aproximación al concepto de desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible, entendido como “la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”, fue acuñado en el Informe Brundlandt (1987), como resultado de la colaboración de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. Esta definición<sup>2</sup>, empleada posteriormente en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1989), engloba aspectos ecológicos, económicos y sociales.

La creciente conciencia de realizar prácticas sostenibles ha contribuido a la aparición de modelos de crecimiento que consideran el uso óptimo de los recursos naturales no renovables con el objetivo último de establecer reglas de cuánto consumir e invertir hoy para mantener el bienestar indefinidamente.

Según Solow (1974), la inclusión de los recursos no renovables como factores de producción conlleva a un consumo nulo en el largo plazo. Esta idea fue el origen del denominado concepto de sostenibilidad débil<sup>3</sup> basado en la conservación del capital natural: la extracción de los recursos naturales debe compensarse invirtiendo en sustitutos de idéntico valor. Así, bajo el enfoque de sostenibilidad débil la sustitución entre el capital reproducible y el capital natural<sup>4</sup> es muy elevada o perfecta.

De acuerdo con los fundamentos de la sostenibilidad débil, el Banco Mundial plantea el Indicador de Ahorro Ajustado, a partir de la propuesta inicial de Pearce y Atkinson (1993), como modificación del elaborado por Hamilton (1994)<sup>5</sup>. Entre las componentes de este indicador se encuentra la depreciación neta de capital natural en la que está incluida la degradación ambiental; el que dicha componente tenga signo negativo en la expresión del indicador, junto con el hecho de que el Banco Mundial estime la degradación ambiental mediante las emisiones de dióxido de carbono, justifica la larga senda temporal en la cual diversos organismos internacionales se han centrado en la reducción de dichas emisiones.

Así, durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992), se concluye que no sólo los Gases de Efecto invernadero deben dejar de incrementarse para frenar el cambio climático, sino que, además, dicho objetivo ha de ser perseguido de forma global, pues, independientemente de qué país produzca dichas emisiones, la influencia de las mismas afecta de igual modo al resto.

---

<sup>2</sup> Las definiciones que pueden encontrarse en la literatura tienen como elemento común la consideración del desarrollo sostenible como una cuestión de transferencia de generación en generación más que de recursos naturales (van Kooten y Bulte, 2000).

<sup>3</sup> Frente al concepto de sostenibilidad débil se encuentra el de sostenibilidad fuerte según el cual el capital natural no es sustituible. De todos los métodos que existen para medir dicha sostenibilidad el más conocido es la huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1997), aunque en los últimos años ha empezado a tener auge la utilización de los denominados indicadores híbridos (Neumayer, 2003).

<sup>4</sup> El capital artificial o reproducible es la suma de los capitales durable, humano, intelectual y social; el capital natural se refiere a los stocks del medio ambiente que proporcionan servicios a la economía (Common y Stagl, 2008).

<sup>5</sup> La literatura sobre los pilares económicos y medio ambientales del desarrollo sostenible es muy abundante. Los primeros estudios empíricos analizaron el Producto Nacional Neto Ambiental (Repetto y World Resource Institute, 1989). Este indicador fue criticado porque no emite directamente señales útiles de política económica sostenible (Hamilton, 1994) y porque se trata de una medida instantánea que no puede indicar si la economía está en la senda de la sostenibilidad débil (Asheim, 1994; Pezzey and Withagen, 1995).

Sin embargo, a efectos de contabilidad, se utiliza el principio de responsabilidad, según el cual cada país se responsabiliza únicamente de las emisiones de dióxido de carbono que se producen dentro de sus fronteras. Por lo tanto, los países desarrollados, con mayores niveles de emisión, influyen negativamente de modo indirecto en el bienestar de los países en desarrollo y de forma directa en la sostenibilidad global del planeta.

