
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y GRANDES CIUDADES

Energy transition and great cities
Transição energética e grandes cidades

Genís Riba Sanmartí¹  & Carles Riba Romeva¹ 

¹ Centro de Diseño de Equipos Industriales, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona-España. Correo: genis.riba@cdei.upc.edu, carles.riba@upc.edu

Fecha de recepción: 01 de junio de 2021

Fecha de aceptación: 27 de agosto de 2021.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El presente trabajo analiza la relación entre la energía y las grandes ciudades en el actual contexto de transición energética de los fósiles hacia las fuentes renovables **OBJETIVO.** La historia muestra que las ciudades han crecido con la capacidad para asegurar su metabolismo, o sea el intercambio de energía y materia con su contexto geográfico. **MÉTODO.** Se establece una doble correlación: el tamaño de las ciudades históricas con sus bases energéticas y, para las grandes metrópolis actuales, se estima el área circundante para alimentar a sus poblaciones. **RESULTADOS.** En un contexto sin fósiles, los límites de la productividad agraria y el encarecimiento relativo del transporte conllevarán retos de primera magnitud para las grandes ciudades, especialmente en lo que atañe a la alimentación humana. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Todo ello hace pensar en un freno a la globalización de los bienes materiales básicos, en la revalorización de las actividades de proximidad y, probablemente, la paralización del gigantismo de las ciudades y su mayor vinculación con los entornos en base a una economía circular.

Palabras claves: grandes ciudades, energía, transporte, alimentación.

ABSTRACT

INTRODUCTION: This paper analyses the relationship between energy and large cities in the current context of the energy transition from fossils to renewable sources **OBJECTIVE.** History shows that cities have grown with the capacity to ensure their metabolism, that is, the exchange of energy and matter with their geographical context. **METHOD.** A double correlation is established: the size of historic cities with their energy bases and, for today's large metropolises, the surrounding area is estimated to feed their populations. **RESULTS.** In a context without fossils, the limits of agricultural productivity and the relative increase in transport costs will pose challenges of the first magnitude for large cities, especially with regard to human nutrition. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** All this suggests a strike in the globalization of basic material goods,





the revaluation of local activities and, probably, the paralysis of the gigantism of cities and their greater link with the environment based on a circular economy.

Palabras clave: big cities, energy, transport, food.

RESUMO

INTRODUÇÃO: Este artigo analisa a relação entre energia e grandes cidades no contexto atual de transição energética de fontes fósseis para fontes renováveis **OBJETIVO.** A história mostra que as cidades cresceram com a capacidade de garantir seu metabolismo, ou seja, a troca de energia e matéria com seu contexto geográfico. **MÉTODO.** Estabelece-se uma dupla correlação: o tamanho das cidades históricas com suas bases energéticas e, para as grandes metrópoles de hoje, estima-se que o entorno possa alimentar suas populações. **RESULTADOS.** Em um contexto sem fósseis, os limites da produtividade agrícola e o aumento relativo dos custos de transporte representarão desafios de primeira grandeza para as grandes cidades, especialmente no que diz respeito à nutrição humana. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** Tudo isso sugere um freio à globalização dos bens materiais básicos, a revalorização das atividades locais e, provavelmente, a paralisação do gigantismo das cidades e sua maior vinculação com o entorno baseada na economia circular.

Palavras-chave: grandes cidades, energia, transporte, alimentação.

INTRODUCCIÓN

Las civilizaciones se estructuran en torno a las ciudades como centros que aglutinan el poder, la administración de excedentes, la comunicación, el comercio, o la producción científico-técnica y artística. Para mantener su funcionalidad, las ciudades requieren influjos constantes de recursos, siendo los más básicos la energía, los alimentos y el agua [1][2].

Estos recursos se han obtenido tradicionalmente de los territorios colindantes bajo su área de influencia. La amplitud del área de influencia está relacionada con la capacidad de transportar alimentos desde el lugar de producción hasta la urbe, condición especialmente crítica en el caso de productos frescos. A medida que la tecnología y la energía disponible fue aumentando, las zonas urbanas fueron creciendo con el excedente de población rural, precisamente creado por la mejora de la tecnología y la energía disponible [3].

