

# La vulnerabilidad energética asociada a la movilidad motorizada

The energy vulnerability linked to motorized mobility

**Ana Sanz Fernández\***

*Fecha de superación del Tribunal Fin de Máster: 09.09.2012*

*Tutor: Agustín Hernández Aja*

## Resumen

*El concepto de vulnerabilidad energética describe la situación a la que se pueden enfrentar aquellos niveles de renta cuyo patrón de movilidad deje de ser económicamente viable por el incremento de los costes del petróleo. Teniendo en cuenta que la movilidad laboral es un gasto prioritario para evitar la exclusión social que supone la pérdida del empleo, el aumento de los gastos en esa partida presupuestaria familiar puede derivar en dos situaciones, ambas involuntarias, que serían la necesidad de destinar una mayor cantidad de recursos al transporte (pudiendo entonces aparecer privaciones en otras esferas) o la obligación de cambiar los patrones de movilidad. El objetivo de esta investigación es desarrollar este concepto, ponerlo en relación con dos conceptos directamente vinculados, exclusión social vinculada al transporte y pobreza energética, y aplicar en el área metropolitana de Madrid la metodología desarrollada, detectando los de espacios urbanos energéticamente vulnerables y explicitando las relaciones de este fenómeno con la disciplina.*

## Palabras clave

*Vulnerabilidad energética, exclusión social vinculada al transporte, pobreza energética, pico del petróleo, área metropolitana.*

## Abstract

*The concept of energy vulnerability describes the situation that may face those income levels that have a mobility pattern which is no longer economically viable due to rising oil costs. Given that labor mobility is a priority spending to avoid social exclusion caused by job loss, increased expenses in that family budget can result in two situations, both involuntary, that would be the need for a greater amount of resources to transport (in that case, deprivation can then appear in other areas) or the obligation to change mobility patterns. The objective of this research is to develop this concept, put on two concepts directly related, transport related social exclusion and fuel poverty, and applied in the Madrid metropolitan area the methodology developed by detecting the urban spaces which are energy vulnerable and explaining relationship of this phenomenon with discipline.*

## Keywords

*Energy vulnerability, transport related social exclusion, fuel poverty, peak oil, metropolitan area.*

---

\*Ana Sanz Fernández es arquitecta y alumna de postgrado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. [anasanzfdez@gmail.com](mailto:anasanzfdez@gmail.com)

## 1. Introducción

El crecimiento urbano asociado a la industrialización ha aumentado las distancias existentes dentro de las ciudades, haciendo cada vez más necesario el uso de medios mecánicos de transporte. Del mismo modo, allí donde se ha producido una amplia motorización de la sociedad, la hegemonía del automóvil privado ha fomentado un crecimiento cada vez más disperso que imposibilita el uso de cualquier otro medio alternativo de transporte.

Sin embargo el uso intensivo de estos medios de transporte trae consigo una serie de problemas sociales, ya que para su funcionamiento requieren cantidades ingentes de energía, un coste que nunca podrá permitirse toda la población mundial y que creará desigualdades crecientes (ILLICH, 1974). Aparecen entonces los pobres energéticos, aquellos que no pueden acceder a determinados recursos (puestos de trabajo, servicios públicos, equipamientos comerciales, lugares de ocio, etc.) por carecer de recursos para pagarse el transporte necesario para llegar a ellos.

### Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo es abrir una línea de investigación que permita demostrar que la dependencia del petróleo en el ámbito del transporte urbano de Madrid y el previsible incremento de los precios de los combustibles fósiles, pueden provocar situaciones de vulnerabilidad en determinadas áreas de la ciudad a cualquier nivel de renta (incluidas las rentas medias, tradicionalmente excluidas de estos tipos de análisis).

Para ello se definirá el concepto de vulnerabilidad energética, se pondrá relación con otros conceptos ya utilizados por la literatura especializada (tales como *transport related social exclusion*), se desarrollará una metodología que permita detectar los espacios urbanos vulnerables en términos energéticos (y por tanto, los que tendrían una prioridad a la hora de implantar políticas de mejora) y se aplicará al área metropolitana de Madrid.

### Hipótesis

La hipótesis de la que se parte es que para poder mantener la movilidad en vehículo privado no es suficiente con poseer carnet de conducir y/o coche, sino que hay que tener capacidad económica para afrontar dicho gasto, que se va a ver incrementado debido al incremento de los precios del petróleo (también en aquellos casos en los que la movilidad sea mediante transporte público). Además, no se considera que sea posible la reducción de las necesidades de movilidad (se presupone la movilidad como un gasto que se priorizaría dentro de los gastos familiares, asimilable al pago de la vivienda, por ejemplo), ya que las necesidades de movilidad están directamente vinculadas con la inclusión en el mundo laboral, y así como otros estudios se habla de la falta de inclusión social de la gente que no tiene acceso al transporte por estar excluidos del mundo laboral, en este estudio se considera que aquellos que ya cuentan con un trabajo van a priorizar la partida presupuestaria de sus gastos familiares que se destine a la movilidad laboral, precisamente para evitar esa situación de exclusión.

### Área de estudio

Se ha elegido el área metropolitana de Madrid ya que ésta es un claro ejemplo de área metropolitana en torno a una gran ciudad. El crecimiento de las últimas décadas, sin embargo, ha moderado la macrocefalia previa y en la actualidad el municipio central sólo supone poco más de la mitad de la población total del área urbana, que puede circunscribirse sin mucho margen de error a la Comunidad de Madrid, ente administrativo inmediatamente superior. El desarrollo

disperso del área urbana se ha sustentado sobre una inmensa inversión en infraestructuras de transporte, por carretera y ferrocarril, de tal forma que, según COLOMER E INSA (2006) en la Comunidad de Madrid “el transporte del área metropolitana supone cerca del 68% del consumo total de energía por los transportes”.

## 2. Estado del arte

### Localización residencial y transporte

Uno de los primeros modelos de relación entre localización residencial y transporte es el de ALONSO (1964), que plantea un esquema simple en que el presupuesto familiar se reparte entre renta residencial y gasto de transporte. Este esquema asume que la vivienda es más barata cuanto más alejada del centro esté, en tanto que el gasto en transporte crece con la distancia al centro. Sin entrar a analizar otros factores de importancia<sup>1</sup>, las limitaciones del modelo son evidentes: en primer lugar, al reducir la dimensión del transporte al gasto total, no tiene en cuenta otros aspectos (tiempo de viaje, adecuación del medio al tipo de desplazamiento, disponibilidad de medios alternativos); en segundo lugar, da por hecho que el centro es el único punto atractor de desplazamiento, lo cual no parece cumplirse en las condiciones actuales, donde se ha desdibujado el centro trasladándose muchas de sus actividades a otras localizaciones. La ciudad dispersa, la *edge city*, o las regiones urbanas ya no responden al esquema simple de Alonso.

