

ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD AL AUTOBÚS URBANO DE MÉRIDA

José Antonio Gutiérrez Gallego

Rosa Berrocal Nieto

Enrique Eugenio Ruiz Labrador

Departamento de Expresión Gráfica. Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura
jagutier@unex.es, rosa.berrocal@juntaextremadura.net, eruizl@unex.es

Francisco Javier Jaraíz Cabanillas

Departamento de Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura
jfjaraiz@unex.es

Jin Su Jeong

Departamento de Expresión Gráfica. Centro Universitario de Mérida. Universidad de Extremadura
jin@unex.es

RESUMEN

Este artículo pretende analizar el nivel de accesibilidad de la población residente en Mérida al servicio de autobús urbano. Para ello se ha empleado la medida de oportunidades acumuladas, el indicador de accesibilidad absoluta y un parámetro vinculado a éste de tiempos mínimos. Para el estudio se ha contado con la red viaria, datos de las paradas del servicio e información de los portales con su población. Los resultados han servido para diseñar un modelo con el que se obtiene una visión general de cuál es la situación actual que ofrece el servicio y qué grado de accesibilidad mantiene de cara a los usuarios potenciales.

Palabras clave: Accesibilidad, servicio de autobús urbano, movilidad urbana sostenible, sistemas de información geográfica (SIG).

ABSTRACT

This article is intended to analyze the level of accessibility that has resident population in Mérida to the bus. We used the indicators of cumulative opportunities, absolute accessibility and one parameter of this like the minimum time. For the study we used the road network,

Fecha de recepción: marzo 2012.

Fecha de aceptación: diciembre 2012.

data of the stops of the analyzed service and information of the portals with its resident population. The results have helped to design a model that gets a vision of what is the current situation offered by urban bus service and what degree of accessibility remains in the face of potential users of such service.

Key words: Accessibility, urban bus service, urban sustainable mobility, geographic information systems (GIS).

I. INTRODUCCIÓN

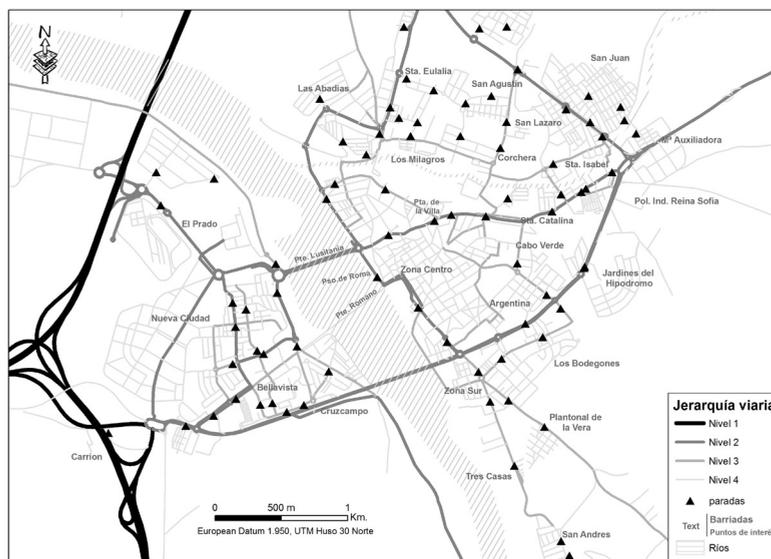
Durante los últimos años, la red de transporte diseñada en las ciudades consideraba el vehículo privado como el medio de movilidad universal y, aunque es lógico pensar que su uso es necesario y además proporciona calidad de vida, la creciente motorización y el uso cada vez mayor de este modo de transporte repercuten negativamente en el medio ambiente de las ciudades y crea tensiones en el espacio público. Para paliar estos efectos negativos, se han comenzado a diseñar *planes de movilidad urbana sostenibles* (en adelante, PMUS). El PMUS es un instrumento que gestiona un conjunto de actuaciones encaminadas a implantar formas de desplazamiento sostenibles y a racionalizar el uso del vehículo privado. Estas iniciativas garantizan una mejor calidad de vida de los ciudadanos, reduciendo los costes del transporte urbano y los derivados de la congestión del tráfico. De esta forma, la movilidad urbana sostenible garantiza las necesidades de movilidad de todos los ciudadanos, contribuyendo a la mejora del medio ambiente urbano y la salud (IDAE, 2006).

La accesibilidad peatonal de la población al transporte público (en este caso, el autobús urbano) es un factor determinante en la elección del modo de transporte por los usuarios. Si el acceso desde la vivienda hasta la parada de autobús urbano más próxima es fácil, el usuario se mostrará más receptivo a utilizar este modo de transporte. Esta cuestión es muy importante en la actualidad, máxime cuando se está promocionando en todas las administraciones la movilidad urbana sostenible. Es primordial considerar también que el autobús urbano, es fundamental para los desplazamientos obligados (trabajo y educación) de algunos colectivos sociales, y los desplazamientos no obligados (equipamientos y servicios) de grupos sociales como los ancianos y niños y/o adolescentes.

Por consiguiente, el trabajo presentado en este artículo forma parte del «Proyecto Piloto Municipal para la Promoción de la Movilidad Sostenible en la ciudad de Mérida». Este plan de movilidad urbana sostenible considera las siguientes líneas de actuación: medidas de mejora y optimización de la explotación del transporte público, medidas de gestión del tráfico urbano, marketing personalizado del transporte público, medidas de apoyo al transporte no motorizado, planes y medidas para reducir las necesidades de movilidad y mejora de los procesos de participación pública en la elaboración del PMUS.

El área de interés para este estudio es el casco urbano de la ciudad de Mérida. Ésta, cuenta con una población residente de unas 56.500 personas, pero con una población flotante diaria adicional que puede superar las 10.000 personas, debido a su condición de capital autonómica y centro administrativo de referencia (Figura 1 y 2). Esta condición implica unos flujos diarios importantes de entrada y salida de vehículos desde otros núcleos poblaciona-

Figura 1
 ÁMBITO DE ESTUDIO. LOCALIZACIÓN DE LAS PARADAS DE AUTOBÚS, BARRIADAS Y PUNTOS DE INTERÉS DE
 MÉRIDA



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

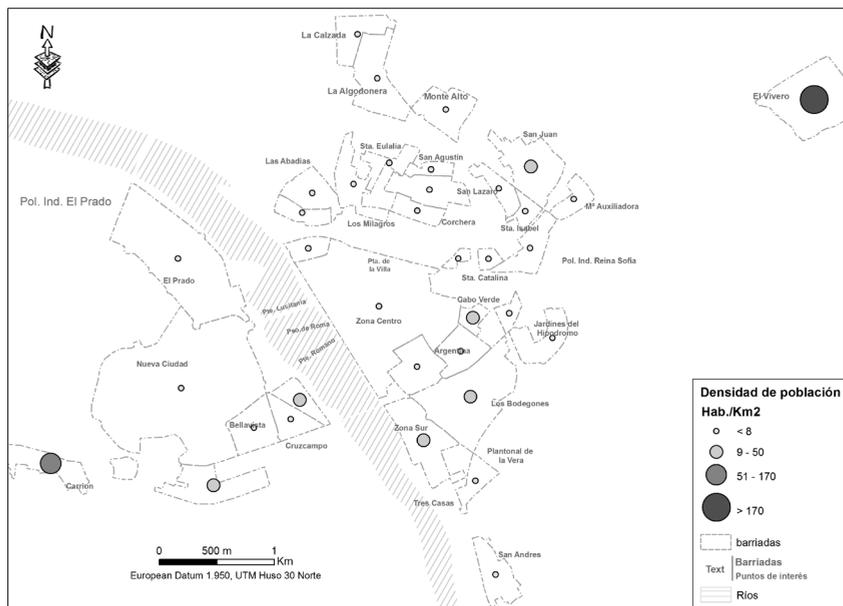
les y desde la periferia urbana al centro administrativo. Este volumen de desplazamientos provoca colapsos en las principales arterias de la ciudad debidos, entre otros factores, al uso masivo del vehículo privado y a la confluencia de un volumen importante de usuarios en unas zonas determinadas a unas horas del día muy concretas.