Los combustibles fósiles, y en particular los derivados del petróleo, han permitido ampliar la distancia de abastecimiento de las ciudades hasta hacerla global, y romper los así límites de crecimiento de las ciudades impuestos por las limitaciones propias de su territorio [4][5]. Además, el comercio exterior permite intercambiar los excedentes propios -ya sea de bienes o de servicios- por elementos de los que se carece de forma local, ya sean alimentos, materias primas o productos elaborados. Solo a través de la ampliación del área de influencia y del comercio exterior se puede explicar la existencia





de las grandes urbes, especialmente de aquellas cuyo territorio está muy limitado geográficamente, como Seúl, o bien es muy improductivo, como Riad, o incluso que carece totalmente de territorio, como sería el caso de Singapur [6].

En este trabajo se analiza la relación de las grandes ciudades y la energía desde dos puntos de vista: la incidencia de los combustibles fósiles en la evolución de las grandes ciudades desde una perspectiva histórica y las eventuales superficies de proximidad necesarias para alimentar las grandes metrópolis en un futuro energético sin fósiles.

MÉTODO

El presente estudio analiza el tamaño de las grandes ciudades desde dos puntos de vista. En primer lugar, se determina el tamaño de las ciudades históricas, relacionándolo con sus bases energéticas. La segunda parte se centra en las grandes metrópolis actuales, para las que se estima el área circundante para alimentar a sus poblaciones.

La estimación del tamaño de las grandes urbes históricas se ha hecho en base a la revisión de la literatura historiográfica del tema. Las estimaciones históricas de población difieren ampliamente dependiendo de los autores y métodos, pero en todos los casos muestran poblaciones máximas que no superan el millón y medio de habitantes, quedando en su mayoría alrededor de un millón [7]–[9]. Este estudio ha tomado como referencia las estimaciones de Morris [9].

El estudio de las metrópolis actuales ilustra el impacto territorial de la alimentación humana mediante círculos alrededor de las ciudades que representan las áreas de alimentación definidas bajo las siguientes hipótesis:

- a) Se incluyen los cultivos forrajeros y para piensos, pero no los prados;
- b) Se descartan los cultivos no alimentarios (fibras, caucho, biocarburantes);
- c) Se excluyen las superficies de los desiertos, que representan aproximadamente un tercio de las tierras emergidas.

A partir de estas hipótesis y los datos de FAOSTAT [10], se ha obtenido que en 2018, la media mundial en tierras de cultivo para alimentación era de 0,18 hectáreas por habitante (ha/hab), cuya repercusión sobre el territorio (ya que no todas las superficies son disponibles para cultivos) es de 1,32 ha/hab.

Para la realización de los cálculos de superficies y sus representaciones gráficas, se ha utilizado el mismo valor de 1,32 ha/hab en todas las aglomeraciones urbanas, independientemente de su localización, renta media u otras consideraciones. Se puede objetar que estos valores pueden variar sensiblemente entre distintas regiones del mundo en función de la geografía, el clima o las dietas alimentarias, lo que es cierto. Sin embargo, dada la globalización creciente de la producción de alimentos básicos (especialmente los cereales) el valor de la media mundial proporciona una percepción del impacto territorial de la alimentación de las poblaciones de las grandes ciudades.





Los datos de población proceden de Demographia [11] en base a criterios uniformes para delimitar las aglomeraciones de más de 500.000 habitantes del mundo, y se refieren a áreas urbanas que pueden incluir múltiples núcleos urbanos o divisiones administrativas. La delimitación de una aglomeración urbana incluye criterios de densidad y de continuidad.

RESULTADOS

Incidencia de los combustibles fósiles en la evolución de las grandes ciudades

La disponibilidad de energía de las sociedades humanas hasta el siglo XIX estaba limitada prácticamente al presupuesto solar a través de los diversos mecanismos de transformación y aprovechamiento de recursos naturales o artificiales. En efecto, la energía solar impulsa el crecimiento de plantas cultivadas o silvestres que sirven como alimentos para personas y ganado que forman la fuerza de trabajo, y de los combustibles empleados para cocinar o calentarse (madera y carbón vegetal) y, complementariamente, es la base de las energías renovables basadas en el ciclo del agua o las fuerzas eólicas.