El característico régimen de tenencia de la vivienda en España (con abrumadora mayoría de propietarios) tiende a reducir al máximo la movilidad residencial, especialmente en la actual coyuntura de depresión del mercado inmobiliario y descenso de los precios de la vivienda; por ello, no se ha contemplado la movilidad residencial como alternativa para reducir los costes del transporte.

### Renta y transporte

#### Pobreza

Durante las últimas décadas, se ha ido ampliando y haciendo más complejo el término “pobreza”. El origen de esta evolución es la necesidad de dar cabida a las distintas formas en las que las carencias o situaciones de privación afectan a las personas. Partiendo del concepto de “pobreza absoluta” (una cuantía económica universal, aplicable a cualquier situación, por debajo de la cual las necesidades no estarían cubiertas), se ha llegado a otros como el de “pobreza relativa” (que dependerá del contexto socioeconómico en el que se quiera medir), “pobreza subjetiva” (que se evaluará en función de la percepción del sujeto sobre su situación económica) o “privación multidimensional”, intentando éste último no sólo evaluar una cuestión monetaria, sino las privaciones a las que se ve abocado un sujeto aunque sobrepase los rangos establecidos en las anteriores definiciones. Dentro de este contexto, se podría considerar como un tipo de privación la imposibilidad de transportarse o que esto suponga un porcentaje muy elevado de la renta de una familia. Este concepto, puede vincularse de manera sencilla con el de pobreza energética (*fuel poverty*) que ya se ha utilizado en la literatura relacionada con exclusión social vinculada al campo de la arquitectura y la construcción (HILLS, 2011).

---

<sup>1</sup> Además de estos factores, también hay factores de localización en el espacio urbano directamente vinculados con el mercado inmobiliario y con la renta media de los espacios urbanos, como cuenta ROCH (2008).

## Movilidad y exclusión social

La necesidad de altos niveles de movilidad asociados a bajos niveles de renta supone un factor de riesgo (de exclusión social, de pobreza, etc.) que provoca la falta de acceso a algunos servicios e incluso reducción de las posibilidades de acceso al mundo laboral. Esta ha sido la visión que ha vertebrado numerosos estudios sobre transporte y exclusión social que se han realizado hasta ahora.

En la mayoría de estos estudios se ha hablado de inclusión social ya que se entendía que el acceso a cualquier parte del área metropolitana gracias a la existencia de transporte público permitía que éste funcionara como un elemento integrador y de inclusión de todos los ciudadanos (VEGA CENTENO, 2004).

Cuando se han estudiado estos temas se hacía especial hincapié en cuestiones como poder acceder al trabajo o a los servicios mediante transporte público o bien que el entorno fuera lo suficientemente complejo como para poder permitir ese acceso a pie. El escenario que se plantea en la mayoría de estos estudios no es el de la evolución de la movilidad de la población, sino el análisis de la situación existente: espacios urbanos cuya conexión con el resto del área urbana es deficitaria o inexistente, rentas tan bajas que no pueden permitirse el uso de ningún tipo de transporte, ni público ni privado, etc. Se plantean escenarios en los que la población no accede al sistema de transporte por falta de renta y que, de facto, ya han renunciado a la movilidad y en los que los espacios urbanos analizados suelen tener características comunes: barrios de rentas bajas, físicamente aislados y con carencias muy graves de transporte público en los que la falta de movilidad implica la imposibilidad de lograr un acceso al mundo laboral. En algunos de ellos se llega a decir que “la situación de pobreza condiciona las pautas de movilidad” (AVELLANEDA, 2008).

En otra rama de los estudios de movilidad y exclusión social se incorpora el concepto de *transport related social exclusion* y en ellos se explica cómo la carencia de movilidad puede ser, en sí misma, una causa de exclusión social sin necesidad de que esté asociada a otro tipo de privaciones (LUCAS, 2012).

## Energía y transporte

Otro de los elementos a tener en cuenta dentro del análisis de la vulnerabilidad asociada al transporte es el pico del petróleo y el incremento del precio del mismo, ya que podemos suponer que los costes del transporte (tanto públicos como privados), se van a incrementar en los próximos años (SEMPERE y TELLO, 2007). La accesibilidad, tanto al mercado laboral como a determinados servicios, podría venir de la mano de la proximidad o de la movilidad, pero en la situación actual y debido a la configuración de nuestras áreas metropolitanas es la última la que permite acceder a las oportunidades de la ciudad. Esto, sin lugar a dudas, ha convertido nuestro patrón de movilidad en algo totalmente dependiente de los combustibles fósiles, cuya accesibilidad económica histórica ha fomentado la ya mencionada conformación de nuestras ciudades. El resultado del llamado *peak oil* podrían ser unas ciudades que, siendo dependientes por completo de la movilidad en automóvil, se enfrentan a la incertidumbre de unos precios crecientes del combustible, variable que hasta ahora se despreciaba. Es importante remarcar que la subida del precio del petróleo no va a ser sino un detonante coyuntural del problema estructural que supone que la movilidad sea dependiente de los combustibles fósiles.

### 3. Análisis del área metropolitana de Madrid

#### Planteamiento

Entendemos como vulnerabilidad energética aquella situación de riesgo en la que se encuentran las personas y hogares que dependen en gran medida del transporte para llevar a cabo sus actividades cotidianas y que pueden verse obligadas a cambiar sus hábitos, bien modificando su patrón de movilidad, bien renunciando a otros gastos, al enfrentarse a nuevas subidas del combustible. Esta situación depende, por supuesto, de los niveles de renta y del patrón de movilidad, pero también de otros factores asociados las características del lugar de residencia o a la localización del trabajo.

Si sumamos esta dependencia del vehículo privado a la dinámica de subida de precios de los combustibles fósiles que no tiene visos de cambiar, se dibuja un panorama en el que por cuestiones meramente económicas los patrones de movilidad de parte de la sociedad pueden llegar a verse seriamente afectados. Desde la visión de la vulnerabilidad energética se vinculan dos conceptos que la literatura ya ha tratado pero que no estaban vinculadas de manera directa: *fuel poverty* y *transporte related social exclusion*.

Si además incorporamos la pérdida de poder adquisitivo de las familias, este problema, el de la vulnerabilidad energética asociada al transporte, puede que no sólo afecte a unos determinados niveles de renta, sino también a otros estratos que se vean en la necesidad de modificar sus patrones de movilidad, la composición de los gastos familiares o ambos aspectos, ya que tienen una dependencia muy elevada de modos de transporte motorizados (especialmente del vehículo privado) bien sea por la distancia a cubrir o por la ausencia de medios de transporte alternativos para acceder a los servicios básicos y cotidianos.