Por otra parte, Mérida ve agravados sus problemas de movilidad por su peculiar estructura y trama urbana, con vestigios romanos, árabes y cristianos. A estos problemas habría que añadir dos efectos-barrera importantes que encauzan enormemente el tráfico rodado: los ríos Guadiana y Albarregas y el recorrido seguido por el ferrocarril. Si a esto se suma que a determinadas horas del día aumenta el volumen de desplazamientos dirigidos al centro histórico, por ser el principal enclave de servicios y centros administrativos de la ciudad (Figura 3) y la existencia de vías con poca capacidad, se obtienen los problemas de estacionamiento y fenómenos de congestión que caracterizan a este espacio, enumerados en los párrafos anteriores.

Ya que la accesibilidad existente en algunas zonas de la ciudad se explica por fenómenos como la densidad demográfica y las tipologías edificatorias existentes, se ha considerado oportuno plasmar en el trabajo (en forma de mapa) la distribución de la población por barriadas, en relación a la densidad demográfica (Figura 2) y con la distribución de los usos del suelo y las tipológicas edificatorias (Figura 3).

Dentro de los trabajos técnicos realizados en la primera fase del PMUS de Mérida, destacan aquellos llevados a cabo con el fin de diagnosticar el estado en el que se encuentra la movilidad existente en la ciudad, a través de los diferentes modos de transporte utilizados (entre los que se encuentra el del autobús urbano que se presenta en este artículo). Así pues,

Figura 2
DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR BARRIADAS: DENSIDAD POBLACIONAL

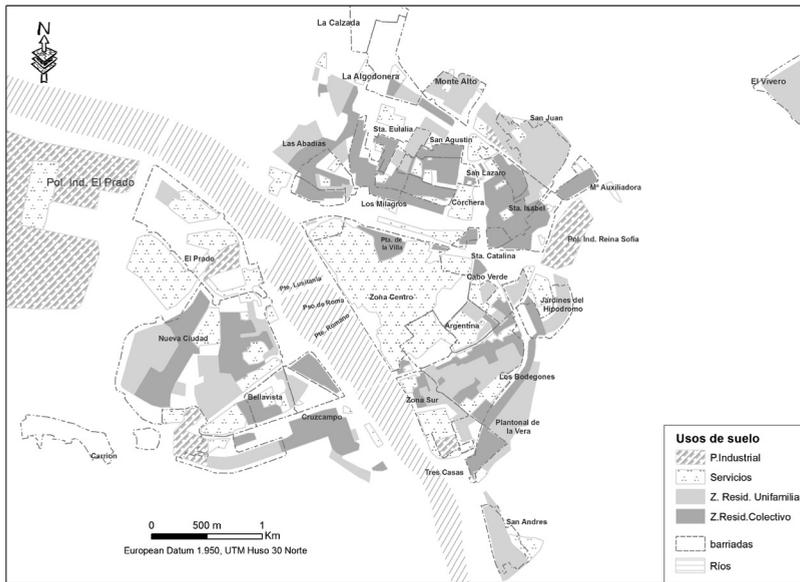


Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

el objetivo de este estudio es determinar la población residente de Mérida que tiene un fácil acceso (accesibilidad alta) a las paradas de autobús urbano, o lo que es lo mismo, conocer si las paradas están bien distribuidas respecto a la localización de la población.

Tras esta introducción en la que se expone cual sería el objeto y la finalidad del trabajo de investigación y en la que se trata de introducir al lector, a través de cartografía, en la realidad del contexto urbano de Mérida, con la distribución de las paradas, la densidad poblacional de las barriadas y los usos del suelo, se aborda el estado de la cuestión. En este punto se pretende determinar con claridad cuál es la diferencia entre movilidad y accesibilidad a través de estudios que han tratado estos dos términos para, posteriormente, comentar una serie de trabajos recientes en los que se ha investigado sobre la accesibilidad de la población a los diferentes transportes públicos que puede ofertar una ciudad: autobús urbano, tren de cercanías, metro, etc. En el tercer epígrafe se trata la metodología seguida en el trabajo, para lo cual se distingue entre las fuentes empleadas en la investigación y los procedimientos seguidos para llegar a dilucidar la accesibilidad de la población emeritense a las pasadas de autobús urbano en Mérida. Los resultados de la investigación, mostrados a través de cartografía temática, se exponen en el cuarto epígrafe. Por último, las conclusiones extraídas de la investigación se expresan en el último capítulo, con las que se pretenden demostrar que el objetivo planteado se ha podido verificar o definir con la metodología propuesta.

Figura 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO EN LA CIUDAD DE MÉRIDA



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

II. ESTADO DE LA CUESTIÓN

II.1 Movilidad versus accesibilidad

El estudio que se presenta en este artículo se sustenta en dos conceptos clave: movilidad y accesibilidad. El primero de estos términos puede definirse como la caracterización cuantitativa y cualitativa de los viajes, entendidos éstos últimos como el desplazamiento de una persona desde una zona de origen a una zona de destino (Dombriz, 2008). Dicha movilidad depende de varios factores, a saber: variación en el tiempo, modos de transporte, elección del usuario y motivo del desplazamiento. Además, según el Libro Blanco del Transporte (Comisión Europea, 2006), la movilidad es un elemento impulsor importante del crecimiento y del empleo con un gran impacto en el desarrollo sostenible de la UE.

El aumento del vehículo privado provoca una dinámica de dispersión caracterizada por un aumento en la movilidad urbana dando lugar, en algunos casos, al colapso de las infraestructuras de transporte (Fariña y Naredo, 2010). Con el fin de corregir el problema del aumento de los desplazamientos en vehículo privado debido al efecto de dispersión, algunos autores ofrecen alternativas efectivas y menos costosas como el uso de carriles segregados o redes de tránsito rápido de autobús (Bañobre y Romero, 2009). No obstante, para llegar a este punto de decisión final, se debe partir de un análisis previo que diagnostique el grado de uso del transporte público y las causas que explican el mismo. Es en este paso previo, donde

encajan los trabajos realizados en campo en relación al Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Mérida, mediante la obtención de datos de encuestas y la extracción de parámetros poblacionales, haciendo uso de los métodos estadísticos y entre los que se encuentra el expuesto en este artículo (Gutiérrez et al., 2011 y 2012).

Los análisis de movilidad urbana han crecido en calidad y cantidad en los últimos años, debido: a la mayor concentración de población localizada en las ciudades, a una tendencia creciente hacia un modelo de movilidad intensiva y a un uso amplio del territorio (Muñoz, 2009).

Este modelo de movilidad urbana existente en la actualidad, dificulta enormemente la implantación de un transporte público efectivo. Con el crecimiento de las áreas de extrarradio, el vehículo privado se ha convertido en el modo de transporte utilizado por la mayoría de los habitantes de la ciudad (movilidad transversal). Así, todos estos cambios han conseguido generar un modelo de movilidad problemático, tanto a nivel ambiental, como de eficiencia económica y equidad social (García y Gutiérrez, 2007).

A diferencia del término de movilidad, que se refiere a algo real (movimiento de viajeros o mercancías sobre el espacio), el de accesibilidad hace referencia a una potencialidad de un territorio o de un individuo (facilidad para alcanzar un destino o conjunto de destinos desde un punto dado). En este trabajo, la perspectiva que se adopta es la de accesibilidad personal (aproximación de los prismas espacio-temporales propuesta por Hägerstrand en 1968), que exige una escala de trabajo de gran detalle.

El concepto de accesibilidad se refiere a la facilidad que tiene una determinada localización para alcanzar las actividades deseadas (Gutiérrez Puebla y Condeço Melhorado, 2008). El concepto de accesibilidad también puede definirse como la extensión de cada separación espacial que puede ser salvada (Holl, 2007). Este concepto define oportunidades de intercambio disponibles para las personas y las empresas. El término accesibilidad tiene una larga tradición en la ciencia urbana y regional; siendo desde el punto de vista urbano una variable clave en la determinación de las rentas de suelo urbano y de las densidades (Alonso, 1964) y desde una perspectiva regional, jugando un importante papel para el desarrollo y la distribución espacial de la actividad económica (Krugman, 1991; Fujita et al., 1999).