A lo largo de la historia, las ciudades de las sociedades sometidas a las limitaciones del presupuesto solar han conseguido llegar hasta un millón o un millón y medio de habitantes como máximo, gracias siempre a un elevado nivel de organización y sobre todo al control de vastas extensiones de territorio. La pionera fue Roma, cuyo imperio sobre el Mediterráneo durante los primeros siglos de la era actual permitió que una ciudad superase por primera vez el millón de habitantes, muy por encima de otras ciudades como Cartago o Alejandría. Cuando en el siglo IV se dividió el imperio y Roma dejó de ser la capital, su población descendió hasta valores del orden de los 50.000 habitantes (Figura 1).

La siguieron en varios lugares del mundo y con culturas muy diversas ciudades como Bagdad o las capitales de los sucesivos imperios chinos (Chang'an, Kaifeng, Hangzhou, Jinling, Pekín), con poblaciones máximas en torno al millón de habitantes y gracias al control de grandes extensiones de territorio [9], siempre con la disminución de su población con la decadencia del poder que las habían sostenido. La extensión del imperio y la capacidad de comerciar con sociedades lejanas estaba condicionada a la disponibilidad de energía, lo que explica por qué el límite de población máxima de las zonas urbanas se mantiene tan constante a lo largo de veinte siglos en escenarios tan diversos: la energía máxima disponible fue más o menos constante hasta el s. XIX, limitada por el presupuesto solar

El uso de los combustibles fósiles a partir del s. XIX supone un gran influjo de energía adicional que rompe las limitaciones del presupuesto solar y supone un cambio radical en la forma en que las ciudades pueden obtener sus recursos. La expansión de las redes de transporte, primero basadas en carbón y posteriormente en petróleo, permite expandir el territorio de influencia de las ciudades hasta hacerlo global, eliminando



de esta manera las carencias del territorio cercano y permitiendo la explosión demográfica de las ciudades. Empezando por Londres, cuna de la industrialización y el uso de combustibles fósiles, y con Nueva York tomando el relevo unas décadas después, el número de grandes aglomeraciones urbanas ha ido aumentando hasta el punto de que actualmente hay 36 conurbaciones con poblaciones superiores a los 10 millones de habitantes, entre las que destaca Tokio-Yokohama con 39 millones, y 360 aglomeraciones por encima de 1,5 millones de habitantes [11].