Hasta ahora se ha visto y se ha analizado la movilidad desde el enfoque estático de la realidad y de cómo ha funcionado hasta el momento actual. Como complemento a este análisis esta investigación busca un enfoque dinámico que plantee la evolución de los patrones de movilidad en función de la evolución de los precios del petróleo y de los niveles de renta. De esta forma, se va a estudiar la situación de aquellos espacios urbanos altamente dependientes del coche y que quizá no dispongan de alternativas eficaces de transporte público. Esta situación hasta ahora no suponía un problema ya que el patrón de movilidad, basado fundamentalmente en el vehículo privado, tenía un coste que podían asumir sus residentes.

Esta hipótesis sería, cuanto menos complementaria, de la expuesta por AVELLANEDA (2008) cuando habla de que “la pobreza condiciona la movilidad” ya que en este caso, la necesidad de mantener unas determinadas pautas de movilidad podrían revertir en un “descenso” en la escala social o que las familias se encuentren en situación vulnerable por la necesidad de priorizar la partida presupuestaria relacionada con la movilidad frente a otras partidas. En un momento dado esto podría provocar que la movilidad condicione o provoque otras privaciones.<sup>2</sup>

Así, en el caso de un incremento de los precios del petróleo, los residentes en esos espacios tendrán que realizar modificaciones en sus patrones de gasto (asumiendo privaciones en otras

---

<sup>2</sup> Si entendemos el concepto de pobreza no desde su concepción tradicional, sino hablando de privación multidimensional, el hecho de que una familia se vea sometida a según qué privaciones, puede situarla en la esfera de la privación multidimensional (INE, 2007).

esferas) o en sus patrones de movilidad (provocando un cambio en sus hábitos o costumbres). Puede verse esquematizado en la Figura 1

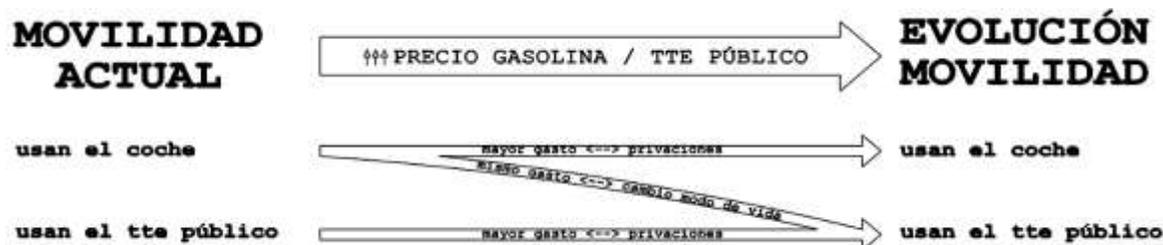


Fig. 1: Evolución de la movilidad en función del incremento del precio de coste.

(Fuente: elaboración propia)

### Elección del ámbito

Como espacio funcional a analizar para realizar la investigación se ha elegido el área metropolitana de Madrid, pero debido a que hay numerosas delimitaciones de este espacio, se ha escogido la realizada por el MINISTERIO DE FOMENTO (2006), entre otras razones porque su metodología es relativamente conservadora y no sujeta a controversia. Además, la regularidad de este trazado y que las distancias sean relativamente homogéneas permite que no aparezcan distorsiones en las necesidades de movilidad provocadas exclusivamente por la distancia.

La movilidad del ámbito elegido se analizará considerando los espacios urbanos exclusivamente desde el punto de vista residencial, no como destino sino como origen de la movilidad laboral de los residentes.

### Caracterización del área metropolitana

Para evaluar la vulnerabilidad energética se han realizado una serie de gráficos y de mapas que van a caracterizar el área metropolitana de Madrid. En ellos se van superponiendo capas de información referentes a los tres indicadores que se han utilizado: indicador de la movilidad laboral en vehículo privado, indicador del nivel de renta bruta per cápita municipal e indicador cruzado ratio movilidad/renta. El objetivo es identificar aquellos municipios en los que el ratio de renta/movilidad es muy elevado. Además se ha superpuesto la red de transporte para identificar cuáles están situadas en una localización con transporte público más escaso.

#### Renta

Se ha utilizado como primer indicador la “renta bruta per cápita anual municipal” (INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2001). Como referencia, la media de la Comunidad de Madrid es de 13.329,76€. El municipio con mayor renta bruta per cápita es Pozuelo de Alarcón, con 22.660,10 € y el de menor renta bruta per cápita es Humanes de Madrid con 8817,18 €.

La renta mínima representada es de casi 9.000 euros, por lo tanto, el contexto socioeconómico representado no es el de la “pobreza”. Esto no es ningún problema para el estudio, ya que no se trata de hablar de espacios de exclusión únicamente por cuestiones de renta sino de establecer qué espacios tienen un nivel de renta menor respecto al conjunto y, además tienen un nivel elevado de movilidad.

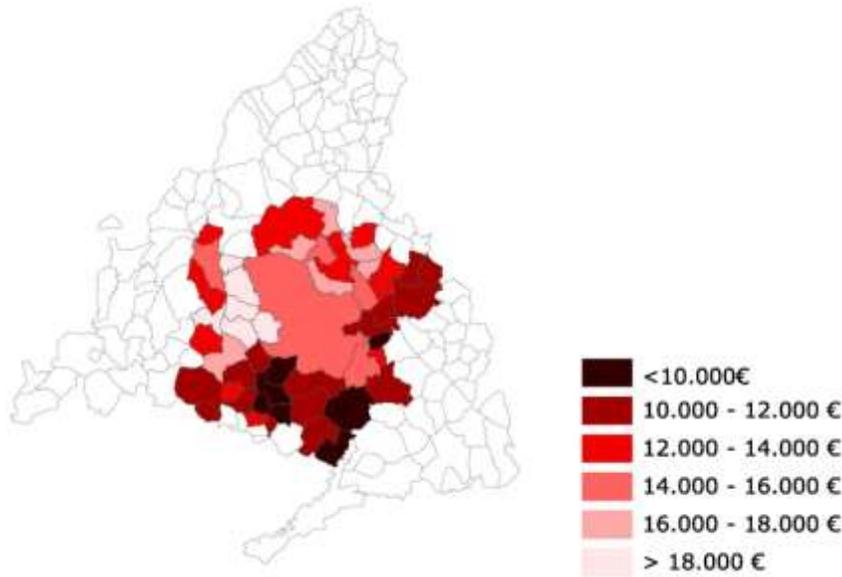


Fig. 1: Mapa de la renta bruta per cápita anual de 2001.

(Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.)