Por consiguiente, la accesibilidad de una zona depende de la existencia de oportunidades y de cómo el sistema de transporte facilita el acceder a ellas (Monzón et al., 2005). Una de las definiciones más completas del concepto de accesibilidad la describe como la localización de un área con respecto a oportunidades, actividades o recursos que existan en otras áreas, o en esa misma área, donde el término área puede ser un país, una región, una ciudad o un corredor (Wegener et al., 2000).

Los niveles de accesibilidad son frecuentemente utilizados por la Comisión Europea como indicadores para la consecución de objetivos de desarrollo regional equilibrado y la mejora de la competitividad (Estrategia Territorial Europea e Informes Periódicos sobre la Cohesión Económica y Social (Comisión Europea, 1999, 2004). Es más la Comisión Europea (1999) llega a argumentar que la falta de accesibilidad es identificada como un impedimento importante para la competitividad económica de las regiones periféricas retrasadas en Europa. Por consiguiente, las mejoras en las infraestructuras del transporte, son vistas como un elemento clave en su desarrollo económico y un modo de superar los desequilibrios espaciales.

La utilización de indicadores de accesibilidad es una práctica común en las distintas etapas del proceso de planificación de infraestructuras de transporte. Estos indicadores suelen utilizarse como instrumentos para evaluar los objetivos de equidad, cohesión y desarrollo regional. Sin embargo la interpretación correcta de los resultados obtenidos y las conclusiones que de ellos pueden extraerse dependen, en gran medida, del tipo de indicador utilizado y de su correcta interpretación (Monzón et al., 2005).

El cálculo de la distribución territorial de los niveles de accesibilidad constituye uno de los instrumentos más útiles en el proceso de planificación estratégica para las infraestructuras de transporte. La utilización de Sistemas de Información Geográfica para la modelización y posterior representación cartográfica de resultados, ha facilitado el cálculo e interpretación de indicadores de accesibilidad y ha permitido su incorporación en diversas metodologías de evaluación (Izquierdo y Monzón, 1992; Vickerman et al., 1999).

Las medidas de accesibilidad son una importante herramienta para los planificadores y los políticos a la hora de integrar el planeamiento espacial y el planeamiento del transporte (Halden, 2002). Puede establecerse una distinción básica entre medidas de distancia y medidas de accesibilidad potencial (Holl, 2007). Así, estos indicadores ofrecen información complementaria acerca de diferentes aspectos relacionados con los beneficios de la accesibilidad que derivan de las infraestructuras de transporte y su mejora (Gutiérrez, 2001).

Para medir la accesibilidad existen múltiples indicadores, variando sus resultados en función del enfoque que se adopte. El elemento común en el uso de indicadores de accesibilidad es la localización de lugares y/o centros de atracción, en relación unos con otros o con elementos exógenos. La mayor parte de las medidas de accesibilidad combinan el coste de transporte y la capacidad de atracción de los diferentes centros de actividad en un solo indicador. El coste de transporte es una medida del efecto de fricción de la distancia. Por su parte, la capacidad de atracción de los destinos expresa su volumen de actividad (Gutiérrez Puebla y Condeço Melhorado, 2008).

Los indicadores de accesibilidad pueden ser calculados para varios momentos temporales, de modo que se pueden analizar los cambios producidos por determinadas actuaciones en el sistema de transporte comparando las situaciones anterior y posterior a una determinada actuación o plan (Gutiérrez, 2001).

Debido a las distintas formulaciones de los indicadores de accesibilidad, existen importantes diferencias en cuanto a cómo recoge cada medida de accesibilidad el alcance espacial (distancia o tiempo) de los efectos de una nueva infraestructura. Algunos indicadores adoptan una formulación gravitatoria y dan más importancia a las relaciones sobre distancias cortas que a las que se producen sobre distancias largas. Otros, en cambio, sólo consideran como factor de ponderación la importancia de los destinos, sin dar más peso a las relaciones cortas (Gutiérrez Puebla y Condeço Melhorado, 2008).

En la actualidad los indicadores de accesibilidad se calculan con un detallado nivel geográfico. Hasta no hace muchos años, se habían calculado medidas de accesibilidad para unidades espaciales bastante grandes. No obstante, recientes investigaciones señalan la necesidad de estudios basados en un nivel de análisis más pequeño (Weisbrod y Treys, 1998). Igualmente, otros autores (Rienstra et al., 1998; Rietveld y Bruinsma, 1998) también piden análisis más detallados y menores niveles de desagregación espacial a fin de aclarar los

impactos de las mejoras en las infraestructuras del transporte, no sólo a nivel interregional sino también a nivel intrarregional o local.

Tras realizar una completa revisión bibliográfica, se puede afirmar que no existe un indicador de accesibilidad ideal para cada caso, sino que lo más adecuado es emplear varios indicadores y analizar sus resultados de forma complementaria.

II.2 El cálculo de la accesibilidad al transporte público urbano

Puesto que el concepto de accesibilidad tiene muchas acepciones y los indicadores usados para determinarla presentan distintas formulaciones, solo es posible concretarla si se realiza una clasificación de sus medidas. Así Monzón en 1988, estableció los siguientes parámetros de medidas: topológicas, del viaje, agregadas, desagregadas y basadas en el uso del transporte público.

Tabla 1
CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES DE ACCESIBILIDAD

Clasificación de los indicadores de accesibilidad	
TOPOLÓGICAS	<i>Medidas de la tipología del grafo de la red Medidas del trazado Medidas de la oposición al desplazamiento</i>
DEL VIAJE	<i>De la utilización de un determinado itinerario De la probabilidad de que se produzca</i>
AGREGADAS	<i>De gravedad De utilidad o máximo beneficio del usuario</i>
DESAGREGADAS	<i>De oportunidades acumuladas Tiempo-espacio geográfico Función de utilidad Tipo de coste Medida de oferta de infraestructura Aspectos geográficos</i>
BASADAS EN EL USO DEL TRANSPORTE PÚBLICO	<i>En áreas urbanas En zonas rurales</i>

Fuente: Monzón, 1988.

Para determinar el tipo de indicador más apropiado al estudio al cual se debe aplicar, deben de tenerse en cuenta las peculiaridades o limitaciones del problema (Pirie, 1979), y solo puede ser medido dentro del mismo ámbito y escala (Hay, 1977).

Uno de los indicadores de accesibilidad más utilizados para el caso del transporte público, es la medida de las oportunidades acumuladas como demuestran estudios similares al que nos ocupa (Gutiérrez, 2000; Gutiérrez 2002). Este indicador pertenece al grupo de medidas desagregadas y consiste en contabilizar la cantidad de población o actividad económica que queda

dentro de un determinado límite de tiempo o distancia con respecto a uno o varios puntos seleccionados. Si estos puntos representan la localización de equipamientos o servicios, el indicador de potenciales de población expresa la demanda potencial existente en su entorno.

En la investigación que se presenta aquí, los puntos seleccionados son las paradas del autobús urbano de Mérida y se ha establecido como límite de tiempo 5 y 10 minutos de recorrido, a través de la red de viales de la ciudad, a una velocidad media constante. Numerosos estudios indican que existe una amplia gama de velocidades de marcha de los peatones, ya que las tasas de a pie están influenciadas por una gran variedad de factores, pero según un estudio realizado por Knoblauch et al. en 1996, el más significativo es la edad del peatón. Basándose en los resultados obtenidos por este autor, se establece en este trabajo como velocidad media de desplazamiento 3,83 km/h. Este valor resulta de calcular el promedio de la velocidad de desplazamiento de peatones jóvenes y mayores, que Knoblauch considera que se tiene que aplicar en análisis en los que interviene este parámetro. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha calculado la población potencial existente a menos de 5 y 10 minutos de las paradas.