## 2. Metodología y resultados.

En esta sección se proponen modelos probabilísticos para la distribución de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial. Para ello se utilizan los datos extraídos del PNUD que utiliza como fuente la International Energy Agency (IEA)<sup>6</sup>. El estudio se construye en base a las emisiones de dióxido de carbono medidas en toneladas per capita, en los años 1990 y 2006, para los 175 países, clasificados por regiones del PNUD, de los cuales hay información disponible.

Se ha elegido el año 1990 como primer año de análisis puesto que es el año de referencia para establecer los avances de cada país a la hora de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio<sup>7</sup>; el año 2006 es el último para el cual el PNUD dispone de información sobre la variable objeto de estudio.

A la hora de transformar dicha variable en términos agregados<sup>8</sup>, se ha multiplicado por la población de cada país, tomando como fuente la base de datos del Banco Mundial.

**Tabla 1. Características muestrales de la distribución mundial de emisiones de dióxido de carbono**

Características	1990	2006
Media	127.19	169.59
Desviación Típica	450.05	652.45
Coefficiente de Variación	3.5383	3.8473
Coefficiente de asimetría	7.6149	7.8244
Coefficiente de curtosis	68.7957	65.9767
Índice de Gini	0.8485	0.8489

Nota: Media y desviación típica expresadas en millones de unidades.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>6</sup> Este organismo construye las estimaciones en base a la guía IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

<sup>7</sup> El indicador 28, referido al ODM-7, Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, evalúa las reducciones en las emisiones de dióxido de carbono.

<sup>8</sup> Bajo el supuesto de sostenibilidad débil, un incremento en un indicador de sostenibilidad puede compensarse con una disminución en otro, con lo cual, los diversos indicadores pueden agregarse para formar un indicador general.

La Tabla 1 recoge las principales características muestrales de la distribución mundial del dióxido de carbono. Análogamente, las características muestrales de la distribución de esta variable por regiones del PNUD se muestran en las Tablas 2 y 3.

El análisis exploratorio de datos recogido en la Tabla 1 refleja que la emisión media de dióxido de carbono se ha incrementado en más de un 33 por ciento entre 1990 y 2006, mientras que la dispersión de las emisiones a nivel mundial se ha mantenido estable, según reflejan los valores del coeficiente de variación para ambos años y los del coeficiente de Gini.

En cuanto a los valores medios por regiones, las Tablas 2 y 3 reflejan que, mientras en las regiones de Asia Meridional y Asia Oriental y Pacífico y en los Estados Árabes los incrementos han sido en torno al 100 por ciento y superiores, los incrementos del resto de regiones han sido bastante inferiores, e incluso se ha producido una reducción de las emisiones medias de dióxido de carbono de más del 20 por ciento en Europa y Asia Central. La dispersión de la distribución de la variable dentro de los países tiene, al igual que a nivel mundial, un comportamiento estable entre 1990 y 2006.

**Tabla 2. Características muestrales de la distribución de emisiones de dióxido de carbono para las regiones del PNUD. Año 1990**

Regiones	Media	Desviación Típica	Coeficiente de Variación	Coeficiente de Asimetría	Coeficiente de Curtosis
América Latina y Caribe	39.22	82.01	2.0912	3.2018	11.1229
Asia Meridional	123.74	222.14	1.7951	2.3635	5.6903
Asia Oriental y Pacífico (1)	172.02	540.40	3.1415	4.1525	17.4410
Estados Árabes	41.72	50.66	1.2144	2.6875	8.4686
Europa y Asia Central (2)	150.66	383.17	2.5432	4.5491	22.2279
África Subsahariana (3)	10.12	47.96	4.7376	6.4145	41.8715
OCDE	367.01	843.26	2.2977	4.7451	24.3538

Nota: Medias y desviaciones típicas expresadas en millones de unidades.

(1) A excepción de Micronesia y Timor-Leste, debido a la falta de información.

(2) A excepción de Montenegro y Serbia, debido a la falta de información.

