

Departament d'Economia Aplicada

Ciudades que contribuyen a la
Sostenibilidad Global

Ivan Muñiz Olivera,
Roser Masjuan,
Pau Morera,
Miquel-Angel Garcia Lopez

**D
O
C
U
M
E
N
T

D
E
T
R
E
B
A
L
L**

11.03



Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat d'Economia i Empresa

Aquest document pertany al Departament d'Economia Aplicada.

Data de publicació : **Febrer 2011**

Departament d'Economia Aplicada
Edifici B
Campus de Bellaterra
08193 Bellaterra

Telèfon: (93) 581 1680
Fax:(93) 581 2292
E-mail: d.econ.aplicada@uab.es
<http://www.ecap.uab.es>

CIUDADES QUE CONTRIBUYEN A LA SOSTENIBILIDAD GLOBAL

Ivan MUÑIZ,

Roser MASJUAN, Pau MORERA, Miquel-Angel GARCIA-LOPEZ

Resumen: Trabajos anteriores han demostrado que gran parte de la variabilidad observada en la huella ecológica per cápita de los países puede explicarse a partir de las diferencias en renta per cápita y temperatura. La pregunta que nos planteamos en esta investigación es si el modelo urbano (densidad urbana y tamaño urbano) también puede ayudar a explicar dicha variabilidad. Los resultados obtenidos confirman el significativo impacto de la densidad urbana sobre la huella, por lo que controlar la dispersión urbana parece ser un mecanismo eficiente para reducir la huella ecológica de los países. En lugar de reflexionar sobre si las ciudades son o no son insostenibles por naturaleza, esta investigación se ha orientado de forma más operativa, intentando discernir qué tipo de modelo urbano contribuye en mayor medida a la sostenibilidad del planeta.

INTRODUCCION

Discutir sobre si las ciudades son buenas o malas para el medio ambiente suele llevar a un callejón sin salida plagado de lugares comunes, prejuicios y muy pocos datos concluyentes. La ciudad no va a desaparecer. Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y no se espera que esta tendencia se revierta (Clark, 1996; World Urbanization Report, 2008). Ante tal situación, resulta más útil, tal como apuntara Satterthwaite (1997) hace más de una década, averiguar qué modelo urbano tiene un menor impacto ambiental a escala global.

Es importante destacar en la literatura sobre sostenibilidad urbana la idea de impacto global, pues no siempre se le ha dado el peso que merece. Nuestros actos tienen consecuencias ambientales, pero hasta mediados de los ochenta sólo parecía preocupar aquellas de ámbito local. Sin embargo, el Informe Brundtland (WCED, 1987) supuso un punto y aparte. Su principal lección es que debemos internalizar la idea de que nuestro modelo de vida tiene efectos ambientales a mucha distancia del lugar donde vivimos (McGranahan y Satterthwaite, 2003; Satterthwaite, 2008; Bai, 2007; Newman, 2006).

De entre todos los indicadores de impacto ambiental, la huella ecológica es el que captura de forma más precisa la pérdida de capital natural a escala global, la dependencia de recursos no renovables, y la incapacidad del planeta para absorber las emisiones de CO₂ fruto de la actividad humana. Todo ello, convenientemente ponderado y sumado, es tenido en cuenta en su cálculo. La huella ecológica es un indicador que traduce en unidades de superficie nuestro impacto ambiental a escala global, sumando el espacio necesario para obtener los recursos utilizados y absorber los residuos generados durante un año (Rees y Wackernagel, 1996; Holden, 2004; Ewing et al, 2008). Nuestro objetivo en este trabajo es contrastar si el modelo urbano de un país contribuye de forma significativa a explicar el tamaño de su huella per capita. Se trata de una relación sugerida en numerosas ocasiones (Newman, 2006; World Bank, 2009), pero nunca explícitamente contrastada.

En este trabajo incluimos bajo la categoría “modelo urbano” aquellos aspectos referentes a la forma y estructura de las ciudades que la literatura sobre sostenibilidad urbana ha tendido a priorizar: la densidad y la distribución de tamaños (Holden, 2004). Las diferentes visiones sobre cómo deberían ser los asentamientos humanos en un mundo sostenible pueden agruparse en dos grandes familias: la *Teoría de la Ciudad*

Compacta y la *Teoría de las Ciudades Autosuficientes* (también llamada *Green Cities o Short Cycles Strategy*). Mientras que la primera apuesta por un modelo urbano donde la densidad es el factor clave, la segunda defiende una distribución territorialmente equilibrada de asentamientos de tamaño mediano o pequeño. El ejercicio llevado a cabo consiste en contrastar el impacto del modelo urbano (densidad urbana, distribución de tamaños) sobre la huella ecológica per cápita de los países. Los resultados obtenidos confirman las ventajas de la densidad urbana como mecanismo para reducir la huella ecológica de los países. Con ciertas precauciones, esto puede ser interpretado como evidencia favorable a los partidarios de la Teoría de la Ciudad Compacta.

SOSTENIBILIDAD URBANA: CIUDAD COMPACTA VERSUS CIUDAD AUTOSUFICIENTE

No existe una única teoría plenamente aceptada sobre qué aspecto debería tener una ciudad sostenible. En la década de los noventa y bajo la etiqueta de eco-ciudad convivían hasta seis aproximaciones con programas de investigación claramente diferenciados (Roseland, 1997). En la actualidad, el debate sobre sostenibilidad urbana se ha reorganizado en torno a dos polos: *ciudad compacta* vs *ciudad autosuficiente* (Naess, 2001; Holden, 2004).

La teoría de la ciudad compacta

La Teoría de la Ciudad Compacta se populariza a principios de los años noventa con la publicación del documento de la Commission of European Communities (1990) *Green Paper on the Urban Environment*. Parte de un planteamiento claramente pro-urbano que defiende la viabilidad ambiental de la ciudad tradicional europea –densa y mezclada–, un modelo de ciudad ya idealizado durante las dos décadas anteriores por el urbanismo postmoderno de corte historicista (Rossi, Gregotti, Krier, etc). Según este enfoque, las estructuras densas y continuas permiten un uso eficiente de la infraestructura urbana, y con ello, el desarrollo de un sistema de transporte público. Además, la densidad y mezcla de funciones facilita los desplazamientos a pie, frena el consumo de suelo y reduce el consumo energético de las viviendas (Jacobs, 1993; Hillman, 1996; Elkin et al, 1991; Holden y Norland, 2005). La aceptación de las principales ideas de la ciudad

compacta ha sido paulatina en Estados Unidos, Australia y Europa, siendo especialmente influyentes en Noruega, Reino Unido y Alemania (Naess, 2001).