## Movilidad en vehículo privado

### *Indicador de la movilidad laboral en vehículo privado*

Para generar este indicador se ha utilizado el porcentaje de ocupados que tienen como único medio de transporte el coche (INE, 2001)<sup>3</sup>. El objetivo es detectar las áreas en las que la movilidad está mayoritariamente relacionada con el vehículo privado. En todos los casos del área metropolitana, el rango oscila entre el 30% y el 70% (véase Fig. 2). El valor medio de la Comunidad de Madrid un 38%.

### *Municipio de destino*

Se ha realizado un mapa del área metropolitana del porcentaje de trabajadores que, yendo en su propio vehículo, se desplazan por motivo laboral a un municipio distinto del de residencia (véase Fig. 3).

### *Tiempo empleado*

Una cuestión fundamental de la movilidad es el tiempo que se emplea en los desplazamientos, en la Fig. 4 podemos ver qué porcentaje de los trabajadores emplean más de 30 minutos en su desplazamiento. Se ha realizado el mapa con los que superan ese tiempo, porque aquellos que empleen menos tendrán una mayor facilidad para poder realizar los desplazamientos en otros medios que, en algunos casos, sean más lentos.

---

<sup>3</sup> La elección del Censo de 2001 para lo referido a movilidad se debe a que está desagregado por municipio o sección censal lo que podría ser útil para profundizar la investigación, a que se podrá realizar la comparativa con el Censo de 2011, a la facilidad de cruce entre medio de transporte y motivo de viaje (laboral).

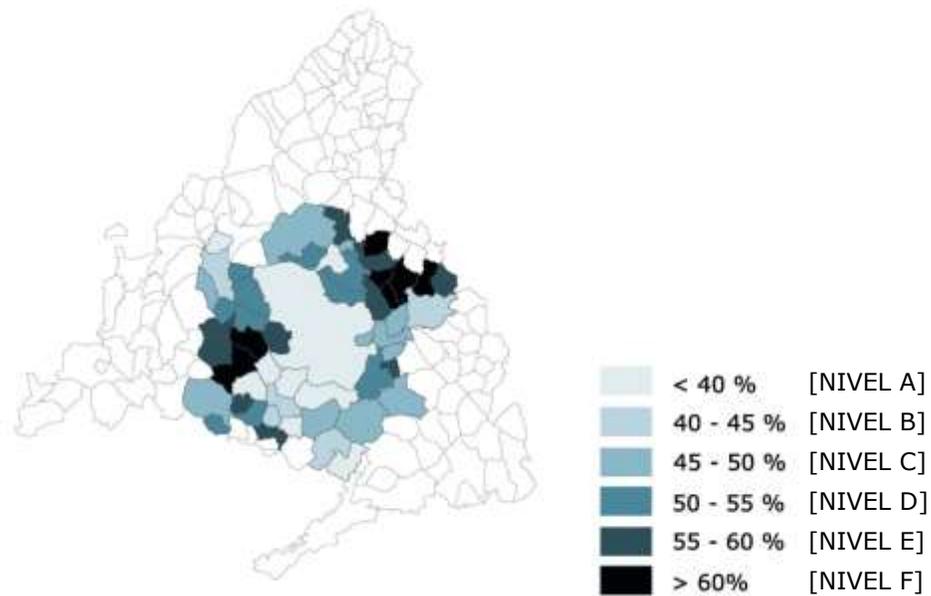


Fig. 2: Mapa de la movilidad: porcentaje personas ocupadas mayores de 16 años que utiliza como medio de transporte para llegar al trabajo exclusivamente el coche.  
(Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Censo del INE de 2001)

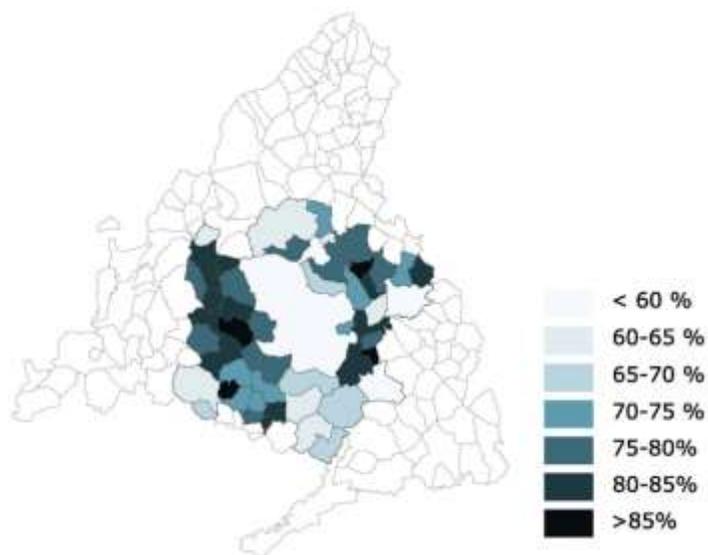


Fig. 3: Porcentaje de trabajadores que viajan a un municipio distinto al de residencia en sus trayectos laborales.  
(Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Censo del INE de 2001)

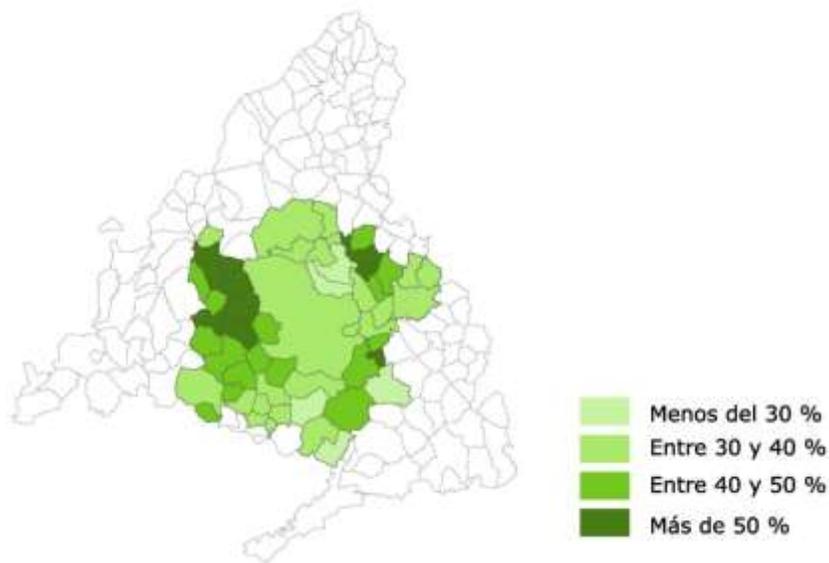


Fig. 4: Porcentaje de los trabajadores emplean más de 30 minutos en su desplazamiento.  
(Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Censo del INE de 2001)

#### Indicadores cruzados movilidad-renta

Estos indicadores nos van a permitir detectar cuales son los espacios en los que hay mayor riesgo de vulnerabilidad energética asociada al transporte. Esta relación se expresa mediante un gráfico de dispersión y mediante un indicador numérico.