Otra de las formulaciones propuestas por algunos autores para analizar la accesibilidad de la población a un servicio, como puede ser el transporte público, es el indicador de accesibilidad absoluta. Este indicador se encuadra dentro de las medidas basadas en el coste potencial del transporte y en los modelos de potencial de mercado (Gutiérrez et al., 1994), por lo que es necesario tener en cuenta la impedancia o la resistencia al movimiento de la red de transportes. Las impedancias constituyen un elemento clave en los análisis de accesibilidad, ya que simulan el efecto de resistencia que se asocia al desplazamiento por la red, y que pueden ser distancia, tiempo, coste, etcétera (Nogales et al., 2007).

El indicador de accesibilidad absoluta es sensible a la localización geográfica de los nodos, primando a las regiones centrales, lo que resulta fundamental desde el punto de vista del desarrollo regional, en el que la base territorial no puede obviarse (Nogales et al., 2001).

La elección de este indicador para determinar la accesibilidad de la población a un servicio, se evidencia como adecuado para tal fin, como han demostrado los resultados obtenidos en estudios similares (Gutiérrez et al., 1994; Nogales et al., 2001; Nogales et al., 2007), en los que se ha analizado la accesibilidad absoluta a los centros de actividad económica de España y Extremadura, respectivamente. Para ello se ha calculado el promedio de las impedancias que separan a cada nodo con respecto a los diferentes centros de actividad económica a través de la red (por el camino de mínima impedancia), considerando como factor de ponderación la renta de éstos en el estudio de Gutiérrez, y el número de habitantes de los mismos en el estudio de Nogales.

En el análisis de la accesibilidad absoluta que se presenta en este artículo se ha introducido una variante de la expresión utilizada por los autores anteriormente citados. Se ha relacionado el lugar de residencia de la población (portales) con las paradas, determinando el grado de accesibilidad absoluta en función de la ocupación de las paradas y el tiempo mínimo de acceso a éstas desde los portales. Se trata de calcular la media ponderada del tiempo mínimo que separa a cada portal con respecto a las paradas a través de la red, considerando la ocupación de éstas como un factor de ponderación.

Otra medida representativa que permite analizar el grado de accesibilidad de la población a los servicios es el indicador de tiempos mínimos. Este indicador muestra la proximidad de

la población a un servicio ofertado. La proximidad entre el lugar de residencia de la población y el transporte público implica un aumento en la accesibilidad a dicha red de transporte dando lugar a una reducción en los costos de transporte de la unidad familiar, así como un incremento en el valor de la propiedad residencial (Muñoz-Raskin, 2010).

En la investigación llevada a cabo y cuyo resultado se exponen en este artículo, se ha determinado el tiempo mínimo de acceso desde cualquier portal de origen a la parada más cercana a él. Para esto se tiene en cuenta, además de la distancia, las vías por las que hay que transcurrir y su velocidad media, que en el caso de estudio se ha considerado como velocidad media del peatón andando: 3,83 km/h (Knoblauch et al., 1996; Muñoz-Raskin, 2010).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

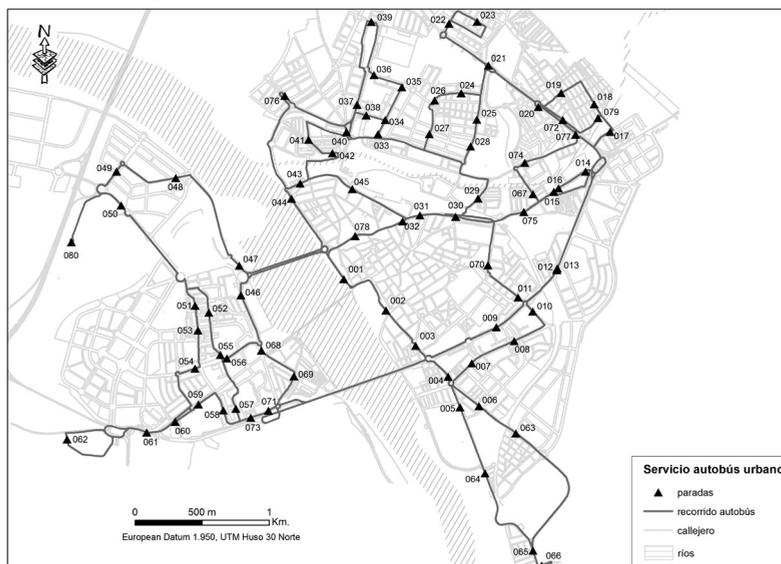
Las variables empleadas para la determinación de la accesibilidad a las paradas de autobús urbano de Mérida se calcularon con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 9.3). El proceso requirió la modelización del sistema territorial (datos demográficos por portal de población de la ciudad de Mérida) y de transporte (red viaria del municipio de Mérida). La red modelizada incluía todas las vías del casco urbano emeritense, ya fueran éstas de titularidad municipal, autonómica o nacional.

Por otro lado, para la modelización del sistema territorial, se identificaron aquellos nodos que se comportaban como centros de atracción (paradas de autobús urbano) y los nodos que agrupaban a la población por tramo viario, utilizando para ello la variable población correspondiente al año 2009, de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística. Por consiguiente, se consideraron como centros de atracción las 80 paradas que comprenden la red del servicio de autobús urbano en Mérida.

Una vez que la red de viales de la ciudad y el sistema territorial (paradas de la red de autobús urbano, portales de la ciudad y la matriz origen destino generada a través de la red) fueron implementados en el Sistema de Información Geográfica, se pudieron calcular los tiempos de viaje, mediante algoritmos de caminos mínimos. El tiempo de recorrido por la red de viales de la ciudad de Mérida se estimó en función de la impedancia de la red y de la velocidad media de desplazamiento de los peatones, calculando el tiempo de recorrido de cada arco a partir de la velocidad tipo y la longitud. Una vez extraídos los tiempos de viaje, se calcularon las variables empleadas para la determinación de la accesibilidad a las paradas del autobús urbano (la medida de oportunidades acumuladas o potenciales de población a 5 y 10 minutos de las paradas, indicador de accesibilidad absoluta y tiempos mínimos de acceso desde los portales a las paradas), combinando dichos valores con los datos del sistema territorial, de acuerdo con las formulaciones (Monzón et al., 2005).

Parece que el método utilizado es el correcto, teniendo en cuenta cuál es el objetivo final de la investigación, y que no es otro que determinar la población residente de Mérida que tiene un fácil acceso (accesibilidad alta) a las paradas de autobús urbano. Conviene aclarar también que en el estudio no se ha considerado oportuno tener en cuenta, en función de la finalidad, utilizar variables que podrían ser interesantes como: el grado de interconexión entre las líneas de autobús, el número de líneas que pasan por cada parada o la existencia de conexión entre unas zonas y otras de la ciudad, utilizando varias líneas de autobús. Por lo tanto, en este análisis solamente se contempla la distribución de paradas en

Figura 4
SERVICIO DE AUTOBÚS URBANO EN MÉRIDA: PARADAS Y RECORRIDOS



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

la ciudad, pero no se tiene en cuenta la estructura de servicios, las frecuencias, los tiempos, las líneas ofertadas, etc.

No obstante, si se puede aportar alguna información interesante respecto al servicio de autobús urbano de Mérida. El servicio ofrecido por la empresa Transportes Urbanos de Mérida S.L., está compuesto por 9 líneas que, juntas, alcanzan una longitud total de 107,53 km distribuidos por todo el casco urbano. La longitud media de cada recorrido asignado a una línea es de 12 km. Estas líneas cuentan con un total de 80 paradas, distribuidas por todo el casco urbano. La flota con la que se cuenta para realizar este servicio es de 15 autobuses (dos de ellos actúan como «refuerzos» en periodo escolar). La media de plazas ofertadas por autobús es de 81 (Figura 4).

III.1 Fuentes de la información

En un análisis de demanda de transporte como el que se presenta en esta investigación, es fundamental considerar al menos tres elementos fundamentales como son: los puntos de oferta (las paradas de autobús urbano de Mérida), la demanda potencial (la distribución de la población de Mérida por portales de población) y la distancia que separa a la demanda potencial de los puntos de oferta (distancia a través de la red de viales). La herramienta más adecuada para este tipo de análisis son los Sistemas de Información Geográfica, como ya se ha comentado con anterioridad, ya que han permitido recopilar y posteriormente tratar, en los casos en los que ha sido preciso, los datos geográficos y alfanuméricos necesarios para

generar la cartografía digital sobre la cual se ha basado el modelo espacial en el que se han ejecutado los cálculos pertinentes. Además, esta cartografía ha servido para generar mapas temáticos con los que mostrar los resultados.