La evidencia empírica favorable a las ventajas ambientales de la ciudad compacta es sólida. Los resultados obtenidos en trabajos como Owens (1986), Newman y Kenworthy (1999), Hillman (1996), entre otros muchos, apuntan claramente hacia la existencia de una correlación negativa entre densidad y consumo energético en el transporte. También se ha demostrado que la densidad urbana reduce el ritmo de conversión de suelo agrícola o forestal en urbano (Cervero, 1991; Sierra Club, 1998; Burchell et al. 1998); así como que las tipologías de vivienda de la ciudad compacta requieren un menor consumo de energía para su funcionamiento que otras propias de tejidos urbanos menos densos (LaRivière y LaFrance, 1999; Ewing y Rong, 2008).

Las políticas ambientales que se desprenden de la teoría de la Ciudad Compacta son la densificación de los tejidos existentes –antes que la promoción de nuevos desarrollos–, la rehabilitación con criterios de sostenibilidad de los centros urbanos, la mezcla de usos del suelo y un potente programa de transporte público capaz de unir de forma eficiente los nudos más densos del sistema urbano (Commission of European Communities, 1990; Ewing, 1997; Gillham, 2002).

La Teoría de la ciudad verde

Trabajos como Morris (1982) o Girardet (1992, 1999) entre otros, popularizaron una manera de entender la sostenibilidad urbana muy diferente a la de la Teoría de la Ciudad Compacta. Este enfoque incorpora una visión anti-urbana heredera de Howard y Geddes cuya expresión más cercana en el tiempo fueron las propuestas autárquicas de los años setenta (Bookchin, 1974, Schoomacker, 1974). El principal argumento de la Teoría de Ciudades Autosuficientes es que el libre comercio, la caída de los costes de transporte y el aumento de la renta per cápita, han llevado a un crecimiento urbano no sujeto a restricción ambiental alguna. Las ciudades crecen con independencia de la capacidad ecológica de la región o país donde se encuentran, importando recursos y extendiendo sus desechos a escala planetaria (Clark et al. 1993, Robertson, 1990, Roseland, 1997, 1998). Girardet no duda en calificar a las ciudades como “parásitos” del territorio (Girardet, 1992). La ciudad, para ser sostenible, debía ser ante todo autosuficiente. La influencia de esta teoría ha sido especialmente importante en Canadá, Dinamarca, Holanda y Suecia (Naess, 2001).

Las políticas propias de este enfoque son actuar sobre el metabolismo de la ciudad potenciando su circularidad mediante un uso más eficiente -y preferente- de los recursos locales, capitalizar la multifuncionalidad de las áreas verdes, integrar los espacios libres en la ciudad, proteger los ecosistemas locales, o minimizar el uso de recursos no renovables (Girardet 1992, 1999; Rees, 1997; Doughty y Hammond, 2004; Jones y Flint, 2005).

Sostenibilidad y modelo urbano

El modelo urbano que se defiende en ambas teorías presenta marcadas diferencias tanto a nivel intra-urbano (*forma urbana*) como inter-urbano (*sistema urbano*). A nivel intra-urbano, los partidarios de la ciudad compacta defienden una ciudad densa y mezclada (Newman y Kenworthy, 1989, Commission of European Communities, 1990; Wassmer, 2000); mientras que no existe un discurso elaborado a escala inter-urbana sobre el grado de centralización o descentralización que debiera tener el sistema urbano de un país, aunque en general se tenga una visión positiva de la gran ciudad (Holden, 2004). Frente a los problemas de la dispersión urbana como modelo descentralizador de las grandes ciudades, se apuesta por el policentrismo como alternativa descentralizada pero densa (Rogers, 2000)

En cuanto a los partidarios de la ciudad auto-suficiente, el énfasis se sitúa en los aspectos inter-urbanos. En particular, se argumenta la necesidad de dimensionar el tamaño de los asentamientos y su distribución geográfica de forma más equilibrada en el territorio, lo cual implica un sistema urbano descentralizado con asentamientos de tamaño pequeño y mediano; una herencia clara del bio-regionalismo de Geddes y Mumford. A nivel intra-urbano, aunque algunos señalan la necesidad de trabajar con densidades bajas y estructuras urbanas abiertas (Troy, 1996; Clark et al., 1993; Robertson, 1990), lo cierto es que en otros casos se defienden densidades medias o incluso altas (Rees y Wackernagel, 1996a, 1996b; Walker y Rees, 1997; White, 2002). En cualquier caso, y en claro contraste con los partidarios de la ciudad compacta, la densidad es considerada un elemento secundario en comparación con aspectos como la concienciación ambiental o el cambio en los hábitos de consumo de la población (Jabareen, 2006).

Tabla resumen diferencias enfoque ciudad compacta y ciudad autosuficiente

	Ciudad Compacta	Ciudad Autosuficiente
Orígenes	Postmodernismo historicista + estudios impacto densidad sobre consumo energía	Bio-regionalismo de Geddes
Visión de la ciudad	positiva	negativa
Confianza en tecnología y urbanismo	mucha	poca
Implementación políticas	De arriba abajo	De abajo arriba
Surge como reacción	A la dispersión urbana y homogeneidad funcionalista	Incapacidad de la ciudad para reducir su huella ecológica
Modelo urbano	Densidad (alta) Mezcla (funciones y grupos sociales)	Tamaño (reducido) Distribución geográfica (equilibrada)
Vivienda	En altura	Bio-climática
Modelo social	urbanidad	comunidad
Evidencia empírica	Estudios econométricos	Casos singulares

La huella ecológica de las ciudades

La huella ecológica mide el espacio necesario para proporcionar los recursos y absorber los residuos que implica nuestro modelo de vida durante un año (Rees y Wackernagel, 1996a). El cálculo de la huella ecológica puede adaptarse a diferentes escalas (individuo, barrio, ciudad, región, país) y actividades (vivienda, transporte, alimentos, etc). Se trata de un indicador de sostenibilidad fuerte que sitúa al consumidor como responsable final de cualquier impacto (Dhokal, 2004; Satterthwaite, 2008). Además, es más completo que las emisiones de CO₂ ya que incluye el espacio asociado a la obtención de recursos renovables. Por último, se expresa mediante un único valor, cualquier unidad de superficie, por lo que, a diferencia del enfoque multicriterio, es capaz de pronunciarse con claridad sobre si una ciudad genera un mayor impacto global

que otra, o si el impacto global de una ciudad ha mejorado o empeorado con el paso del tiempo.