##### *Indicador numérico*

Este indicador se obtiene dividiendo el indicador de movilidad entre el indicador de renta. Para hallar ese indicador se divide el porcentaje de los activos mayores de 16 años que utilizan exclusivamente el coche entre la renta bruta disponible municipal expresada en porcentaje con respecto a la media de la Comunidad de Madrid.<sup>1</sup> Además, cada municipio tiene dos círculos concéntricos asociados, el exterior cuyo código de color es el de su nivel de movilidad y el interior que es el de su nivel de renta, siguiendo el mismo código de colores que los mapas de movilidad y renta y permitiendo así también la identificación por colores y no sólo por posición.<sup>4</sup> Este indicador permite representar en el mapa del área metropolitana (véase la Fig. 5) los municipios en los que se da simultáneamente un nivel bajo de renta y una elevada movilidad en vehículo privado, lo que es un indicador claro de vulnerabilidad energética.

##### *Gráfico de dispersión*

En él cada municipio se coloca en función de dos coordenadas, la 'X' corresponde al indicador de la movilidad laboral en vehículo privado y la coordenada 'Y' es la renta (en euros). De esta manera, los que estén colocados abajo a la derecha serán aquellos cuya vulnerabilidad será mayor (véase Fig. 6).

<sup>4</sup> De esta manera, si la media del indicador de movilidad es 37% y la media de la renta de la Comunidad de Madrid es 100%, estará por encima de la "vulnerabilidad media" de la C. de Madrid cualquier valor por encima del 0.4

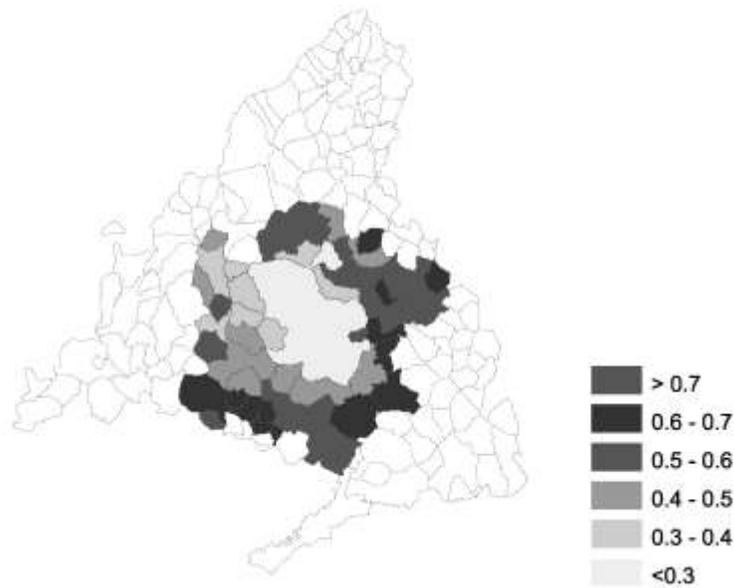


Fig. 5: Mapa del indicador de vulnerabilidad energética.

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo (INE, 2001) y del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.)

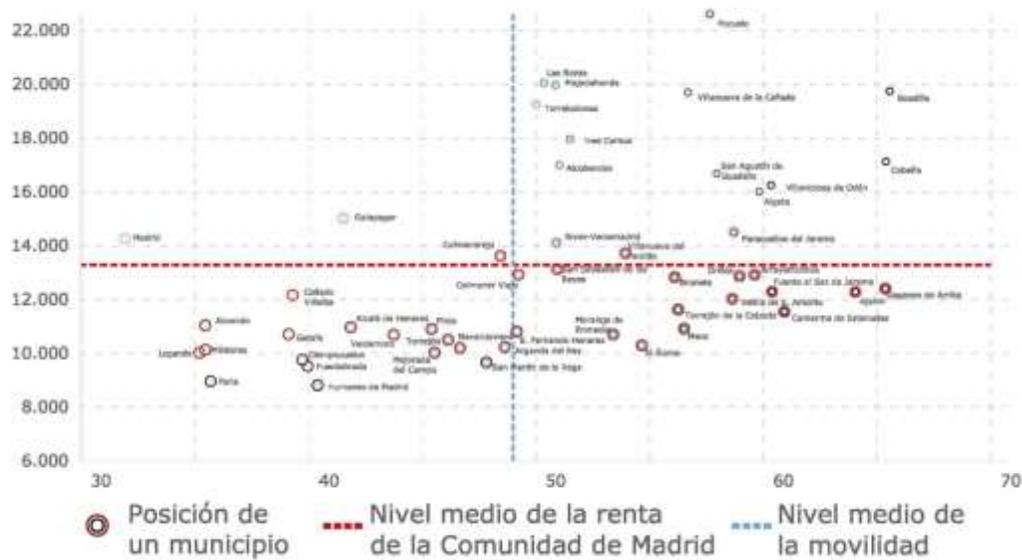


Fig. 6: Gráfico de dispersión sobre la vulnerabilidad energética.

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo (INE, 2001) y del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.)

### Transporte público

Un elemento fundamental para el análisis de la vulnerabilidad energética es poder valorar si se cuenta con una alternativa de transporte público que permita reducir los costes que suponen los desplazamientos obligatorios. Para ello se ha realizado un mapa en el que se puede ver con qué oferta de transporte público cuenta cada municipio.

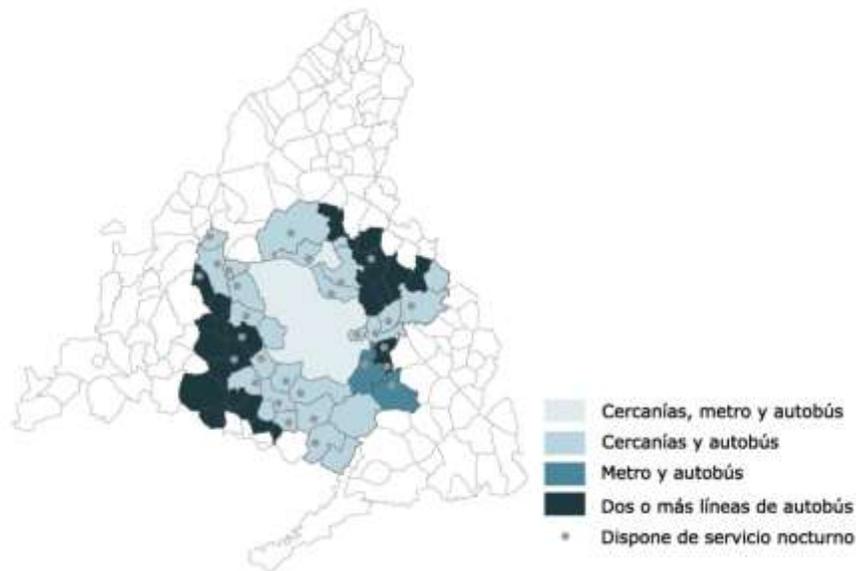


Fig. 7: Servicio de transporte público en el área metropolitana 2001.  
(Fuente: elaboración propia a partir de los datos del CT de Madrid)