(3) A excepción de Lesotho y Eritrea, debido a la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. Características muestrales de la distribución de emisiones de dióxido de carbono para las regiones del PNUD. Año 2006**

Regiones	Media	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Coefficiente de Asimetría	Coefficiente de Curtosis
América Latina y Caribe	55.15	105.23	1.9082	2.7002	6.9318
Asia Meridional	265.11	473.64	1.7866	2.3627	5.6893
Asia Oriental y Pacífico (1)	401.93	1339.67	3.3331	4.2898	18.5660
Estados Árabes	81.24	89.86	1.1061	2.3271	6.4182
Europa y Asia Central (2)	118.29	286.59	2.4227	4.6000	22.8769
África Subsahariana (3)	13.87	61.37	4.4251	6.2289	40.0505
OCDE	421.83	998.45	2.3669	4.9256	25.8573

Nota: Medias y desviaciones típicas expresadas en millones de unidades.

(1) A excepción de Micronesia y Timor-Leste, debido a la falta de información.

(2) A excepción de Montenegro y Serbia, debido a la falta de información.

(3) A excepción de Lesotho y Eritrea, debido a la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.

Además, todas las tablas ilustran de modo sistemático dos hechos. Por un lado, las distribuciones poseen una marcada asimetría positiva, con valores del coeficiente de asimetría entre 2.36 y 7.8 y, por otro lado, son distribuciones leptocúrticas, es decir, con una curtosis mayor que la distribución normal, con valores del coeficiente de curtosis comprendido entre 5.69 y 68.7. Estos dos hechos son característicos de las distribuciones probabilísticas que modelizan el tamaño, de modo que se produce un reparto del total de las emisiones de dióxido de carbono a lo largo de las unidades de una determinada zona geográfica.

Aunque para modelizar desde un punto de vista probabilístico la variable objeto de estudio se dispone de un amplio abanico de posibilidades, hay dos distribuciones paramétricas asimétricas básicas que pueden ser adecuadas en este caso: la distribución lognormal y la distribución gamma<sup>9</sup>.

La distribución lognormal, modelo probabilístico bastante flexible, se utiliza habitualmente en Economía en la modelización de distribuciones de renta y riqueza.

La función de densidad de la distribución lognormal viene dada por:

$$f_{LGN}(x_i; \mu_i, \sigma_i) = \frac{1}{\sigma_i x_i \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left( \frac{\log x_i - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2 \right\}, \quad x_i > 0$$

<sup>9</sup> La distribución clásica de Pareto también es adecuada para modelizar este tipo de variables. Sin embargo, se descartó, dado que los parámetros estimados no recogían adecuadamente las regularidades empíricas observadas.

donde  $x_i$  representa la emisión de dióxido de carbono de la región  $i$ -ésima. La función de densidad depende de dos parámetros  $\mu_i$  y  $\sigma_i$  que están relacionados, respectivamente, con la escala y la forma de la distribución.

La distribución gamma, con propiedades teóricas similares a la distribución lognormal, es también un modelo alternativo razonable. La función de densidad de la distribución gamma es

$$f_G(x_i; \alpha_i, \sigma_i) = \frac{x_i^{\alpha_i-1} \exp(-x_i/\sigma_i)}{\sigma_i^{\alpha_i} \Gamma(\alpha_i)}, \quad x_i > 0$$

Al igual que la anterior, esta distribución depende de dos parámetros  $\alpha_i$  y  $\sigma_i$  que recogen la escala y forma de los datos.

Las estimaciones de los parámetros de las distribuciones lognormal y gamma se han realizado por el método de los momentos. Así, los estimadores de los parámetros de la distribución lognormal para una región  $i$  son:

$$\hat{\sigma}_{i(MOM)} = \sqrt{\log \left( \frac{s_i^2}{\bar{x}_i^2} + \bar{x}_i^2 \right) - 2 \log \bar{x}_i},$$

$$\hat{\mu}_{i(MOM)} = \log \bar{x}_i - \frac{\hat{\sigma}_{i(MOM)}^2}{2},$$

mientras que los estimadores de momentos de la distribución gamma responden a las expresiones:

$$\hat{\alpha}_{i(MOM)} = \frac{\bar{x}_i^2}{s_i^2},$$

$$\hat{\sigma}_{i(MOM)} = \frac{s_i^2}{\bar{x}_i},$$

donde  $\bar{x}_i$  y  $s_i^2$  representan, respectivamente, la media y la varianza de la región  $i$ .