Poco después de la publicación del trabajo seminal de Rees y Wackernagel (1996a), aparecieron los primeros cálculos para ciudades¹. Normalmente se trataba de trabajos financiados por alguna administración local pensados para orientar el crecimiento urbano con criterios de sostenibilidad. Lamentablemente, también sirvieron en cierta manera para alimentar la idea de que la gran ciudad era por naturaleza insostenible. Tal aseveración surgía de forma natural al comparar el tamaño de la huella de la ciudad con el de la región donde se encuentra². Que la huella ecológica de una ciudad supere 20, 50 o 100 veces su tamaño, puede ayudar a entender la magnitud del problema al que nos enfrentamos, pero no resulta útil si de lo que se trata es de comparar el grado de insostenibilidad que se da entre ciudades. ¿Una ciudad con una huella que excede 20 veces su tamaño es más sostenible que otra que lo excede 100 veces? La respuesta es no. La ciudad dispersa tiende a presentar una ratio huella/espacio urbano inferior a la compacta y sin embargo muy pocos dirían que es más sostenible. El indicador de huella per cápita en cambio sí proporciona la información necesaria para evaluar cuestiones como el efecto de la densidad o del tamaño urbano (Rees y Wackernagel, 1996b).

Uno de los problemas que ya anunciaron Rees y Wackernagel es que debemos ir con cuidado al abordar la cuestión de la sostenibilidad de las ciudades bajo un enfoque de huella. Existen consumos que se dan EN la ciudad (alimentación, bienes de consumo, etc.) pero no DEBIDO a la ciudad, o mejor dicho, a la forma o estructura de la ciudad (Rees y Wackernagel, 1996a). Los consumos que más pueden variar en función del modelo de asentamiento son la vivienda y el transporte, de aquí el interés de los estudios más recientes por comparar la huella de ambos sectores en distintos modelos de asentamiento (Høyer y Holden, 2003).

La evaluación del impacto del modelo urbano sobre la huella ecológica ha seguido dos caminos. El primero se basa en comparar el tamaño de la huella per cápita de la ciudad estudiada con la de la región donde se encuentra (que incluye la propia ciudad, además de otros asentamientos de menor tamaño). Si resulta ser mayor, esto se interpreta como evidencia favorable a la existencia de una relación positiva entre tamaño urbano y

¹ Londres, Barcelona, Ontario, Curitiba, Milan, Sonoma, etc (Global Footprint Network)

² Véase Wilson y Anielski (2005) como ejemplo de esta tendencia

huella (Moles et al, 2008; O'Reagan et al, 2009; Eaton et al, 2007; Wilson y Anielski, 2005). El segundo método consiste en estimar un modelo econométrico donde la densidad aparece como variable explicativa de la huella ecológica per cápita, normalmente a partir de información sobre un grupo estadísticamente significativo de municipios que forman parte de una misma región (Muñiz y Galindo, 2005; Holden y Hayer, 2003; Ryu ,2005). Nuestra propuesta de investigación supone abrir una tercera vía utilizando información referente al modelo urbano de un país con el fin de detectar si ejerce un efecto significativo sobre el valor de su huella.

EL MODELO EMPÍRICO

¿Por qué la huella ecológica de un norteamericano promedio es 100 veces la de un haitiano? Para responder a esta pregunta se han propuesto como variables explicativas la renta per cápita, o el clima, confirmando su impacto sobre el valor de la huella. Por el contrario, el comportamiento exportador, el grado de desigualdad, el nivel de escolarización, o el peso de los servicios en la economía no parecen ejercer efecto alguno (Rosa et al., 2004; Jorgeson y Rice, 2005, York et al., 2003b). Ninguno de los trabajos consultados ha propuesto examinar el modelo urbano como posible explicación de dicha variabilidad.

Al igual que los trabajos anteriormente citados, el modelo econométrico utilizado es una adaptación del modelo STIRPAT de Rosa et al. (2004), la transformación estocástica del popular modelo IPAT de Ehrlich y Holden (1972). El modelo STIRPAT explica el impacto ecológico de un país i (I_i) como una función multiplicativa de su población (P_i), riqueza (A_i) y tecnología (T_i).

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i$$

Donde e_i es el término de error.

Dado que T no es directamente observable, la primera adaptación utilizada consiste en substituir T por aquellas variables, relacionadas y no relacionadas con el modelo urbano del país, que pueden explicar porqué países con similar riqueza tienen impactos ecológicos per capita diferentes. La segunda adaptación es suponer que $a=1$, es decir, que la población tiene un efecto proporcional sobre el índice de impacto ecológico.

Gracias a este supuesto –avalado por la evidencia empírica³ y el sentido común– podemos desplazar P al otro lado de la ecuación, obteniendo como variable dependiente $(I/P)_i$, es decir, el índice de impacto ecológico per capita⁴.

El modelo a estimar utiliza una muestra de 98 países y toma como variable dependiente la *Huella Ecológica per capita*⁵ del país y como variables explicativas, además de la renta per capita (A), un conjunto de variables control escogidas en función de la significatividad demostrada en trabajos previos, así como las variables de modelo urbano. La estimación no incurre en algunos de los problemas econométricos más comunes, como la correlación entre variables explicativas que se da al introducir simultáneamente como regresores la renta per cápita y el porcentaje de población urbana; o la tendencia a sobrecargar el modelo con demasiadas variables explicativas habida cuenta el limitado número de observaciones.