### Conclusiones parciales

El mapa de la vulnerabilidad energética no tiene por qué coincidir con la distribución de las rentas más bajas, ya que muchas veces son las clases medias las que hacen un uso más intensivo del transporte motorizado. Por ello, es imprescindible dejar de lado el análisis de la movilidad asociado únicamente a renta o a niveles muy bajos de renta: un indicador que cruce movilidad y de renta nos indicará si hay una situación de vulnerabilidad real (que no aparecerá, por muy baja que sea la renta, si la de movilidad es baja también).

Evaluando los resultados preliminares del análisis del área metropolitana uno de los elementos a considerar es que, algunas de las áreas más vulnerables (con un elevado ratio movilidad/renta) no coinciden totalmente con aquellos espacios con un nivel menor de renta y sí con un nivel mayor de movilidad, lo que demuestra que el indicador cruzado nos da una visión más compleja del problema.

Una de las conclusiones inmediatas, a la luz del gráfico de dispersión, es que aquellos municipios que estén ubicados en la parte inferior derecha del mismo son los más vulnerables a priori y, mucho más, si no contaran con una alternativa en transporte público.

### 4. Estudio de casos

La investigación que da lugar a este artículo utiliza seis casos de estudio: Galapagar, Alcobendas, Camarma de Esteruelas, Villaviciosa de Odón, Arganda del Rey y Humanes de

Madrid<sup>5</sup>. En este artículo se presentan los resultados de Camarma y Humanes como ejemplo de la metodología y su elección se debe a que son un ejemplo de que la renta no tiene por qué ser determinante en la vulnerabilidad, ya el primero tiene un nivel de renta superior al segundo, pero un mayor indicador de vulnerabilidad.



Fig. 9: Localización de los municipios de Camarma de Esteruelas y Humanes.  
(Fuente: elaboración propia)

## Renta, estructura de gasto y ahorro

### Situación en 2001

Para evaluar la vulnerabilidad de los municipios se ha usado el gráfico de dispersión que asocia movilidad y a la renta. Mediante operaciones gráficas, el punto de partida del municipio (que es su renta bruta) se reubica en función del gasto destinado a transporte o el ahorro.

Ese punto desciende en función de los distintos conceptos:

- Renta bruta – 7% de ahorro = > Renta disponible.
- Renta disponible – coste del transporte = > Renta para el resto de gastos.

El gasto en transporte, según la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares (INE, 2001) es, en la Comunidad de Madrid, un 10.2% del gasto total de las familias. Ese valor, para que sea más aproximado a la realidad de los municipios estudiados se ha baremado en función del indicador de movilidad del municipio en cuestión.

Se ha considerado también que los datos de renta y de movilidad son valores medios y que era necesario reflejar la diversidad que puede llegar a convivir en un mismo municipio. Para representarlo gráficamente se ha incrementado y disminuido en un 20% tanto el valor de la renta como el de la movilidad de cada uno de los casos estudiados, resultando así 3 universos distintos que dan cuenta de la convivencia de distintos perfiles en un mismo espacio urbano.

---

<sup>5</sup> Los casos de estudio se seleccionaron de tal manera que estuvieran distribuidos de manera homogénea por el área metropolitana, que tuvieran distintos niveles de renta y distintos niveles de movilidad pero y que cubrieran todo el espectro combinaciones renta-movilidad.

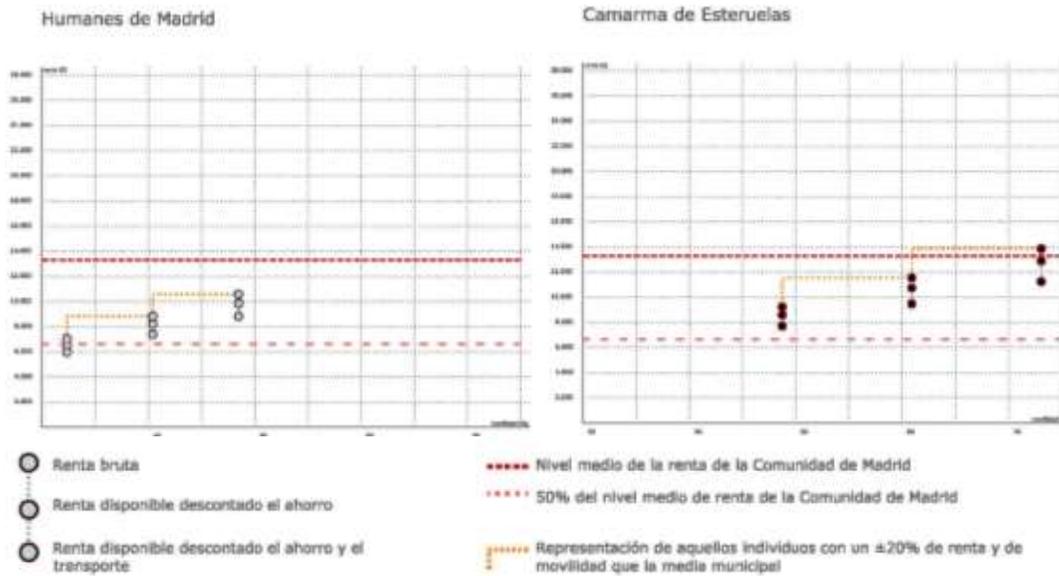


Fig. 10: Análisis de la vulnerabilidad de los municipios de Humanes de Madrid y Camarma de Esteruelas en 2001.

(Fuente: elaboración propia.)

### Situación en 2010

Al tener la evolución de la renta bruta per cápita municipal (INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2010) y la evolución de los precios del petróleo (cuyo incremento ha sido, desde el año 2002 del 100%)<sup>6</sup>, se puede realizar nuevamente el gráfico, recolocando los municipios en función de su nueva renta (INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2010) y duplicando la partida de gastos asignada al transporte, lo que nos permite saber cómo ha evolucionado su situación pasados diez años.

<sup>6</sup> Para ver la evolución, se puede consultar el gráfico disponible en <http://www.20minutos.es/graficos/evolucion-del-precio-de-los-carburantes-7/0/>.