III.1.1 Puntos de oferta: paradas de autobús urbano de Mérida

Los datos relativos a las paradas se tienen en una tabla que contiene la localización y ocupación de las mismas, relativas a la red de autobús urbano de Mérida. Los datos correspondientes a la localización de dichas paradas han sido tomados por observación con GPS y los correspondientes a la ocupación, sumatorio del número de personas que suben y bajan en cada parada, han sido obtenidos mediante aforos realizado en cada línea del servicio (Gutiérrez et al., 2011 y 2012).

Para poder discriminar cuáles son los tipos de usuarios que utilizan el autobús urbano de Mérida de forma habitual, se diseñó un modelo de encuesta tipo que buscaba, por medio de preguntas cortas y sencillas de contestar, la clasificación de los pasajeros para cada una de las líneas utilizadas. Así, se obtuvieron variables interesantes como la edad de los usuarios, las zonas de origen y destino de sus desplazamientos, tiempos de espera en parada, tiempos de desplazamiento hasta una parada cercana, etc.

La metodología aplicada fue la siguiente: 1) una vez validada la encuesta tipo, se eligieron los días en los que se iba a realizar la encuesta y el orden de las líneas (días hábiles normales); 2) el equipo encargado de realizar las encuestas se desplazaba hasta la parada de inicio de cada línea problema para comenzar con los cuestionarios a los usuarios, desde la hora de inicio hasta la hora de fin de la línea en ese día; 3) el procedimiento de encuesta para cada usuario era: introducción breve del Plan de Movilidad, presentación de la encuesta y motivo por el que se hace, cuestiones de rigor y agradecimiento por la colaboración; 4) al finalizar el periodo de encuesta de la línea problema, el equipo técnico se encargaba de transformar los datos obtenidos en formato digital (Excel) con el fin de poder realizar la explotación posterior; y 5) con la explotación de los datos se obtuvieron gráficos que ofrecían una visión más clara de los resultados para su interpretación.

Una vez finalizado el periodo de recogida de datos en todas las líneas del autobús urbano de la ciudad de Mérida, se obtuvo una muestra de 586 encuestados, lo que suponía un 11,89% de la media del viajeros contabilizados mensualmente por la empresa de Transportes Urbanos de Mérida S.L. (4.927). La media absoluta por línea y día fue de 66 encuestados (lo que suponía un 10,71% respecto al total de pasajeros por día y línea ofrecidos por la empresa de autobuses, 616).

Los campos incluidos en la tabla de datos eran los siguientes: 1) el nombre de la parada (la nomenclatura usada ha sido poner en primer lugar el nº de la línea a la que pertenece la parada y en 2º lugar el nº de orden de la parada según se ha ido tomando con GPS), 2) la hora de la toma de las coordenadas, 3) el identificador de cada parada, 4) el nombre coloquial de la parada, 5) las coordenadas X de la parada en el sistema de coordenadas geodésico ED-50, huso 30, 6) las coordenadas Y de la parada en el sistema de coordenadas geodésico ED-50, huso 30, 7) el número de personas que suben en cada parada, 8) el número de personas que bajan en cada parada; y 9) el sumatorio de subidas y bajadas de cada parada.

En esta investigación es muy necesario describir de forma adecuada el nivel de servicio de las paradas de autobús urbano de la ciudad porque así es más comprensible que luego se utilice este parámetro para obtener la accesibilidad absoluta del servicio (así se entiende mejor la relación entre accesibilidad de las paradas y sus niveles de servicio).

III.1.2 La demanda potencial: distribución de la población por portales

La tabla de datos que contiene la localización de cada uno de los portales del casco urbano de Mérida con los datos de población correspondientes a cada uno de ellos, fue facilitada por el Ayuntamiento de la ciudad, según el padrón municipal.

Los campos incluidos en esta tabla de datos son los siguientes: 1) el identificador de cada portal, 2) las Coordenadas X de la parada en el sistema de coordenadas geodésico ED-50, huso 30 norte, 3) las coordenadas Y de la parada en el sistema de coordenadas geodésico ED-50, huso 30 norte, 4) el número de habitantes en cada portal, y 5) el nombre de la vía en la que se sitúa cada uno de los portales.

III.1.3 La distancia que separa la demanda de la oferta: red de viales

Para realizar este estudio ha sido necesario representar cartográficamente la red de viales de la ciudad de Mérida, mediante una capa vectorial de tipo lineal (Gutiérrez et al., 2011 y 2012), que lleva asociada una tabla de datos. Además, se ha procedido a la jerarquización de dicha red viaria (Figura 1). Esta información ha servido para desarrollar el planteamiento de todos los trabajos de adquisición de datos y para delimitar la zona de trabajo. Se establecieron cuatro niveles o categorías del viario que se consideran homogéneas a efectos de las condiciones de movilidad que proporcionan:

- Nivel 1: Viario que soporta tráfico de paso y constituye el principal acceso de la población con el exterior.
- Nivel 2: Vías arteriales. Vías urbanas consideraras principales que conectan con el viario de paso y dan servicio a desplazamientos urbanos de largo recorrido. En este grupo se encuentra el anillo principal de Mérida.
- Nivel 3: Vías colectoras-distribuidoras. Vías consideradas secundarias o calles importantes. Se encuentran subordinadas a las vías arteriales y constituyen una transición a la calle como tal.
- Nivel 4: Resto del viario. Las calles que prestan acceso inicial/final a los desplazamientos.

Los campos incluidos en la tabla de datos son los siguientes: 1) el identificador de cada tramo de la red, 2) el nombre de la vía a la que pertenece cada tramo, 3) la pertenencia o no de los tramos de la red al casco urbano (asignando el valor Y si pertenece y N en caso contrario) y 4) la velocidad media de un peatón desplazándose a través de la red (este valor ha sido establecido en 3,83 km/h o 1,06 m/s).

La velocidad óptima a pie elegida para este estudio ronda los 3,83 km/h (638 metros por 10 minutos de paseo), como ya se ha expuesto, máxime cuando el autobús urbano es un modo de transporte utilizado por personas con problemas de movilidad como ancianos, niños, personas con movilidad reducida, etc. (Knoblauch et al., 1996; Muñoz-Raskin, 2010).

Se puede decir que con esta velocidad media de desplazamiento peatonal se tiene mejor en cuenta el perfil tipo del usuario del autobús y las particularidades de la circulación por la red (las interrupciones peatonales, los cruces de calles, los obstáculos, etc.) que con otras velocidades mayores planteadas en otros estudios (Gutiérrez et al., 2000 y 2002).

Comentar también que la red considerada no dispone de una plena permeabilidad (o accesibilidad total al transporte público analizado), por lo que esta cifra de 3,83 km/h hace que no se sobreestime la accesibilidad existente.

Mediante el cálculo de las propiedades de la red se estableció la longitud de los tramos de los viales. Con estos datos, ha sido posible definir la impedancia de la red como la resistencia al tránsito, que, en este caso, se corresponde con el tiempo que es necesario invertir para recorrer cada tramo. Una vez se disponía de la información esencial para aplicar los cálculos de análisis de redes sobre la red de viales, se generó la topología de la misma, por la que se establecen las relaciones topológicas entre las distintas entidades gráficas: nodos y tramos de viales.

III.1.4 Matriz Origen-Destino

Para establecer las variables empleadas en la determinación de la accesibilidad, se ha generado una matriz origen-destino a través de la red, tomando como puntos de origen los portales y como puntos de destino las paradas. De este modo, se ha obtenido una tabla de datos que contiene información correspondiente al tiempo de recorrido y distancia desde cada portal a cada parada de la red de autobús urbano de Mérida.