Todas las variables están referidas al año 2005 excepto la densidad. Debido a la mala calidad y falta de homogeneidad de las estadísticas urbanas, Demographia (2010) incorpora información sobre densidad urbana para diferentes años (entre 2000 y 2010) dependiendo de la disponibilidad de datos oficiales.

Las variables de control

La riqueza (A) (Fuente, World Bank, 2007). La mayoría de estudios que han utilizado alguna versión estocástica del modelo IPAT confirman el impacto positivo de la renta per capita sobre la huella ecológica del país, con una elasticidad que suele oscilar entre 0.2 y 0.4. (York et al, 2003b; Rosa et al, 2004; Jorgeson y Rice, 2005; Dietz et al., 2007)⁶.

La temperatura (Fuente: Espenshade, 1993). Un clima frío suele implicar un mayor consumo de energía, por lo que los países con una baja temperatura promedio tienden a

³ El coeficiente estimado para la población en York et al. (2003b), Rosa et al. (2004) y Dietz et al. (2007) es 0.93, 0.99, y 0.99 respectivamente. En ningún caso resulta significativamente diferente a la unidad.

⁴ De este modo, respetando el modelo original, podemos ahorrar una variable explicativa y con ello ganar un grado de libertad, lo cual resulta especialmente conveniente dado el limitado número de observaciones.

⁵ Global Footprints National Accounts, www.footprintnetwork.org

⁶ En ocasiones se incluye la renta per cápita al cuadrado como variable explicativa con el objeto de contrastar si al alcanzar un determinado nivel de renta el impacto ambiental no aumenta sino que se reduce debido al efecto de la desmaterialización de la economía o a la mayor conciencia ambiental de la población. Los resultados obtenidos donde se utiliza la huella como índice de impacto ambiental global suelen negar tal hipótesis. Dado que nuestro trabajo no pretende ahondar en esta cuestión, se ha decidido no incluir la variable al cuadrado, una vez más, para no sobre-alimentar el modelo.

tener una huella mayor. Al igual que en nuestro caso, York et al. (2003) y Dietz et al. (2007) han utilizado la latitud media del país como proxy de la temperatura obteniendo resultados significativos.

Dependencia comercial exterior (Fuente: World Trade Organization, 2009). Un país cuyo consumo dependa en gran medida de las importaciones tenderá a tener una mayor huella, puesto que, a la huella correspondiente a la obtención del producto que se importa, debe sumársele la de su transporte hasta el destino final. Jorgenson y Rice (2005) también han propuesto examinar el régimen comercial de un país como determinante de su huella. El problema es que se centran en el comportamiento exportador del país, lo cual, desde una perspectiva de huella, resulta irrelevante, pues se trata de un indicador que computa el impacto en el lugar de consumo, no de producción.

Porcentaje de población urbana- residualizado respecto a la renta per capita (Fuente: United Nations, 2006). El porcentaje de población que vive en ciudades ha sido utilizada como variable explicativa en varios trabajos, arrojando resultados no concluyentes. Mientras que en Dietz et al (2007) no resulta significativa, sí lo es en York et al (2003) y Jorgeson et al (2003). El problema es que se trata de una variable extremadamente correlacionada con la renta per cápita⁷. Una forma de neutralizar este efecto consiste en utilizar como variable explicativa, no el porcentaje de población que vive en ciudades, sino el residuo (positivo o negativo) de una estimación lineal donde la renta per cápita, además de una constante, explica el porcentaje de población urbana (Jorgeson y Rice, 2005)⁸.

Las variables de modelo urbano

Las variables utilizadas para evaluar el papel del modelo urbano sobre la huella del país son: a) la densidad urbana, b) el porcentaje de población urbana en ciudades con menos de 500.000 habitantes, y c) una variable dicotómica (Dummy) para aquellos países que cuentan con una megaciudad.

Densidad urbana (Fuente: Demographia, 2010). Aunque escasa, la evidencia empírica existente confirma el efecto negativo de la densidad sobre la huella de los individuos

⁷ La relación entre urbanización, industrialización y desarrollo es compleja. La urbanización suele presentarse como la forma de conseguir las economías de escala que requiere el proceso industrializador responsable del consiguiente incremento de la renta per capita. (Shen et al. 2005; World Bank, 2007)

⁸ Los resultados obtenidos por Jorgeson y Rice (2005) deben tomarse con cautela ya que la lista de países utilizados sólo incluye los subdesarrollados o en vía de desarrollo.

(Walker, 1995; Muñiz y Galindo, 2005; Ryu, 2005). La existencia de una correlación negativa entre densidad y huella es consistente con gran parte de los resultados obtenidos en trabajos previos donde se utilizaba como variable dependiente un indicador de impacto ecológico global menos sofisticado, como el consumo de energía o las emisiones de CO₂ (Naess et al. 1995; Newman y Kenworthy, 1989; 1999; Camagni et al. 2002; Grazi et al. 2008).

Los sectores cuya huella se ve más afectada por las condiciones de densidad son la vivienda y el transporte. Al aumentar la densidad de un asentamiento urbano, las distancias recorridas de forma cotidiana son más cortas, por lo que es más probable que se lleven a cabo a pie. Además, la oferta de transporte público –con un menor impacto ecológico por viajero y kilómetro que el privado motorizado- requiere de unas condiciones de densidad mínimas para que la inversión sea socialmente rentable. En el caso de la vivienda, al aumentar la densidad cae el espacio ocupado por residente, la energía incorporada en los materiales utilizados y la energía necesaria para su funcionamiento corriente (Ewing y Rong, 2008; Burchell et al. 1998). Según Walker (1995) vivir en condiciones de elevada densidad (en una vivienda en un bloque de apartamentos y llevando a cabo desplazamientos preferentemente a pie o transporte público) puede suponer una huella de la movilidad y de la vivienda hasta tres veces menor a la que se daría en asentamientos dispersos (vivienda unifamiliar y desplazamientos en coche).

La variable densidad urbana se ha extraído de *Demographia World Urban Areas (World Agglomerations) Population & Projections*. Esta base de datos incluye la densidad de población para más de 800 ciudades del mundo. En 45 países sólo se proporciona información para una sola ciudad (países pobres y/o pequeños). En el otro extremo, hay datos para más de 200 ciudades chinas y norteamericanas. Cuando hay datos para más de una ciudad, se presenta una media nacional resultado de ponderar la densidad de cada ciudad por su población.