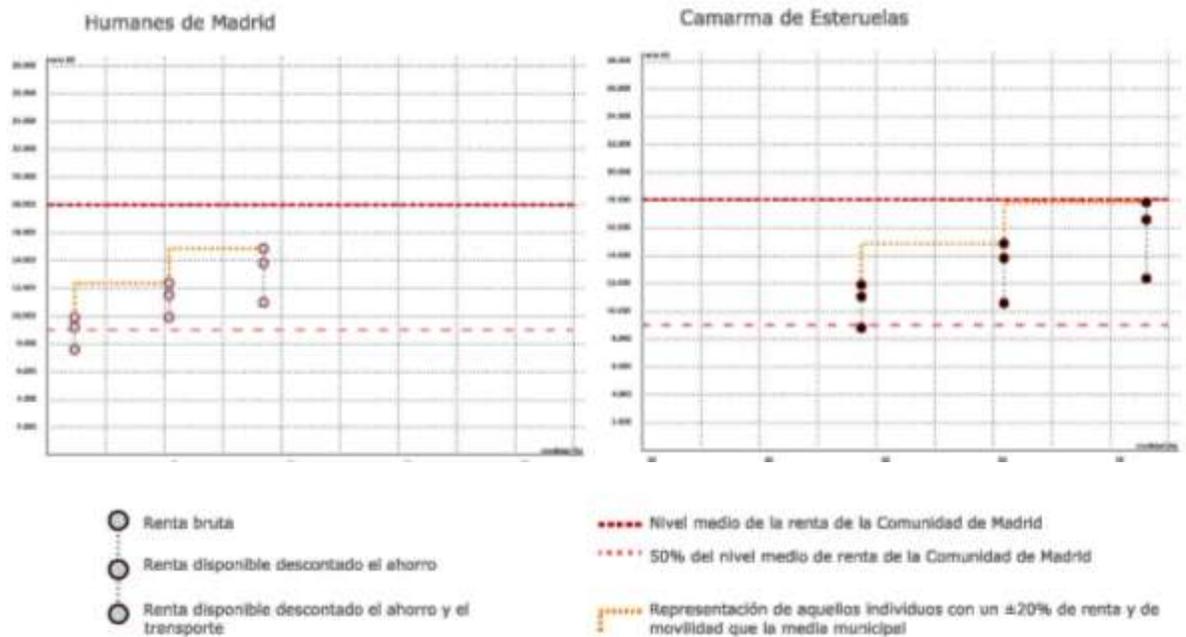


Fig. 11: Análisis de la vulnerabilidad de Humanes de Madrid y Camarma en 2010.  
(Fuente: elaboración propia.)

### Perspectivas en 2020

El último de los análisis que se realiza es el de uno de los escenarios que este modelo puede afrontar en los próximos años. Debido al incremento de los precios del petróleo, es muy probable que la evolución de los carburantes sea equiparable a la de los últimos diez años y que las rentas permanezcan estables. Lo cual se representa también en el gráfico de dispersión.

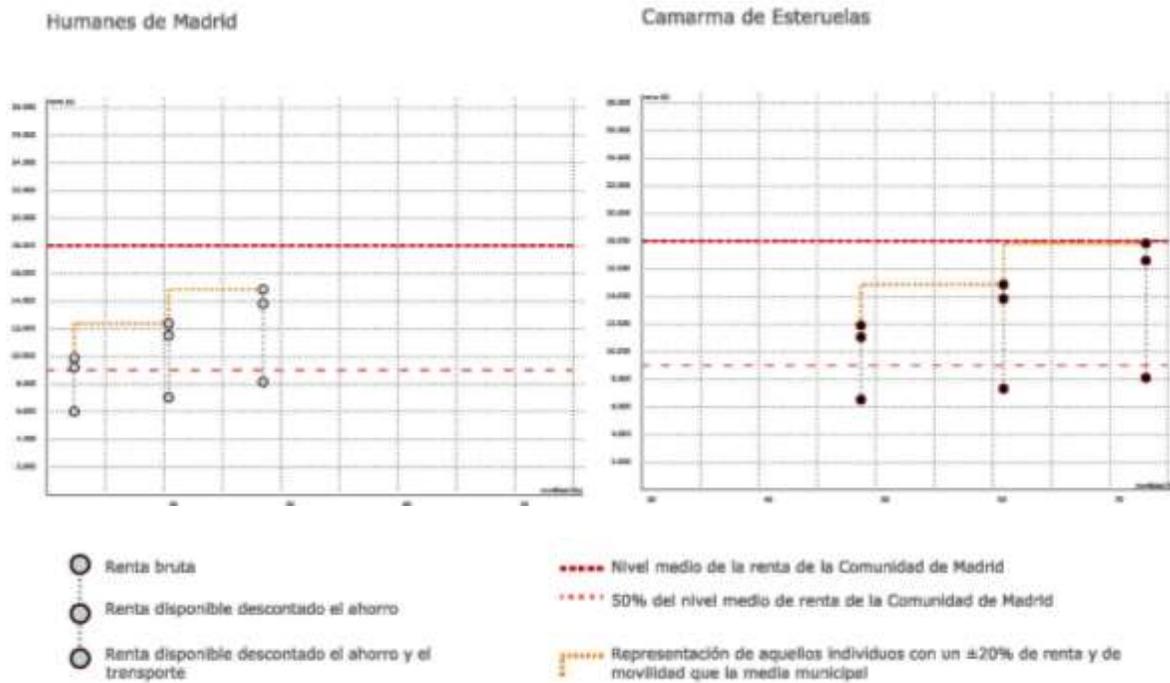


Fig. 12: Análisis de la vulnerabilidad de Humanes de Madrid y Camarma de Esteruelas en 2020.  
(Fuente: elaboración propia)

### Consideraciones

Se puede observar cómo el nivel de movilidad de Camarma de Esteruelas incide negativamente en la renta de la que dispondría después de hacer frente al coste del transporte, llegando a ser la misma que la del municipio de Humanes, aún cuando la renta de partida del segundo es mucho menor. Esto se debe a que el coste del transporte en elevados niveles de movilidad es mucho mayor.

Por otra parte, y tal como se puede ver en la Fig. 7, si el coste de transporte fuera mayor del soportable, las alternativas de transporte público de las que dispone Humanes son mayores (con servicio de Cercanías), mientras que Camarma sólo dispone de servicio de autobuses, lo cual puede ser uno de los orígenes de su elevada movilidad en transporte privado.

En ambos municipios, los usuarios del automóvil se desplazan mayoritariamente (más de un 70%, véase Fig. 3) fuera del municipio para trabajar y a esto se suma el hecho de que en torno a un 30% tarda más de 30 minutos (Fig. 4), lo que equivale a una distancia que imposibilita la alternativa de medios no motorizados tales como la bicicleta o ir andando.