III.2 Variables empleadas para la determinación de la accesibilidad

Como se ha explicado en apartados anteriores, existen numerosas medidas de accesibilidad que responden a distintas conceptualizaciones y objetivos de análisis. En este caso, se ha estimado oportuno utilizar la medida de oportunidades acumuladas o potenciales de población, el indicador de accesibilidad absoluta y los tiempos mínimos de acceso, ya que con un análisis complementario, a nuestro juicio, se define mejor el objeto de estudio, es decir, determinar la relación existente entre la distribución de las paradas de autobús y la población residente.

En el trabajo expuesto se presentan y abordan además tres conceptos claves que deben ser explicados correctamente para un mejor entendimiento del mismo: 1) la accesibilidad individual es la permeabilidad viaria de los viandantes desde los portales a las paradas, es decir, la accesibilidad activa de la población; 2) las áreas potenciales de servicio son los tiempos mínimos de acceso a cada parada de autobús, medida en contorno; y 3) la accesibilidad potencial de un servicio es la accesibilidad que proporciona el autobús en su configuración.

A partir de las variables empleadas para la determinación de la accesibilidad y la cartografía existente, se genera una serie de mapas que permiten interpretar los resultados desde un punto de vista espacial.

Con el objeto de obtener una representación óptima de las variables que facilitara una correcta interpretación, tras comprobar que con la clasificación siguiendo el método de rupturas naturales (Natural Breaks) no se obtenían valores adecuados del indicador de accesi-

bilidad absoluta y del parámetro de tiempos mínimos (toda la ciudad de Mérida estaba en el grupo más cercano y más accesible), se decidió clasificar las variables de análisis por otros métodos:

- En el caso del indicador de accesibilidad absoluta se clasifican los puntos por cuantiles (Quantiles). Teniendo como guía la clasificación de los puntos, se genera la interpolación (Inverse Distance Weight, IDW) y se ajustan los límites en función de los puntos y del histograma del ráster clasificado.
- Para el caso del parámetro del tiempo mínimo de acceso de la población a la paradas, directamente se clasifica en función del tiempo, es decir, de forma manual (Manual), en las categorías <5, 5-10, 10-20 y >20 minutos.

III.2.1 Medidas de oportunidades acumuladas

Existen numerosas medidas de accesibilidad que responden a distintas conceptualizaciones y objetivos, como ya ha quedado patente en la revisión bibliográfica. Un indicador sencillo es el que se conoce como medida de oportunidades acumuladas o potenciales de población, que consiste en contabilizar la cantidad de población o actividad económica que queda dentro de un determinado límite de distancia o tiempo, con respecto a uno o varios puntos seleccionados (paradas de autobús). Si estos puntos representan la localización de equipamientos o servicios, este indicador define la cantidad de demanda potencial existente en su entorno.

En el caso de estudio, se analizó la población potencial que accede a las paradas de la red de autobús urbano de Mérida situadas a menos de 5 y 10 minutos de las mismas. Se ha estimado oportuno establecer 5 y 10 minutos por determinar que constituyen barreras psicológicas a los desplazamientos peatonales (Gutiérrez et al., 2000 y 2002).

III.2.2 Indicador de accesibilidad absoluta

El indicador de accesibilidad absoluta mide el grado de interconexión de un punto con el resto de puntos de la región estudiada. Este indicador pertenece al grupo de medidas desagregadas y dentro de éstas, forma parte de las denominadas de aspectos geográficos.

Según Monzón (1988), el indicador de accesibilidad integral mide el grado de interconexión de un punto con todos los demás. El indicador de accesibilidad relativo mide el grado de interconexión entre dos puntos situados en un mismo territorio. Ambos indicadores hacen referencia sólo a un nodo de la región estudiada. La relación entre ambas es la siguiente:

$$A_i = \sum_j a_{ij}$$

Donde es la accesibilidad absoluta y es la relativa.

Para conseguir el nivel de accesibilidad de toda la región estudiada, hay que utilizar la accesibilidad global, cuya expresión es la siguiente:

$$A = \sum_i A_i$$

Los resultados de la accesibilidad global no pueden compararse con los de otras regiones debido a que tienen diferente número de nodos, diferente posición relativa y diferentes variables. Sólo en regiones con características similares se podría hacer una escala ordinal de las diversas regiones. Por otro lado, la accesibilidad puntual sólo va a servir para sacar conclusiones de puntos que se encuentran dentro de la misma área de estudio (Monzón, 1988).

El indicador de accesibilidad absoluta es sensible a la localización geográfica de los nodos, primando a las regiones centrales, lo que resulta fundamental desde el punto de vista del desarrollo regional (Gutiérrez et al, 1994).

En el trabajo expuesto en el artículo se han relacionado los portales con las paradas, determinando el grado de accesibilidad absoluta en función de la ocupación de las paradas y del tiempo mínimo de acceso a éstas desde los portales. Se trata de calcular la media ponderada del tiempo mínimo que separa a cada portal con respecto a las paradas a través de la red, considerando la ocupación de éstas como un factor de ponderación, según:

$$IAA_t = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij} * OP_j)}{\sum_{j=1}^n OP_j}$$

Donde:

I_{ij} : es el tiempo mínimo entre los nodos ij , a través de la red, es decir, el tiempo mínimo entre portales y paradas.

OP_j : es la ocupación de las paradas de la red de transporte urbano de Mérida.

Esta fórmula es una variación de la expresión utilizada por Gutiérrez Puebla et al. en 1994 para determinar la accesibilidad absoluta de los municipios españoles. En esta nueva expresión, se ha sustituido el nivel de renta por la ocupación de las paradas de autobús.

III.2.3 Tiempos mínimos de acceso

Los tiempos mínimos de acceso son un parámetro perteneciente al indicador de accesibilidad absoluta, que muestra el tiempo mínimo desde cualquier portal de origen a la parada más cercana a él. Para esto se tiene en cuenta, además de la distancia, las vías por las que hay que transcurrir y su velocidad media, que aquí, en el caso de estudio, se ha sustituido por la velocidad media del peatón andando: 3,83 km/h (Knoblauch et al., 1996; Muñoz-Raskin, 2010). Así pues, tanto la situación geográfica de los portales como las características de la red, van a ser elementos muy importantes para los resultados finales de este indicador.

IV. RESULTADOS

IV.1 MEDIDA DE OPORTUNIDADES ACUMULADAS O POTENCIALES DE POBLACIÓN

En el mapa que se muestra a continuación (Figura 5), se ha calculado la población potencial existente a menos de 5 minutos de cada una de las paradas, relativas al autobús urbano de Mérida. Las paradas aparecen en el mapa como elementos puntuales, representadas en función de su potencial de población. Se ha optado por una representación vectorial de los datos porque tiene un mayor grado de adaptación a la visualización de la variable analizada.

Figura 5
POBLACIÓN POTENCIAL A MENOS DE 5 MINUTOS DE LAS PARADAS



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

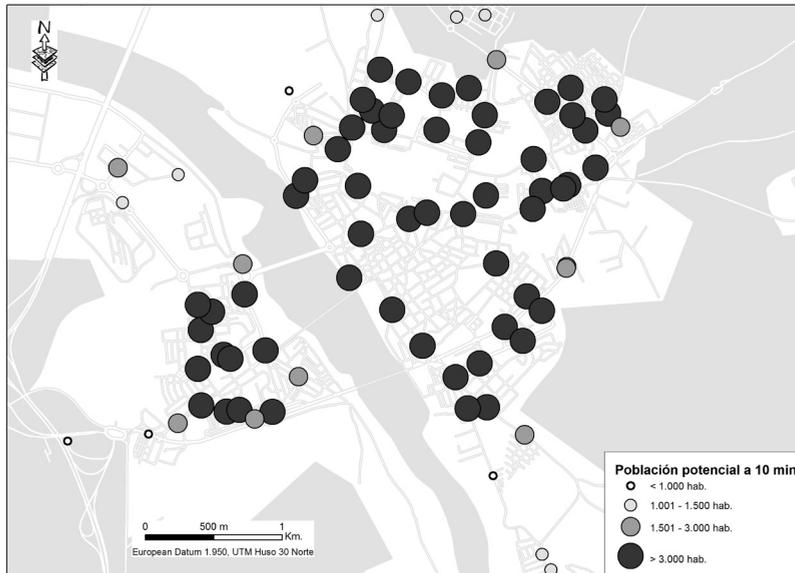
Se han utilizado las variables visuales tono en escala de grises y gradación de tamaños para categorizar las paradas en función del potencial de población.