Porcentaje de población con menos de 500.000 habitantes (Fuente: United Nations, 2006). Se trata del único indicador disponible para toda la muestra de países capaz de capturar algo parecido a la distribución de tamaños urbanos. De acuerdo con la Teoría de las Ciudades Autosuficientes, un sistema urbano descentralizado, donde las ciudades medias y pequeñas se presentan como una alternativa viable ante la gran ciudad, debería

tener un premio en términos de huella, por lo que se espera un coeficiente con signo negativo.

Dummy megaciudad (Fuente: United Nations, 2006). Se ha incluido para contrastar hasta qué punto la megaciudad (regiones urbanas con más de 10 millones de habitantes), tal como se sostiene por parte de los partidarios de la ciudad autosuficiente, es en si misma una de las representaciones más crudas de la insostenibilidad que caracteriza el actual modelo de desarrollo. Por lo tanto, el hecho de contar con una megaciudad se espera que tenga un efecto positivo sobre el valor de la huella del país⁹.

Variables. Fuentes y año

Variab les	Fuente	Año
Huella ecológica per capita	Global Footprints National Accounts. www.footprintnetwork.org	2005
Renta per capita	World Bank, 2007	2005
Temperatura (latitud media)	Spenshade, 1993	-
Dependencia comercial exterior (Importaciones/PIB)	World Trade Organization, 2009	2005
Porcentaje población urbana (residualizado respecto a la renta)	United Nations, 2006	2005
Densidad urbana	Demographia, 2010	Entre 2001-21010
% población en ciudades con menos de 500.000 habitantes	United Nations, 2006	2005
Dummy megaciudad	United Nations 2006	2005

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera columna de la Tabla 2 se muestran los resultados del modelo completo, mientras que en la segunda y tercera columnas aparecen las estimaciones donde se incluyen los indicadores de modelo urbano correspondientes exclusivamente a la Teoría

⁹ Las megaciudades del mundo son, en orden decreciente según su población, Tokio, México DF, Nueva York, Sao Paulo, Seúl, Manila, Bombay, Yakarta, Delhi, El Cairo, Los Angeles, Calcut, Shangái, Moscú, Buenos Aires, Pekín, Shenzhen, Rio de Janeiro, Estambul y París. (United Nations, 2006)

de Ciudad Compacta (columna 2) o a la Teoría de la Ciudad Autosuficiente (columna 3).

Respecto a las variables control, dos resultan significativas y con el signo esperado, mientras que las otras dos no. El PIB per cápita demuestra ser una variable positiva y significativa y el valor del coeficiente (entre 0.27 y 0.33) es similar al obtenido en trabajos previos. La magnitud y significatividad del coeficiente confirman que la renta per cápita es el factor más relevante para explicar la variabilidad observada en el valor de la huella per cápita entre países. El coeficiente asociado a la variable latitud, con un impacto positivo y significativo, confirma que un clima frío viene acompañado de un mayor consumo de energía y por tanto de una mayor huella. En cuanto al impacto del porcentaje de importaciones sobre el PIB, tal como cabía esperar, ejerce un impacto positivo, pero apenas significativo al 90%.

Una vez neutralizado el efecto de la renta per capita, el porcentaje de población urbana no parece ejercer efecto alguno sobre el valor de la huella. Este resultado pone en cuestión aquellas voces que han cargado las culpas de la insostenibilidad sobre el acelerado proceso urbanizador que se está dando a escala mundial. Los resultados obtenidos destacan la importancia de la renta per capita por encima del porcentaje de población urbana, a la hora de explicar las diferencias de huella.

En cuanto a las variables de modelo urbano, debe destacarse la importancia de la densidad residencial. Con una elasticidad aproximada de 0.2 y un signo negativo, estos resultados confirman que, en el mundo actual, la compacidad urbana es un buen mecanismo para controlar el tamaño de la huella de los países. En contraste con lo anterior, y hablando en términos de huella, ni el hecho de contar con una megaciudad supone un castigo, ni que la población urbana se distribuya en ciudades de tamaño mediano o pequeño implica premio alguno. Con ello parece desmontarse una de las principales ideas defendidas por los partidarios de la Teoría de Ciudad Autosuficiente, esto es, que la gran ciudad es un peligro para la sostenibilidad del planeta.

Sin embargo, los resultados no descalifican totalmente la T^a de la Ciudad Autosuficiente. En un sentido estricto, lo que afirma dicha teoría es que para ser sostenible es necesario ser autosuficiente, y que un modelo urbano descentralizado se adapta mejor a este principio que uno centralizado. Por tanto, la defensa de un modelo urbano descentralizado siempre se planteó como condición necesaria pero no suficiente

para llegar a la sostenibilidad. De nada sirve un sistema urbano descentralizado si las pautas de consumo de la población no difieren de las que se dan en una gran ciudad. Siguiendo este hilo, nuestros resultados parecen indicar que no debiera plantearse la autosuficiencia local como único camino hacia la sostenibilidad global. Mientras no se impongan restricciones reales al comercio regional y nacional por motivos medioambientales –cosa improbable en un mundo crecientemente globalizado–, la compacidad urbana al menos permite reducir la huella de la vivienda y del transporte, arrastrando con ello a la baja el valor de la huella total per cápita.