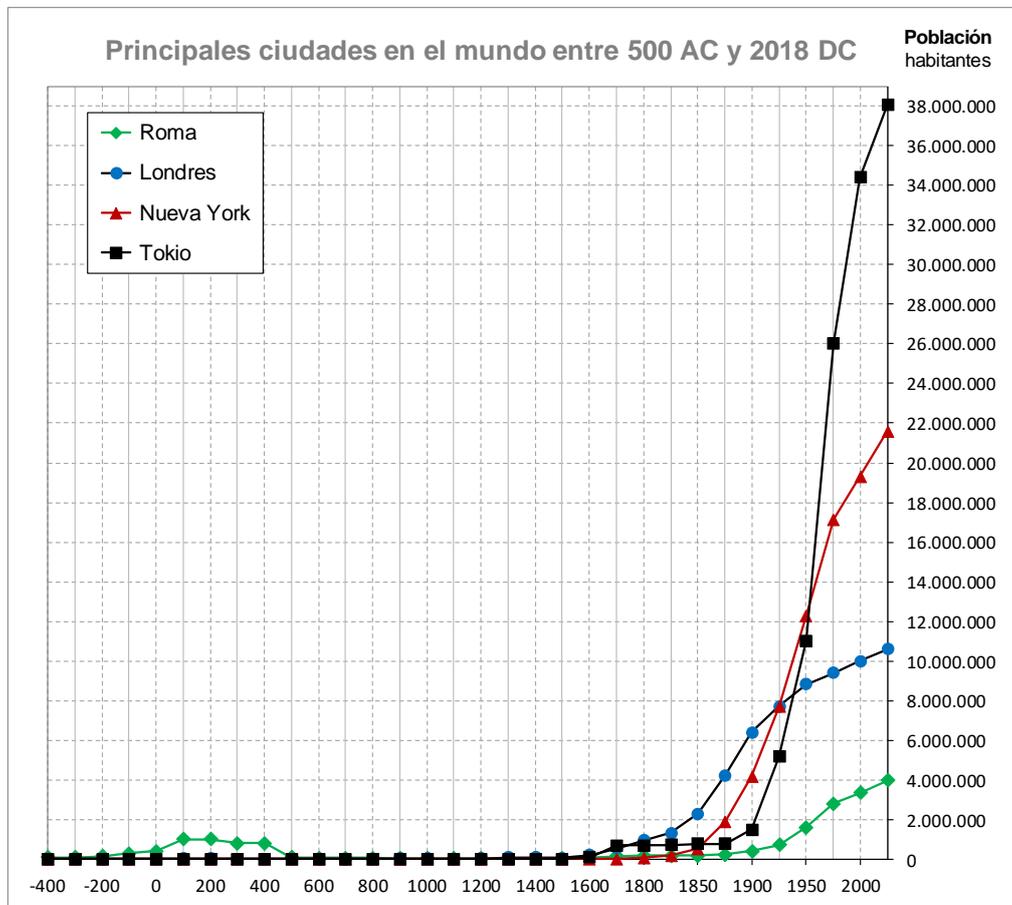


Figura 1. Población de las áreas urbanas más populosas del mundo a lo largo de la historia. La escala de tiempos posterior a 1800 es 4 veces más dilatada. Elaboración por los autores a partir de Morris [9] y Demographia [11].

Esta proliferación de grandes urbes se sustenta en mejoras en las tecnologías de producción y los modelos organizativos, pero sobre todo en la ampliación del territorio al que pueden acceder gracias a la aportación del territorio difuso, que es el territorio que no corresponde por localización espacial o temporal en una ciudad pero que se utiliza para satisfacer sus necesidades [12].

Los combustibles fósiles forman parte del territorio difuso temporal, es decir, del uso de la energía solar de otras épocas concentrado en forma de materia orgánica fosilizada. Por tanto, los combustibles fósiles nos han permitido el uso de grandes cantidades de energía a los que normalmente no tendríamos acceso, y que están en la base



del crecimiento económico y demográfico, y de la expansión de las ciudades desde el s. XIX.

Superficie de proximidad para alimentar las grandes aglomeraciones urbanas

El metabolismo urbano de las grandes ciudades es un tema extraordinariamente complejo en el que debe asegurarse el suministro de alimentos, energía, agua y bienes de primera necesidad a millones de personas, así como el tratamiento de los residuos y desechos que esta misma población origina. De todos ellos, la alimentación humana es el más insoslayable y el que requiere más recursos de territorio. El uso de los combustibles fósiles y su incidencia en el transporte permitió en una primera etapa ampliar en gran medida el alcance del abastecimiento de las ciudades que iniciaron la revolución industrial lo que impulsó un crecimiento no conocido hasta entonces: Londres pasa de una población cercana al millón de habitantes en 1800 a 6,4 millones de habitantes un siglo después.

Pero, además del transporte, hay otras consecuencias del uso de los combustibles fósiles: a partir de la segunda mitad del siglo XX se inicia la fabricación a gran escala de fertilizantes químicos, derivados de minerales escasos y que consumen más del 3% de la energía, y el bombeo masivo de agua, mucha de ella de acuíferos no renovables. Desde 1961 (primeros datos de la FAO), la población mundial se multiplica por 2,47, la producción de alimentos por 3,55 y las tierras mundiales de cultivo tan sólo por 1,55, ya con escasas posibilidades de crecer. El aumento de productividad (en 2018, cada hectárea rinde 2,42 veces más que en 1961) se puede transformar en una bomba de relojería al escasear la energía para los fertilizantes artificiales y el riego, y al irse agotando las reservas minerales de fosfatos, potasas y agua fósil, además del encarecimiento del transporte.