### Conclusiones parciales

En la comparación de casos estudiada podemos observar cómo lo que indicaba la localización en el gráfico difuso se acaba correspondiendo con la caracterización de dicho municipio tras un análisis más pormenorizado y cómo aquel que parecía más vulnerable (a pesar de tener un mayor nivel de renta) efectivamente tiene mayor tendencia a no poder afrontar un incremento del coste del transporte, así como su dependencia del mismo se ve que obedece a carencia en las infraestructuras de transporte.

## 5. Conclusiones generales

Identificar aquellas zonas del área metropolitana donde se combinan renta bajas-medias con una utilización más intensiva del transporte motorizado permite identificar aquellos espacios en los que aparece la vulnerabilidad energética, entendida como la necesidad de cambiar o bien el patrón de movilidad o bien el patrón de gastos familiares. Los análisis posteriores sobre los patrones de movilidad y de su capacidad de afrontar incrementos en el precio del petróleo confirman que la localización en el gráfico de dispersión se corresponde con un posicionamiento dentro de la vulnerabilidad energética.

Es imprescindible tener en cuenta que la modificación del patrón de movilidad o del de gastos familiares son meras respuestas individuales a una problemática que, puesto que se va a generalizar, requeriría una respuesta integrada desde la planificación urbana basada en líneas estratégicas que permitan que la accesibilidad no esté basada únicamente en la movilidad sino también en la proximidad. Por ello, todo parece apuntar a que las estrategias de intervención en estos espacios deberían estar encaminadas a dotar de la adecuada oferta local de empleos (para eliminar la necesidad de desplazarse) y mejorar la oferta de transporte público para los desplazamientos a largas distancias.

Es importante considerar el transporte público como elemento integrador y fomentar las políticas públicas de transporte, pero siempre desde la perspectiva de que es el acceso a los servicios el que permite el derecho a la ciudad y no el acceso a todo el territorio o área metropolitana. El fomento de la accesibilidad total y del transporte permite acceder a servicios lejanos pero construye un área metropolitana basada en el consumo de combustibles fósiles, que es lo que ha fomentado el crecimiento disperso.

Se abre un campo de análisis que nos habla de cómo ciertas privaciones en la esfera privada pueden estar directamente condicionadas por la necesidad de mantener (en ocasiones, a cualquier precio) los niveles de movilidad motorizada de algunos miembros de la familia provocados por la forma metropolitana.

Por último, cabe destacar que el método utilizado, que se basa fundamentalmente en una comparación entre niveles de renta relativos de una región y niveles de movilidad en transporte privado es extrapolable a cualquier área metropolitana, ya que son datos y situaciones que se producen en cualquier área metropolitana actual.

## 6. Investigaciones abiertas

Ampliar la batería de indicadores, incorporando elementos como la frecuencia del transporte, la complejidad urbana, el número de puestos de trabajo disponibles en el municipio, los kilómetros recorridos de media en cada municipio.

Incorporar a la investigación los nuevos datos que aparezcan a raíz del Censo de 2011 y ampliar el estudio de casos a toda la Comunidad de Madrid

Establecer una serie de estrategias de actuación que permitan dar una respuesta desde la disciplina a los casos de vulnerabilidad urbana detectados.

## Referencias bibliográficas

ALONSO, William (1964) *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.

AFTABUZZAMAN, Md y MAZLOUMI, Ehsan (2011) "Achieving sustainable urban transport mobility in post peak oil era" *Transport Policy*, 18, pp. 695–702.

AVELLANEDA, Pau G. (2008) "Movilidad cotidiana, pobreza y exclusión social en la ciudad de Lima", *Anales de Geografía*. Vol. 28, num. 2, pp. 9-35.

COLOMER, José & INSA, Ricardo (2006) "El consumo energético en el transporte urbano y metropolitano", *Ingeniería y Territorio*, 76, pp. 48-51.

ESTEVAN, Antonio y SANZ, Alfonso (1996) *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. Bakeaz/ Los libros de la Catarata. Madrid

ESTEVAN, Antonio (2006) "Transporte contra Natura: la inviabilidad ecológica del transporte horizontal", *Boletín CF+S*, 38, recurso disponible en <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n38/aaest.html>

FERNÁNDEZ DURÁN, Fernando (2011) *El antropoceno. La expansión del capitalismo global choca con la Biosfera* Virus Editorial / Libros en Acción.

HERNÁNDEZ AJA, Agustín; VÁZQUEZ ESPÍ, Mariano; GARCÍA MADRUGA, Carolina; MATESANZ PARELLADA, Ángela; MORENO GARCÍA, Elena; ALGUACIL, Julio y CAMACHO, Javier (2011) *Análisis urbanístico de Barrios Vulnerables*. Observatorio Vulnerabilidad Urbana

HILLS, John (2011) *Fuel poverty: the problem and its measurement*. CASE report, 69. Department for Energy and Climate Change, London, UK.

ILLICH, Ivan (1974) *Energía y equidad*. Barcelona: Seix Barral.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001): *Censo de población y vivienda*. Disponible en: <http://www.ine.es>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2011) *Encuesta de Condiciones de vida*. Año 2011. Madrid: INE. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t25/p453&file=inebase> (consultado el 20 de agosto de 2012).

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (2010) *Atlas Estadístico de la Comunidad de Madrid. Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid*. Colección "Difusión Estadística en red". Disponible en: <http://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/general/territorio/descarga/atlasestadistico10.pdf>

LUCAS, Karen (2012) "Transport and social exclusion: Where are we now?" *Transport Policy*. N° 20, pp. 105-113.

OLIER, Eduardo (2012) "El petróleo por debajo de 100\$/barril ha llegado a su fin", *Geoeconomía*, El Blog de Eduardo Olier. Disponible en: <http://www.geoeconomia.es/economia/el-petroleo-por-debajo-de-100barril-ha-llegado-a-su-fin/>

ROCH, Fernando (2008) "La deriva patológica del espacio social en el modelo inmobiliario neoliberal madrileño", *X Coloquio Internacional de Geocrítica. Diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales*, 1999-2008. Barcelona, 26-30 de mayo de 2008. Universidad de Barcelona.

SEMPERE, Quim y TELLO, Enric (coords.) (2007) *El final de la era del petróleo barato. Del final del petróleo a la transición energética*. Barcelona: Icaria.

VÁZQUEZ ESPÍ, Mariano (2003) "Transporte y energía" *Boletín CF+S*, 18. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n28/amvaz.html>

VEGA CENTENO, Pablo (2004) "La movilidad (espacial) urbana como encrucijada" Tesis doctoral. Lowain-La-Neuve. Université Catholique de Louvain.