Con tono de gris más claro aparecen las paradas a las que acceden, en menos de 5 minutos, entre 1.000 y 1.500 habitantes. A este segundo grupo pertenecen un 28% de las paradas del servicio. Éstas, tienen este porcentaje por la localización que presentan en la ciudad, en suelo de uso residencial mayoritariamente, con viviendas de tipo unifamiliar. Además, en el entorno cercano a estas paradas se ubican gran parte de las dotaciones deportivas y docentes de la ciudad, por lo tanto, la densidad de población en ellas no es demasiado alta.

En tono de gris oscuro se muestran aquellas paradas a las que acceden entre 1.500 y 3.000 habitantes en menos de 5 minutos. La mayoría de paradas de autobús urbano de Mérida (33%) pertenecen a este grupo. Este porcentaje responde a su localización en suelo residencial, al igual que el caso anterior. La diferencia es que en estas zonas hay más viviendas de carácter colectivo (con la salvedad de la barriada San Juan, donde se aúnan viviendas unifamiliares pero con un volumen importante de población residente), por lo que la densidad de población es mayor que en el caso descrito anteriormente.

El tono negro representa las paradas a las que acceden en menos de 5 minutos más de 3.000 habitantes. Este grupo de paradas minoritario (7% del total) presenta este potencial tan elevado porque están situadas en zonas estratégicas de la ciudad (con la localización de equipamientos importantes como el hospital, en la margen izquierda del río Guadiana, o la zona de servicios de la avenida Juan Carlos I, en la parte más oriental de la figura). En dichas zonas, el suelo es de carácter residencial colectivo, con una densidad de población, por tanto,

Figura 6
POBLACIÓN POTENCIAL A MENOS DE 10 MINUTOS DE LAS PARADAS DE AUTOBÚS



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

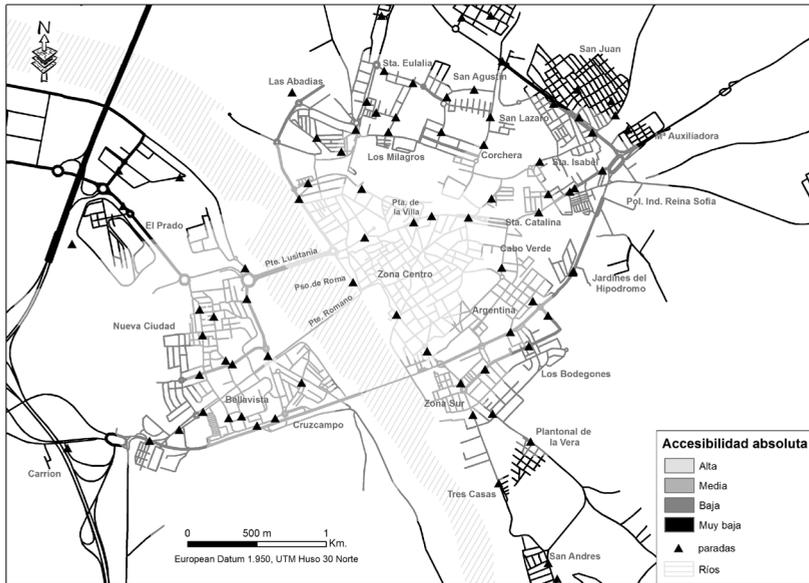
elevada. Además, es aquí donde se concentran la mayor parte de servicios básicos, tanto a nivel regional (sedes principales de la administración regional) como a nivel local (ayuntamiento, cuerpos de seguridad, entidades bancarias, correos, etc.).

El tono blanco con borde negro representa las paradas cuya población potencial de acceso es menor de 1.000 habitantes, para desplazamientos menores a 5 minutos. Este grupo de paradas suponen un 32% del total del servicio. Dicho porcentaje, responde a la ubicación de las paradas bien en zonas periféricas, donde predominan usos del suelo industriales en su mayoría, o bien en zonas residenciales unifamiliares, donde la densidad de población es baja.

La Figura 6 muestra un mapa que representa el volumen de población potencial que accede a las paradas del servicio de autobús urbano de Mérida, en menos de 10 minutos. Se ha optado por una representación vectorial de los resultados porque permite identificar con mayor notoriedad las distintas zonas analizadas de la ciudad, en función de su potencial de población. Además, este tipo de representación cartográfica permite ofrecer de un modo más claro y conciso dónde se localizan las paradas de este servicio de transportes.

La mayor parte de las paradas de la red de transporte urbano tiene un potencial de población que supera los 3.000 habitantes a menos de 10 minutos (72% del total de las mismas). Esto, da una visión clara del grado de cercanía que presenta el servicio con respecto a los residentes de la ciudad, ya que la mayoría de la población dispone de una parada de autobús urbano a menos de 10 minutos a pie. Por consiguiente, parece que existe una adecuada distribución de las paradas, puesto que la mayoría presentan potenciales de población elevados y homogéneos, salvo alguna excepción.

Figura 7
ACCESIBILIDAD ABSOLUTA A LAS PARADAS DE AUTOBÚS URBANO



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

IV.2 Accesibilidad absoluta

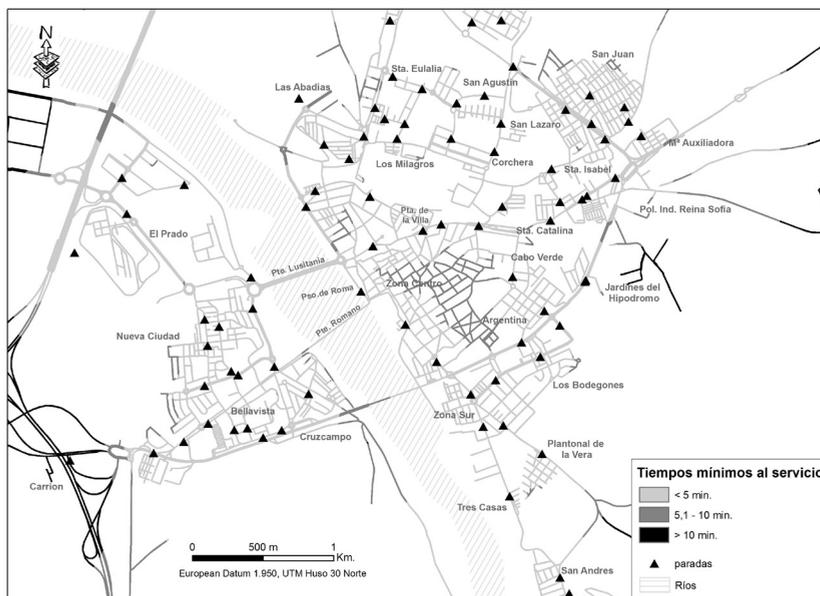
El mapa que se muestra a continuación (Figura 7) refleja la accesibilidad absoluta a las paradas de la red de autobús urbano de Mérida. Como la variable accesibilidad está asociada a los portales y éstos tienen una distribución continua, se ha optado por una representación cartográfica ráster de esta variable.

En la Figura 7 se aprecia una zona central que se corresponde con la región de mayor accesibilidad del casco urbano, delimitada por el puente Romano, el puente Lusitania y la zona de la Puerta de la Villa. Esta área central tiene sobre ella tres anillos concéntricos que van reduciendo el grado de accesibilidad conforme se alejan del casco antiguo, dando lugar al típico modelo de accesibilidad «centro-periferia».

Otro rasgo característico de esta red de transporte urbano es que, en las áreas de baja accesibilidad, suelen localizarse paradas por las que pasan un número bajo de líneas de transporte (Figura 4). Esto, hace que se reduzca la accesibilidad absoluta de la zona ya que un usuario que viva cerca de esa parada no tiene la misma capacidad de acceder a todos los servicios ofertados. Todo lo contrario ocurre en las zonas más céntricas de la ciudad, donde se ofrecen mayores posibilidades de acceso a todos los bienes y servicios ofertados en Mérida puesto que, en cada parada, llegan un mayor número de líneas de transporte.