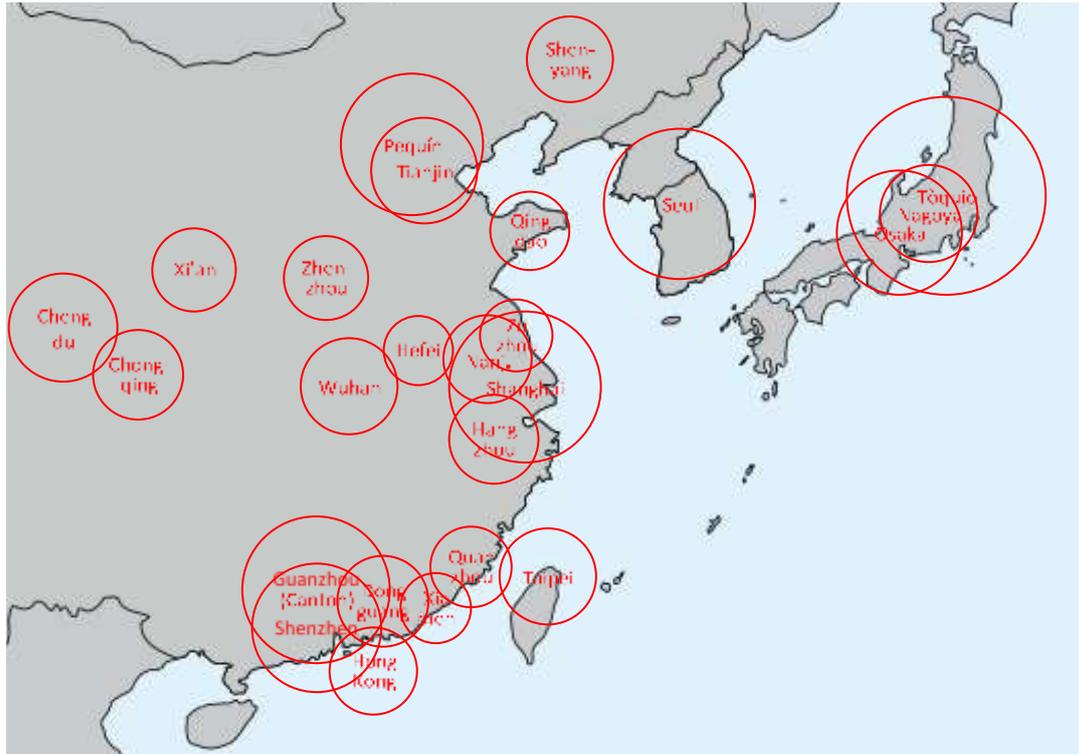


Figura 2. Representación de las superficies de alimentación para las aglomeraciones (o grandes ciudades) del Este de Asia que superan los 5 millones de habitantes (elaboración por los autores en base a los datos de Demographia [11] y FAOSTAT [10])

A continuación, se presenta el impacto territorial de las grandes ciudades de dos de las zonas más densamente pobladas del planeta. La Figura 2 muestra las ciudades de Asia Oriental (China, Corea y Japón), con los datos detallados en la Tabla 1. Para Asia Oriental se reflejan las aglomeraciones de más de 5 millones de habitantes.

Tabla 1. Principales ciudades de Asia Oriental

Rango	Ciudad	País	Población	km ²	hab/km ²	S.A. (km ²)
1	Tokio	Japón	39.105.000	8.231	4.751	517.196
6	Seúl	Corea del Sur	22.186.000	2.769	8.012	293.428
8	Shanghái	China	22.180.000	4.069	5.451	293.349
10	Guangzhou	China	21.489.000	4.341	4.950	284.210
13	Pequín	China	19.437.000	4.172	4.659	257.070
19	Osaka	Japón	15.490.000	3.020	5.129	204.868
25	Shenzhen	China	14.678.000	1.803	8.141	194.129
31	Chengdu	China	11.920.000	1.829	6.517	157.652
36	Tianjin	China	10.932.000	2.813	3.886	144.585

Ciudades de más de 10 millones de habitantes; 1ª columna: rango mundial; S.A. = Superficies de alimentación. Elaboración propia a partir de Demographia [11] y FAOSTAT [10]

Por su parte, la Figura 3 y la Tabla 2 muestran respectivamente la representación gráfica y los datos correspondientes a las necesidades de territorio de las aglomeraciones de más de dos millones de habitantes de la Unión Europea.