Variable dependiente: Ln Huella ecológica per cápita de país

VARIABLES explicativas	Modelo saturado	Modelo Ciudad compacta	Modelo ciudad autosuficiente
cte	0.838 (0.84)	0.740 (0.94)	-2.1*** (-3.17)
Ln PIBpc	0.267*** (8.32)	0.268*** (8.30)	0.332*** (11.41)
Ln Latitud	0.128** (2.48)	0.128** (2.50)	0.158*** (3.04)
Ln (%IMP/PIB)	0.108 (0.96)	0.104 (1.00)	0.177 (1.54)
Ln %URBAN (residualizada respecto a la renta)	0.026 (0.19)	0.030 (0.22)	-0.013 (-0.09)
Ln DENSIDAD	-0.274*** (-3.68)	-0.272*** (-3.71)	
LN %POB URB <500.000 hab	-0.017 (-0.13)		-0.002 (-0.01)
Dummy Megaciudad	-0.019 (-0.17)		-0.021 (-0.018)
R²	0.7795	0.7794	0.7541
Akaike	80	76	89
Obs	98	98	98

*p<0.10, **p<0.05, ***p<0.01

Además de las variables control que aparecen en el modelo, se probaron otros regresores que fueron desechados debido a su falta de significatividad. En particular intentamos en la medida de lo posible incluir un regresor que midiera el precio de la energía (gasolina y gas), pero sólo pudimos recoger la información necesaria para 42 países de los 98 que conforman la muestra original. A pesar de esta limitación, se incluyó el precio de la gasolina en el modelo correspondiente a dicha submuestras, obteniéndose el signo esperado aunque no significativo. Se probó también incluir una dummy para los países exportadores de petróleo, con la esperanza de capturar unos bajos precios allí donde el recurso es más abundante. También en este caso el coeficiente era no significativo de manera que se decidió no incluir esta variable en el modelo.

El estudio presenta algunas limitaciones, como el relativamente escaso número de observaciones, ya que estamos hablando de países, o la falta de datos sobre modelo urbano. Nuestra medida de densidad es claramente mejorable si se dispusiera de información sobre un mayor número de ciudades, especialmente para aquellos países donde las estadísticas urbanas son más precarias. Si lo que se pretende es testar de forma rigurosa la validez de las dos principales teorías sobre sostenibilidad urbana, sería necesario además disponer de información sobre el grado de segregación social y funcional de las ciudades, así como de algún índice que capturara su distribución espacial.

CONCLUSIONES

Este trabajo pretende contribuir a recuperar un discurso sobre sostenibilidad urbana donde los efectos globales de nuestro modelo de vida ocupen ese espacio central que parece haber ido perdiendo con el paso del tiempo. La palabra sostenibilidad es suficientemente flexible como para incorporar visiones diferentes, lo cual está bien, pero no puede servir de excusa para difuminar los impactos globales en un mar de indicadores estrictamente vinculados a aspectos locales, perdiendo con ello la idea de que existe un límite a escala global que debe orientar, tanto nuestros diagnósticos como propuestas de futuro.

En cuanto a los resultados obtenidos, es importante destacar la magnitud del coeficiente de la densidad. Dejando de lado la renta per cápita, la densidad urbana demuestra contribuir a la explicación de la variabilidad internacional en los valores de huella por encima de la temperatura, el grado de apertura comercial del país o el porcentaje de población que vive en ciudades. La principal conclusión que podemos extraer de los resultados que ofrece el estudio es la necesidad imperiosa de frenar un modelo de expansión urbana típicamente norteamericano con densidades extremadamente bajas que, como un virus, parece contagiar realidades urbanas tan históricamente alejadas como la europea continental (European Environment Agency, 2002, 2006), la latinoamericana o la asiática. El paisaje de la baja densidad urbana dista mucho de ser un conjunto de comunidades autosuficientes viviendo preferentemente de lo que aportan sus recursos locales. Por el contrario, se confirma como un mecanismo imparable de generar CO₂ a través de una movilidad basada en transporte privado y desplazamientos largos, y un modelo de vivienda enormemente costoso en términos energéticos. Frenar esta tendencia es imprescindible si lo que se pretende es conseguir un modelo de desarrollo con una huella asociada que sea compatible con los limitados recursos con que cuenta el planeta.

BILBIOGRAFIA

- Anielski, M. and J. Wilson. 2004. The Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions. Prepared for the Federation of Canadian Municipalities. September 2004
- Bai, X. (2007) Integrating global concerns into urban management: the scale and the readiness arguments” *Journal of Industrial Ecology* 11 (2) pp. 15-29
- Barton, H., Davis, G. And R. Guise (1995) “Sustainable settlements: A Guide for Planers, Designers and developers. University of West England.
- Bookchin, M. (1974) *The limits of the city*. New York Harper Colephon
- Breheny, M.J., Gordon, I. y S. Archer (1996) “Can planning for a more compact city secure sustainable levels of urban travel in the London region?” ESRD papers on London Seminar.
- Burchell, , R.W.; Shad, N.A.; Listokin, D., Phillipps, H. Downs, A., Siskin, S.; Davis, J.S.; Moore, T.; Helton, D. Gall, M. (1998) *Costs of Sprawl –revisited*. Washington, DC, National Academy Press
- Camagni, R.; Gibelli, M.C. y P. Rigamonti (2002) “Urban mobility and urban form: the social environmental costs of different patterns of urban expansion” *Ecological Economics*, n° 40, pp. 199-216.
- Cervero, R. (1991) “Congestion relief: the land use alternative” *Journal of Planning Association and Research*, n° 10(2), pp. 119-129

- Clark, M., Burall, P. And P. Roberts (1993) "A sustainable Economy" in *Planning for a sustainable environment*, ed. Andrew Blowers. London: Earthscan
- Clark, D. (1996) *Urban World/Global City*. Routledge. London and New York
- Commission of European Communities (1990) *Green Paper on the Urban Environment*. Eur 12902, Brussels: EEC
- Demographia (2010) *Demographia World Urban Areas (World Agglomerations) Population and Projections*. Edition 6.1, Julio 2010.
- Dhokal, S. (2004) *Urban Energy use and Green House Gas Emissions in Asian Cities: policies for a sustainable future*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Kitakyushu.
- Dietz, T., Rosa, E.A and R. York (2007) "Driving the human ecological footprint" *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (1) pp. 13-18.
- Doughty, M.R.C. and G.P. Hammond (2004) "Sustainability and the built environment at and beyond the city scale" *Build Environment*, n° 39 pp. 223-233.
- Eaton, R., Hammond, G.P. y Laurie, J. (2007) "Footprints on the landscape: an environmental appraisal of urban and rural living in the developed world". *Landscape and urban planning*, 83, 13-28.
- Ehrlich, P. and Holden, J. (1972) "A bulletin dialogue on the closing circle. Critique: one dimensional ecology". *Bulletin of the atomic scientists* 28:16-27.
- Elkin, T., McLaren, D. and Hillman, M. (1991) *Reviving the City: towards sustainable urban development*, Friends of the Earth, London
- Espenshade, E.R. Ed. (1993) *Gode's World Atlas*. 18th edition, New York. Kand McNally
- European Environment Agency (2002) "Towards an urban Atlas. Assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas". Environmental Issue Report, n° 30. Copenhagen
- European Environment Agency (2006) "Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge". EEA Report, n° 10/2006. Copenhagen.
- Ewing, B. Goldfinger, S. Wackernagel, M., Stechbart, M., Risk S. M., Reed, A. y Kitzes, J. (2008). "*The ecological footprint atlas 2008*". Global Footprint Network.
- Ewing, R. and F. Rong (2008) "The impact of urban form on U.S. residential energy use" *Housing Policy Debate* 19(1): 1-30.ss
- Ewing, Reid (1997) "Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable?" *Journal of American Planning Association*, Vol 63, n° 1, pp. 107-126.
- Gillham, O. (2002) *The limitless city: A primer on the urban sprawl debate*. Washington DC: Island Pre
- Girardet, H. (1992) *Ciudades: alternativas para una vida urbana sostenible*. Madrid: celeste. Col·lecció Atlas Gaia.
- Girardet, H. (1999) "Creating sustainable cities". Schumacher Briefing n° 2, Foxhole, Dartington, Tones, Devon, UK. Green Books