Una vez ajustados los modelos de las distribuciones lognormal y gamma mediante las fórmulas anteriores, los valores del índice de Gini se han obtenido según las expresiones<sup>10</sup>:

$$Gini_{i(LGN)}(\sigma_i) = 2\Phi\left(\frac{\sigma_i}{\sqrt{2}}\right) - 1,$$

y

$$Gini_{i(G)}(\alpha_j) = \frac{\Gamma(\alpha_i + 1/2)}{\Gamma(\alpha_i + 1)\sqrt{\pi}},$$

respectivamente, donde  $\Phi(z)$  representa la función de distribución de la distribución normal estándar y  $\Gamma(z)$  la función gamma.

<sup>10</sup> El análisis de desigualdad puede también realizarse mediante la modelización de curvas de Lorenz (Sarabia, 2008; Sarabia et al. 1999, 2001).

Se han calculado, asimismo, los índices de Pietra y Theil, coeficientes que, al igual que el de Gini, miden la desigualdad de la distribución.

Las Tablas 4, 5 y 6 recogen, respectivamente, las estimaciones de los parámetros de la distribución lognormal correspondiente a la variable definida para todos los países y por regiones, así como los índices de desigualdad para los años 1990 y 2006.

Como puede verse en la Tabla 4, la ligera tendencia creciente del índice de Gini obtenido a partir del modelo estimado, es paralela a la experimentada por el índice de Gini muestral; idéntico comportamiento tienen los coeficientes de Pietra y Theil.

**Tabla 4. Estimaciones de los parámetros e índices de desigualdad de la distribución mundial de las emisiones de dióxido de carbono. Distribución Lognormal**

Parámetros y coeficientes	1990	2006
$\mu$	17.3591	17.5688
$\sigma$	1.6137	1.6614
Índice de Gini	0.7462	0.7599
Índice de Pietra	0.5803	0.5938
Índice de Theil	1.3021	1.3801

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5. Estimaciones de los parámetros e índices de desigualdad de la distribución por regiones de las emisiones de dióxido de carbono. Distribución lognormal. Año 1990**

Regiones	$\mu$	$\sigma$	Índice de Gini	Índice de Pietra	Índice de Theil
América Latina y Caribe	16.6439	1.2967	0.6408	0.4832	0.8407
Asia Meridional	17.9135	1.2002	0.6039	0.4516	0.7202
Asia Oriental y Pacífico (1)	17.7701	1.5446	0.7253	0.5601	1.1930
Estados Árabes	17.0934	0.9519	0.4991	0.3659	0.4531
Europa y Asia Central (2)	17.8252	1.4180	0.6840	0.5217	1.0053
África Subsahariana (3)	14.5529	1.7761	0.7909	0.6255	1.5773
OCDE	18.8023	1.3555	0.6622	0.5021	0.9186

Nota: Medias y desviaciones típicas expresadas en millones de unidades.

(1) A excepción de Micronesia y Timor-Leste, debido a la falta de información.

(2) A excepción de Montenegro y Serbia, debido a la falta de información.

(3) A excepción de Lesotho y Eritrea, debido a la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.



Atendiendo a los valores del índice de Gini que proporciona el modelo de distribución lognormal para los años 1990 y 2006, la desigualdad ha disminuido levemente en todas las regiones (Tablas 5 y 6).