Figura 3. Representación de las superficies de alimentación para las aglomeraciones (o grandes ciudades) de la Unión Europea que superan los 2 millones de habitantes (elaboración por los autores en base a los datos de Demographia [11] y FAOSTAT [10])

Tabla 2. Principales ciudades de la Unión Europea

Rango	Ciudad	País	Población	km ²	hab/km ²	S.A. (km ²)
34	London	Reino Unido	11.120.000	1.738	6.398	147.071
35	Paris	France	11.027.000	2.844	3.877	145.841
74	Essen-Dusseldorf	Alemania	6.136.000	2.683	2.287	81.154
77	Madrid	España	6.006.000	1.365	4.400	79.434
91	Milán	Italia	4.994.000	1.880	2.656	66.050
99	Barcelona	España	4.768.000	1.072	4.448	63.061
125	Berlín	Alemania	4.026.000	1.368	2.943	53.247

Aglomeraciones urbanas de más de 4 millones de habitantes; 1^a columna: rango mundial; S.A. = Superficies de alimentación. Elaboración propia a partir de Demographia [11] y FAOSTAT [10]



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La energía fósil es el resultado de la acumulación y la concentración de la energía que recibió la Tierra del Sol durante centenares de millones de años en base a la captación de las plantas y la transformación de la materia de seres vivos en combinación con procesos geológicos.

Los dos últimos siglos se han caracterizado por la progresiva capacidad de los humanos en utilizar esta energía altamente concentrada de los fósiles (sin embargo, finita a escala humana) lo que ha permitido un desarrollo sin precedentes. Desde 1750 hasta 2018, los usos energéticos globales (fundamentalmente en base a fósiles) se han multiplicado casi por 50, mientras que la población humana ha crecido casi 10 veces; y la disponibilidad de energía por cápita, a pesar de las desigualdades sociales, ha aumentado 5 veces.

Esta expansión se ha realizado ignorando que los recursos fósiles, además de contaminantes y destructores del clima, son finitos (cada año se queman los fósiles generados durante un millón de años) y se están agotando. El paradigma fósil ha permitido a los humanos adaptarse a unas elevadas capacidades de producción y de suministro e ignorar los factores limitadores de los territorios mediante el comercio global y el transporte de mercancías a larga distancia. Muestra de ello es el despegue que lideró Londres a partir de 1800 con la Revolución Industrial y el uso del carbón, multiplicando la población por 6,5 en 100 años, y llegando en 1900 a una dimensión hasta entonces desconocida.

Con la disminución de los combustibles fósiles (ya sea por agotamiento progresivo de las fuentes o por la necesidad de evitar los peores efectos del cambio climático), habrá que volver a operar las sociedades humanas con el presupuesto solar [13]. La menor densidad energética del paradigma renovable post-fósil comportará un despliegue a una escala superior de infraestructuras en el territorio para la captación de energía lo que incidirá en un encarecimiento relativo de los insumos que han contribuido decisivamente al aumento de productividad de las tierras agrícolas, en especial los fertilizantes, el riego y la maquinaria.

Con la crisis de los fósiles, aumentará la necesidad de los territorios de recurrir a la producción local de productos endémicos, y menos a la importación de productos que no pueden obtenerse de forma local. Es el caso especialmente de productos frescos que necesitan un transporte relativamente rápido y en condiciones de buena conservación, pero también se notará en el caso de alimentos secos o de productos industriales. Ello implicará una reducción sustancial de la capacidad de fabricación y transporte de bienes, así como de obtención de materias primas. Estas capacidades reducidas propias del paradigma renovable post-fósil harán que el peso de la obtención de productos esenciales como son los alimentos y la energía vuelva a residir en el territorio próximo.

La reducción y encarecimiento de la capacidad de transporte de mercancías a larga distancia lleva implícita también la incapacidad de ignorar los factores limitadores





del territorio, que con el paradigma fósil se pueden eliminar fácilmente mediante el comercio con territorios que son excedentarios.

Así, el comercio intercontinental de fruta o de carne será más raro y costoso, y el modelo productivo basado en la deslocalización y el transporte a larga distancia perderá buena parte de su atractivo, por lo que es previsible una reversión, al menos parcial, del proceso de globalización por falta de energía [14].