- Grazi, F., van den Berg, J.C.J.M y van Ommeren, J.N. (2008) "An Empirical Analysis of urban Form, Transport and Global Warming" *The Energy Journal*, Vol 29, n° 4, pp. 97-122.
- Erlich, P. i Holdren, J. (1972) "A bulletin dialogue on the closing circle: critique: one-dimensional ecology." *Bulletin of the atomic scientists*, 28, 16-27.
- Hillman, M., (1996), 'In Favour of the Compact City', In: Jenks, M., Burton, E. and Williams, K. Eds. *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*, Spon Press, Oxford.
- Høyer, K.G. y HOLDEN, E. (2003) "Household consumption and ecological footprints in Norway- Does urban form matter?" *Journal of Consumer Policy*, n° 26, pp. 327-349
- Holden, E. (2004) "Ecological footprints and sustainable urban form" *Journal of Housing and the Built Environment*, Vol 19, pp. 91-109
- Holden, E. y I:T: Norland (2005) "Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the Greater Oslo region" *Urban Studies* Vol 42, n° 12, pp. 2145-2166
- Jabareen, Y.R. (2006) "Sustainable urban forms. Their Typologies, Models and Concepts" *Journal of Planning Education and Research*, n° 26, pp. 38-52.
- Jacobs, J. (1993) *Great Streets*, MIT Press Cambridge, Massachusetts and London
- Jones, P. y D. Flint (2005) *Building a Future for Wales*. Welsh School of Architecture, Cardiff
- Jorgeson, A.K. and J. Rice (2005) "Structural Dynamics of International Trade and material Consumption: A Cross-National study of the Ecological Footprints of Less-Developed Countries" *Journal of World-systems Research*, XI,1, pp. 57-77.
- Kenworthy, J.R. y P.W.G. Newman (1990) "Cities and transport energy: lessons from a global survey" *Ekistics* n° 34.
- Larsen, B. M. and R. Nesbakken. 2004. Household electricity end-use consumption: Results from econometric and engineering models. *Energy Economics* 26(2): 179–200.
- Larivière, I. and G. Lafrance (1999) "Modelling electricity consumption of cities: effect of urban density" *Energy Economics*, 21, pp. 53-66
- McGranahan, G. y D. Satterthwaite (2003) "Urban centers: An Assessment of sustainability" *Annual Review on Environmental Resources* N° 28, pp. 243-274
- Moos, M., Whitfield, J., Johnson, L.C. y Andrey, J. (2006) "Does design matter? The ecological footprint as a tool at the local level" *Journal of Urban Design*, Vol 11, n° 2, pp. 195-224
- Moles, R., Foley, W. Morrissey, J., O'Regan (2008) "Practical appraisal of sustainable development- Methodologies for sustainability measurement at settlement level". *Environmental Impact Assessment Review*, 28, 144-165.
- Morris, D. (1982) *Self-reliant cities: Energy, and the Transformation of Urban America*, Sierra Club Books, San Francisco.
- Muñiz, I. y A. Galindo (2005) "Urban Form and the Ecological Footprint of Commuting. The Case of Barcelona" *Ecological Economics* 55, pp. 499-514
- Naess, P. (2001) "Urban Planning and Sustainable Development" *European Planning Studies*, Vol 9, n° 4, 2001., pp. 503-524

- Naess, P. (2006) "Are short trips Compensated by higher Leisure Mobility?" *Environment and Planning B* n° 33, pp. 197-220
- Naess, P. And Sandberg, S.L. (1996) "Workplace location, modal split and energy use for commuting trips" *Urban Studies* 33(3) pp. 557-580
- Naess, P., Roe, P.G., S. Larsen (1995) "Travelling distances, Modal Split and Transportation Energy in Thirty residential Areas in Oslo" *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol 38, n° 3, pp. 349-370
- Newman, G. (2006) "The environmental impact of cities" *Environment and urbanization*, Vol 18 (2), pp. 243-74.
- Newman, P.W.C. and Kenworthy, J.R. (1988) "The transport energy trade-off; fuel efficient traffic vs. Fuel efficient cities" *Transportation Research A* n° 22.
- Newman, P. W. P. i Kenworthy, J. R. (1989). "Gasoline consumptions and cities". *Journal of the American Planning Association*. Vol. 55, 1, 24-37.
- Newman, P.W.C. and Kenworthy, J.R. (1999) *Sustainability and Cities. Overcoming Automobile Dependence*. Washington, DC/Covelo, CA: Island Press
- O'Reagan, B., Morrissey, J., Foley, W., Moles, R. (2008) "The relationship between settlement population size and sustainable development measured by two sustainability metrics" *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 29, Issue 3, pp. 169-178.
- Owens, s. (1986) *Energy, Planning and Urban Form*. Londo:Pion Limited
- Rees, W. (1997) "Is "Sustainable City" an Oxymoron?" *Local Environment*, Vol 2, n° 3, pp. 303-310
- Rees, W. y M. Wackernagel (1996a) *Our ecological Footprint*, The New Catalyst Bioregional Series, Canada.
- Rees, W. y M. Wackernagel (1996b) "Urban ecological Footprints: Why Cities cannot be sustainable – and why they are a key to sustainability". *Environmental Impact Assessment Review* n° 16, pp. 223-248
- Robertson, J. (1990) "Alternative future for cities" en Cadman, D. and G.K. Payne Eds. *The living city. Towards a sustainable future*. pp 127-135. Routeledge, Kegan Paul.
- Rogers, R. (2000) *Ciudades para un pequeño planeta*. Ed Gustavo Gili, Barcelona.
- Rosa, E.A., York, R. and T. Dietz (2004) "Tracking the Antropogenic Drivers of Ecological Impacts" *Ambio* Vol 33, n° 8, pp. 509-512
- Roseland, M. (1997) *Eco-City Dimensions: Healthy Communities, Healthy Planet*. Gabriola Island, British Columbia, Canada: New Society Publishers
- Roseland, M. (1992) "Towards sustainable communities". Ottawa: National Round table on the Environment and the economy.
- Ryu (2005), H.C. "Modeling the per capita ecological footprint for Dallas County, Texas: examining demographic, environmental value, land-use and spatial influences". Tesis doctoral. Texas A&M University
- Satterthwaite, D. (2008) "Cities' contribution to global warming: cities on the allocation of greenhouse emissions" *Environment & Urbanization*, Vol 20(2), pp. 539-549