**Tabla 6. Estimaciones de los parámetros e índices de desigualdad de la distribución por regiones de las emisiones de dióxido de carbono. Distribución lognormal. Año 2006**

Regiones	$\mu$	$\sigma$	Índice de Gini	Índice de Pietra	Índice de Theil
América Latina y Caribe	17.0580	1.2389	0.6190	0.4644	0.7675
Asia Meridional	18.6791	1.1971	0.6027	0.4505	0.7166
Asia Oriental y Pacífico (1)	18.5648	1.5792	0.7359	0.5703	1.2470
Estados Árabes	17.8134	0.8939	0.4727	0.3451	0.3995
Europa y Asia Central (2)	17.6251	1.3882	0.6737	0.5124	0.9636
África Subsahariana (3)	14.9330	1.7391	0.7812	0.6154	1.5122
OCDE	18.9164	1.3738	0.6687	0.5079	0.9437

Nota: Medias y desviaciones típicas expresadas en millones de unidades.

(1) A excepción de Micronesia y Timor-Leste, debido a la falta de información.

(2) A excepción de Montenegro y Serbia, debido a la falta de información.

(3) A excepción de Lesotho y Eritrea, debido a la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.

Las Tabla 7 recoge los resultados de la estimación utilizando el modelo de distribución gamma para todos los países en los dos años de estudio. Como puede comprobarse, el índice de Gini tiene un valor algo superior al muestral, pero se mantiene la tendencia creciente entre 1990 y 2006.

En la Tabla 8 se ilustra el comportamiento de los índices de Gini estimados mediante el modelo de distribución gamma para cada una de las regiones. Al igual que ocurre con la distribución lognormal, la disminución de la desigualdad dentro de las regiones se refleja también con las estimaciones realizadas a partir de este modelo.

**Tabla 7. Estimaciones de los parámetros e índices de desigualdad de la distribución mundial de las emisiones de dióxido de carbono. Distribución gamma**

Parámetros y coeficientes	1990	2006
$\alpha$	0.0799	0.0676
$\sigma$	1592.43	2510.14
Índice de Gini	0.9036	0.9168

Nota: El parámetro  $\sigma$  está expresado en millones de unidades.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8. Estimaciones de los parámetros e índices de desigualdad de la distribución por regiones de las emisiones de dióxido de carbono. Distribución gamma**

Regiones	1990			2006		
	$\alpha$	$\sigma$	Índice de Gini	$\alpha$	$\sigma$	Índice de Gini
América Latina y Caribe	0.2287	171.50*	0.7771	0.2746	200.79*	0.7471
Asia Meridional	0.3103	398.75*	0.7259	0.3133	846.20*	0.7243
Asia Oriental y Pacífico (1)	0.1013	1697.68*	0.8818	0.0900	4465.27*	0.8932
Estados Árabes	0.6781	61.53*	0.5764	0.8173	99.40*	0.5394
Europa y Asia Central (2)	0.1546	974.48*	0.8335	0.1704	694.33*	0.8205
África Subsahariana (3)	0.0446	227.20*	0.9430	0.0511	271.59*	0.9354
OCDE	0.1894	1937.53*	0.8056	0.1785	2363.28*	0.8141

Nota: El parámetro sigma está expresado en millones de unidades.

(1) A excepción de Micronesia y Timor-Leste, debido a la falta de información.

(2) A excepción de Montenegro y Serbia, debido a la falta de información.

(3) A excepción de Lesotho y Eritrea, debido a la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

Aunque el desarrollo sostenible implica las dimensiones social, económica y medioambiental, la dimensión social ha sido, hasta ahora, el pilar más débil de los tres. Por otro lado, una de los indicadores de bienestar más utilizado es el IDH, indicador que, sin embargo, no contempla cuestiones de sostenibilidad.

Con este análisis hemos pretendido contribuir a la construcción del paradigma del desarrollo humano sostenible, empleando herramientas cuantitativas que permitan en un futuro establecer la relación entre los aspectos ambientales, medidos a partir de la variable emisiones de dióxido de carbono, con los aspectos sociales que proporciona el IDH.

El análisis exploratorio de los datos arroja unos valores muestrales decepcionantes en cuanto al crecimiento de la media de emisiones a escala mundial; por regiones, sin embargo, el comportamiento ha sido desigual ya que mientras que en Asia Meridional y Asia Oriental y Pacífico y en los Estados Árabes el aumento ha sido muy elevado, Europa y Asia Central las emisiones se han reducido durante el periodo de estudio.