En cuanto a la energía, el paradigma renovable post-fósil también hace hincapié en la captación y distribución local de la energía. Hay, sin embargo, diferencias importantes respecto al paradigma renovable pre-fósil. Así como antes del s. XIX el principal mecanismo de fijación y aprovechamiento de la energía solar era la fotosíntesis, de la que se obtienen los alimentos y la biomasa tradicional como combustible, con el apoyo de molinos de viento o de agua para procesos productivos o de velas por el transporte, las tecnologías actuales de captación y procesamiento de la energía permiten un aprovechamiento mucho más elevado del recurso solar y sus derivados -hidráulica, eólica, biomasa ...- y una eficaz conversión directa a energía eléctrica de alta calidad (especialmente a través de las energías eólica, fotovoltaica e hidroeléctrica). Esta diferencia permitirá mantener un nivel de confort similar al actual en los países desarrollados, siempre que se hagan los cambios profundos a nivel de organización social, productiva y territorial que requiere el retorno al presupuesto solar.

Debido a la baja densidad de potencia que presentan las fuentes renovables, su captación implica un impacto sustancial sobre el territorio [15]. Este impacto se debe compatibilizar con los otros usos del territorio, especialmente los que tienen un gran impacto territorial como son la agricultura y la ganadería, así como el territorio artificializado, que incluye zonas urbanas, industriales e infraestructuras. Todo ello respetando las zonas boscosas, que tienen valor ecológico con respecto al mantenimiento de la biodiversidad, pero que también tienen efectos muy deseables por las actividades humanas como es su papel en la preservación de suelos y la captación de aguas, además de ser un elemento clave en la mitigación del cambio climático por su capacidad de fijar CO₂ [16].

También hay que tener en cuenta que para maximizar la eficiencia del sistema, y por tanto el beneficio que se obtiene de las infraestructuras de captación, tanto a nivel energético como económico, conviene situarlas cerca de los centros de consumo. Esta proximidad al centro urbano hace que la competencia por el territorio con otros usos sea más intensa, y que se deban dar prioridades según las características de la zona y su población, respetando por ejemplo los terrenos de alto valor agrario o ecológico por encima de usos industriales o de captación energía, así como compatibilizando en la medida de lo posible la captación energética con otros usos o ubicándola en terrenos de otra forma improductivos.

El gigantismo de las ciudades, un factor de riesgo

Los datos de Demographia [11] sobre grandes ciudades muestran hasta qué punto se ha generalizado la tendencia a su crecimiento. En la edición de 2021 (datos de 2018), consigna la existencia de 11 aglomeraciones urbanas de más de 20 millones de





habitantes (tres de ellas, Tokio, Yakarta y Delhi con más de 30 millones), 79 ciudades más entre 5 y 20 millones de habitantes, 442 ciudades más entre 1 y 5 millones de habitantes (hoy día 532 ciudades del mundo superan el millón de habitantes que, por vez primera, Roma alcanzó a inicios de nuestra era, y otras 453 ciudades están comprendidas entre 0,5 y 1 millón de habitantes. Todas ellas suman 2.270 millones de personas, el 51,4% de la población urbana y el 30% de la población mundial.

El metabolismo de estas grandes ciudades ha sido concebido para funcionar con combustibles fósiles. Una parte importante de su proveimiento procede de mercados globales, lo que requiere un gran volumen de transporte a larga distancia. En lo referente al proveimiento de alimentos, presupone la explotación de una gran cantidad de tierras de gran productividad (generalmente a mucha distancia de los consumidores) que exigen elevados inputs en fertilizantes químicos, riego y maquinaria todos muy ellos intensivos en una energía que procede de los yacimientos fósiles.

Los autores tienen elementos para afirmar que es factible en las próximas décadas la transición energética de los combustibles fósiles a un sistema de energías renovables. Sin embargo, el paradigma fósil es radicalmente distinto al paradigma renovable en desarrollo; por ello, para asegurar una transición energética sin colapso no son suficientes los análisis simples de tendencias ni las acciones parciales inconexas. Hay que ir mucho más allá y construir un modelo de transición que, partiendo de la realidad de hoy día, establezca los recursos disponibles en la tierra (alimentos, agua, energía, clima, infraestructuras) y proyecte las acciones, los plazos y los actores (ciudadanía empresas, administraciones) para llevarlas a término.