Satterthwaite, D. (1997) "Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development?" *Urban Studies*, vol 34, n° 10, pp. 1667-1691

Schoomacker, E.F. (1974) *Small is beautiful: A story of Economies as if People mattered*. London. Abacus

Shen, L, Cheng, S., Gunson, A.J. y H. wang (2005) "Urbanization, sustainability and the utilization of energy and mineral resources in China" *Cities*, Vol 22, n° 4.

Sierra Club (1998) *Sprawl: The Dark Side of the American Dream*. <http://www.sierraclub.org/sprawl/report98/what.html>

Troy, P.N. (1996) "Environment stress and urban policy" en Williams, K., Burton, E. and M. Jenks (eds) *Achieving sustainable urban form*, pp. 200-212.

U.N. (2006) *World urbanization prospects: the 2005 Revision*.

Walker, L. (1995) The influence of dwelling type and residential density on the appropriated carrying capacity of Canadian households. Msc. The University of British Columbia

Walker, L. y Rees, W. (1997) "Urban design and Ecological Footprints: An Analysis of Canadian Households" en ROSELAND, M. (ed) *Eco-city Dimensions*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, pp. 96-112

Wackernagel, M. (1996) "Ciudades sostenibles?" *Ecología Política* n° 12, pp. 43-49

Wassmer, R.W. (2000) "Urban sprawl in a U.S. metropolitan area: Ways to measure and a comparison of the Sacramento areas in California and the U.S". Department of Public Policy and Administration, California State University, Sacramento.

White, R.R. (2002) *Building the ecological city*. CRC Press, Cambridge, U.K.

Wilson, J. y Anielski, M. (2005) "Ecological footprints of Canadian municipalities and regions" Documento preparado para The Canadian Federation of Canadian Municipalities.

World Bank (2006) *World Development Indicators*

World Bank (2009) *World Development Report. Reshaping Economic Geography*.

World Commission on Environment and Development (1987) *Our Common Future*, Oxford University Press.

World Trade Organization (2009) *International Trade Statistics yearbook*

York, R. Rosa, E. Dietz, T (2003a) "STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts" *Ecological Economics*, 46; 351-365.

York, R. Rosa, E. Dietz, T (2003b) "Footprints on the earth: the environmental consequences of modernity". *American Sociological Review*. Vol 68, 279-300.

Últims documents de treball publicats

NUM	TÍTOL	AUTOR	DATA
11.03	Ciudades que contribuyen a la Sostenibilidad Global	Ivan Muñiz Olivera, Roser Masjuan, Pau Morera, Miguel-Angel Garcia Lopez	Febrer 2011
11.02	Medición del poder de mercado en la industria del cobre de Estados Unidos: Una aproximación desde la perspectiva de la Nueva Organización Industrial	Andrés E. Luengo	Febrer 2011
11.01	Monetary Policy Rules and Financial Stress: Does Financial Instability Matter for Monetary Policy?	Jaromír Baxa, Roman Horváth, Borek Vašíček	Gener 2011
10.10	Is Monetary Policy in New Members States Asymmetric?	Borek Vasicek	Desembre 2010
10.09	CO2 emissions and economic activity: heterogeneity across countries and non stationary series	Matias Piaggio, Emilio Padilla	Desembre 2010
10.08	Inequality across countries in energy intensities: an analysis of the role of energy transformation and final energy consumption	Juan Antonio Duro, Emilio Padilla	Desembre 2010
10.07	How Does Monetary Policy Change? Evidence on Inflation Targeting Countries	Jaromír Baxa, Roman Horváth, Borek Vašíček	Setembre 2010
10.06	The Wage-Productivity Gap Revisited: Is the Labour Share Neutral to Employment?	Marika Karanassou, Hector Sala	Juliol 2010
10.05	Oil price shocks and labor market fluctuations	Javier Ordoñez, Hector Sala, Jose I. Silva	Juliol 2010
10.04	Vulnerability to Poverty: A Microeconomic Approach and Application to the Republic of Haiti	Evans Jadotte	Juliol 2010
10.03	Nuevos y viejos criterios de rentabilidad que concuerdan con el criterio del Valor Actual Neto.	Joan Pasqual, Emilio Padilla	Maig 2010
10.02	Memory in Contracts: The Experience of the EBRD (1991-2003)	Lionel Artige, Rosella Nicolini	Març 2010
10.01	Language knowledge and earnings in Catalonia	Antonio Di Paolo, Josep Lluís Raymond-Bara	Febrer 2010
09.12	Inflation dynamics and the New Keynesian Phillips curve in EU-4	Borek Vasicek	Desembre 2009
09.11	Venezuelan Economic Laboratory The Case of the Altruistic Economy of Felipe Pérez Martí	Alejandro Agafonow	Novembre 2009