Se han propuesto dos modelos probabilísticos para la distribución espacial del de las emisiones de dióxido de carbono: la distribución lognormal y la distribución gamma. Ambos modelos recogen las regularidades empíricas de los datos y resumen adecuadamente todas las características de la distribución. Usando los dos modelos se han obtenido estimaciones alternativas del índice de Gini, coherentes, asimismo con los resultados muestrales.

## Bibliografía

Asheim, G., (1994). "Net national product as an indicator of sustainability" *Scandinavian Journal of Economics*, 96, pp. 257-265 ..

Common, M. and Stiglitz, S (2005): *Ecological Economics. An Introduction*. Cambridge University Press.

Hamilton, K., (1994): "Green adjustments to GDP". *Resources Policy*, 20, pp. 155-168

Griffin, K. (2001): "Introducción. Desarrollo Humano: origen, evolución e impacto", en Ibarra, P. y Unceta, K.: *Ensayos sobre el desarrollo humano*, Icaria, Barcelona, pp. 25-40.

Hamilton, K. (1994). Green adjustments to GDP. *Resources Policy*, 20, pp. 155-168.

Laso, C. y Urrutia, A. M. (2001): "IDHM: un índice de desarrollo humano sensible a la contaminación", en Ibarra, P. y Unceta, K.: *Ensayos sobre el desarrollo humano*, Icaria, Barcelona, pp. 203-220.

Naciones Unidas, 1987. Informe Brundlandt. Disponible en: [www.unctad.org](http://www.unctad.org)

Neumayer, E. (2001): "The Human Development Index and Sustainability. A Constructive Proposal" *Ecological Economics*, N° 39, pp. 101-114.

—(2003): *Weak versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. Edward Elgar, Northampton, MA.

Pearce, D.W. and G. Atkinson (1993): "Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability" *Ecological Economics* 8, pp. 103-108.

Pezzey, J., Withagen, C., (1995): "The rise, fall and sustainability of capital-resource economies" *Scandinavian Journal of Economics*, 100, pp. 513-527.

PNUD (varios años): *Informe sobre Desarrollo Humano*. Nueva York.

Repetto, R.C., World Resources Institute, (1989): *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts*. World Resources Institute, Washington, DC.

Sarabia, J.M. (2008): "Parametric Lorenz Curves: Models and Applications" In: *Modeling Income Distributions and Lorenz Curves*. Series: Economic Studies in Inequality, Social Exclusion and Well-Being 4, Chotikapanich, D. (Ed.), pp. 167-190, Springer-Verlag.

Sarabia, J.M., Castillo, E., and Slottje, D.J. (1999): "An Ordered Family of Lorenz Curves" *Journal of Econometrics*, 91, pp. 43-60.

Sarabia, J.M., Castillo, E., and Slottje, D.J. (2001): "An Exponential Family of Lorenz Curves" *Southern Economic Journal*, 67, pp. 748-756.

Sen, A. (1984): *Resources, Values and Development*. Harvard University Press, Cambridge (Mass.).

—(1988): "The Concept of Development", in Chenery H. y Srinivasan, T.N. (eds.), *Handbook of Development Economics*. Elsevier, Amsterdam, vol. I, pp. 9-26.

— (1989): "Development as Capabilities Expansion". *Journal of Development Planning*, N° 19, pp. 41-58.

—(1999): *Development as Freedom*. Oxford University Press, Oxford..

Solow, R.M., 1974. Intergenerational equity and the investing of rents of exhaustible resources. *Review of Economic Studies Symposium*, pp. 29-46..

Tarabusi, E.C. and Palazzi, P. (2004): "An index for sustainable development", *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, N° 229, pp. 185-206.

van Kooten, G.C. and Bulte, E. (2000): *The economics of nature: managing biological assets*. Blackwell Publishers. U.S.A.

Wackernagel, M., Rees, W. (1997): "Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective" *Ecological Economics*, 20, pp. 3–24.