En este nuevo contexto, el análisis del metabolismo de las grandes ciudades (alimentación, agua, energía, productos de primera necesidad, transporte, residuos, etc.) es parte esencial del modelo propugnado en el punto anterior. En el nuevo paradigma renovable, probablemente habrá que revertir su crecimiento.



DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran la no presencia de conflicto de intereses.

APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este artículo se enmarca en la línea de investigación sobre el metabolismo social de las urbes y los territorios, tema central de la tesis doctoral de Genís Riba, dirigida por los doctores Carles Riba y Raúl Velasco.

REFERENCIAS

- [1] A. Grübler, D. J. Fisk, and D. Fisk, *Energizing Sustainable Cities: Assessing Urban Energy*. Earthscan, 2013.
- [2] J. Hart, *Towns and Cities: Function in Form: Urban Structures, Economics and Society*. Ashgate, 2015.
- [3] U. Giseke *et al.*, *Urban Agriculture for Growing City Regions: Connecting Urban-Rural Spheres in Casablanca*. Taylor & Francis, 2015.
- [4] P. Droege, *Urban Energy Transition: From Fossil Fuels to Renewable Power*. Elsevier Science, 2011.
- [5] P. Newman, T. Beatley, and H. Boyer, *Resilient Cities, Second Edition: Overcoming Fossil Fuel Dependence*. Island Press, 2017.
- [6] P. Y. Tan and C. Y. Jim, *Greening Cities: Forms and Functions*. Springer Singapore, 2017.
- [7] T. Chandler, *Four thousand years of urban growth : an historical census*. Lewiston, N.Y., U.S.A.: St. David's University Press, 1987.
- [8] G. Modelski, *World cities : -3000 to 2000*. Washington, D.C.: Faros 2000, 2003.
- [9] I. Morris, *Social Development*. Stanford University, 2010.
- [10] FAO, "FAOSTAT," 2021. <http://www.fao.org/faostat/es/#data> (accessed Jun. 24, 2021).
- [11] Demographia, *Demographia World, Urban Areas*. Demographia, 2021.
- [12] W. R. Catton, *Overshoot : the ecological basis of revolutionary change*. Urbana and Chicago: University of Illinois press, 1982.
- [13] C. Riba, *Recursos energéticos i crisi : la fi de 200 anys irrepitibles*. Barcelona: Octaedro, 2012.
- [14] F. Curtis, "Peak globalization : Climate change , oil depletion and global trade," *Ecol. Econ.*, vol. 69, no. 2, pp. 427–434, 2009, doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.08.020.
- [15] R. Sans Rovira and E. Pulla Escobar, *El col·lapse és evitable*, 1st ed.



Barcelona: Octaedro, 2014.

- [16] E. Furró, *Catalunya, aproximació a un model energètic sostenible*. Octaedro, 2016.

NOTA BIOGRÁFICA



Genís Riba Sanmartí. **ORCID iD**  <http://orcid.org/0000-0002-9930-915X>

Es Ingeniero Industrial intensificación en Técnicas Energéticas y doctorando por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Su línea de investigación principal (objeto de su doctorado) es sobre la obtención y usos globales de la energía en territorios subregionales y su relación de la transición energética. Actualmente es investigador del CDEI-UPC (Centro de Diseño de Equipos Industriales de la Universitat Politècnica de Catalunya), Barcelona (España).



Carles Riba Romeva. **ORCID iD**  <http://orcid.org/0000-0002-7979-387X>

Es Doctor Ingeniero Industrial (1976) por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Ha sido profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica desde 1971 hasta 2017. En 1999 crea i dirige CDEI-UPC (Centro de Diseño de Equipos Industriales) y el Máster EMEI (Ingeniería Mecánica y Equipos Industriales). Su investigación se ha centrado en metodologías de diseño de maquinaria y equipos industriales y, en los últimos años, en la transición energética. Autor en numerosos artículos en revistas y escritos en congresos y de unos 20 libros técnicos (3 de ellos sobre energía). Desde 2017 es profesor emérito de la UPC. Desde 2012 preside la asociación CMES (Colectivo para un nuevo modelo energético y social sostenible).





This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



Riba, G. Riba, C. Transición energética y grandes ciudades.
Julio – Diciembre 2021
<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i3.368>