Tras analizar la accesibilidad absoluta de la población a las paradas de autobús urbano de la ciudad de Mérida es evidente la configuración centro-periferia de la variable accesibilidad, junto a la determinación de una mayor área de mercado en las zonas residenciales de la ciudad.

Figura 8
TIEMPOS MÍNIMOS DE ACCESO A LAS PARADAS DE AUTOBÚS URBANO



Fuente: Cartografía a escala 1:500, Ayuntamiento de Mérida. Elaboración propia.

IV.3 Tiempos mínimos de acceso

El siguiente mapa (Figura 8) representa el tiempo mínimo de acceso desde cualquier portal (origen del desplazamiento peatonal) a la parada más cercana del servicio (destino del desplazamiento peatonal). Este plano ofrece una visión más concreta a cerca del grado de cercanía que tiene el servicio a los residentes de la ciudad. Se ha optado por representar la información sobre un modelo de datos ráster, debido también a la característica continua de la variable representada.

En cuanto a la distribución del porcentaje de población que accede al servicio de autobús urbano, en función del tiempo mínimo de acceso a las paradas, comentar que la mayor parte de la población de Mérida, (un 86% del total), tiene a menos de 5 minutos de su lugar de residencia una parada de la red de autobús urbano (tono de gris claro).

En un tono de gris medio aparecen las zonas cuyos portales se encuentran entre 5 y 10 minutos de la parada más cercana. Esta información corresponde con el 10% de la población. Dentro de las zonas que están entre 5 y 10 minutos la más característica se corresponde con parte del centro urbano, que por tratarse de una zona peatonal, no dispone de paradas en su interior.

Tan sólo el 4% de la población de Mérida dispone de una parada a más de 10 minutos de su lugar de residencia. En el mapa estas zonas se sitúan en la periferia de la ciudad, donde el número de paradas es menor y su distribución no es tan homogénea. Además a estas paradas accede un volumen menor de líneas que en el resto de paradas más cercanas al centro urbano. En estas zonas periféricas, se localizan dos urbanizaciones: Proserpina (zona norte del plano)

y El Vivero (zona este del plano), las cuales no disponen de paradas cercanas por no situarse dentro del trazado de la red del autobús urbano (Figura 4).

En un estudio paralelo (Gutiérrez et al., 2011 y 2012), realizado por el equipo técnico redactor del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Mérida sobre el grado de satisfacción del transporte urbano de la ciudad, se extrae de las encuestas realizadas que el 95% de la población tarda menos de 10 minutos en acceder al autobús urbano. Este valor es muy próximo al determinado en este estudio, donde si se observan los resultados que muestra la Figura 8 (los dos tonos de gris más claro), el 96% de la población capaz de andar a 3,83 km/h por un viario isotrópico (con características geográficas similares), tarda menos de 10 minutos en llegar a una parada de autobús urbano.

V. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en el estudio, se han alcanzado las siguientes conclusiones: las paradas están bien distribuidas y, tomando como guía el estudio realizado por Gutiérrez Puebla et al. en 2000 y generando una clasificación de valores propia, como ya se expuso en la metodología, la accesibilidad al autobús urbano de la ciudad es alta. Por consiguiente, el procedimiento desarrollado en el trabajo parece poder demostrar que determinar la accesibilidad es algo más que una mera distribución de elementos (paradas) en el territorio (red urbana). Haber alcanzado estas conclusiones permite confirmar que la metodología empleada es adecuada para los objetivos planteados en el estudio.

Se puede afirmar que las paradas de la red de autobús urbano tienen un alto potencial de población, pues el 72% de las mismas, tienen a menos de 10 minutos una población potencial mayor de 3.000 habitantes. Por tanto, en Mérida las paradas se encuentran bien distribuidas en función de la población demandante del servicio, aunque teniendo en cuenta que en el artículo solo se analiza la parte del viaje de los usuarios que va desde el origen/portal inicial hasta la parada de autobús (no se discute nada sobre el tramo final del viaje, desde la parada destino al destino final/portal) y el usuario no tiene como destino final la parada de autobús.

La zona central que provee de buena parte de los servicios a la ciudad tiene una alta accesibilidad. Por tanto, la configuración de la red del servicio de autobús urbano en relación con la trama urbana, puede considerarse adecuada.

Por otra parte, se pone de manifiesto que el tiempo de acceso a las paradas para la mayor parte de la población es muy bajo, pues el 86% de la población emeritense accede a una parada en menos de 5 minutos. Tan solo el 4% de la población está a más de 10 minutos de las paradas de autobús.

Se evidencia la bondad del método seguido para evaluar la distribución de las paradas de autobús urbano respecto a la localización de la población residente, localizada por portales y extraída del padrón municipal, como demuestran los resultados alcanzados en el estudio que se presenta en este artículo.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecer la subvención concedida por el Ministerio de Fomento para la realización del «Proyecto Piloto Municipal para la Promoción de la Movilidad Sostenible de Mérida» (ref.

268/08). Estimar también en gran medida el apoyo recibido por la Junta de Extremadura a través de la beca de formación de personal investigador, FPI. Además, se extienden los agradecimientos al Fondo Social Europeo, financiador de la beca predoctoral F.P.I. ref. PRE09142.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÑOBRE, E. y ROMERO, Á. (2009): «Los BRT en corredores segregados como sistema óptimo de transporte urbano» en *Administrando en entornos inciertos. Congreso nacional de la asociación europea de dirección y economía de empresa* (Cossío, F. J., coord.). Sevilla, Escuela superior de gestión comercial y marketing.
- COMISIÓN EUROPEA (1999): «ETE. Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio de la UE» en MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- COMISIÓN EUROPEA (2006): *Libro blanco del transporte*. Bruselas.
- COMISIÓN EUROPEA (2004): «Una nueva asociación para la cohesión: convergencia competitividad cooperación. Tercer informe sobre la cohesión económica y social» en MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- DENDONCKER, N., ROUNSEVELL, M. and BOGAERT, P. (2007): «Spatial analysis and modelling of land use distributions in Belgium». *Computers, Environment and Urban Systems*, nº 31, 188-205.
- DOMBRIZ, M. A. (director) (2008): *Libro verde del urbanismo y la movilidad*. Madrid, Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- FARIÑA, J. y NAREDO, J. M. (2010): *Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español*. Madrid, Biblioteca CF+S.
- FUJITA, M., KRUGMAN, P. and VENABLES, A. J. (1999): «The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- GARCÍA, J. C. y GUTIÉRREZ, J. (2007): «Pautas de la movilidad en el área metropolitana de Madrid». *Cuadernos de Geografía*, nº 81/82, 7-30.
- GUTIÉRREZ, J. (2001): «Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- GUTIÉRREZ J. y CONDEÇO-MELHORADO, A. (2008): «Medición de efectos de desbordamiento de las infraestructuras de transporte a partir de indicadores de accesibilidad» en XI Coloquio Ibérico de Geografía, (Alcalá de Henares, 1-4 de octubre de 2008).
- GUTIÉRREZ, J., CONDEÇO-MELHORADO, A. and MARTÍN, J. C. (2010): «Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment». *Journal of Transport Geography*, nº 18, 141-152.

- GUTIÉRREZ, J., CRISTÓBAL, C. y GÓMEZ, G. (2000): «Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 20, 451-464.
- GUTIÉRREZ, J., GARCÍA, J. A., ALVENTOSA, C., REDONDO, J. C. y PANIAGUA, E. (2002): «Accesibilidad peatonal a la red sanitaria de asistencia primaria en Madrid». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. extraordinario, 269-280.
- GUTIÉRREZ, J., MONZÓN, A. y PIÑERO, J. M. (1994): «Accesibilidad a los centros de actividad económica en España». *Revista de obras públicas*, nº 3.331, 39-49.
- GUTIÉRREZ, J. A., JARAÍZ, F. J. y CASTRO, J. (2012): «Los planes de movilidad urbana sostenible: el ejemplo de la ciudad de Mérida» en *Movilidad sostenible en ciudades medias* (VV. AA.). Coímbra, IERU, 159-186.
- GUTIÉRREZ, J. A., RUIZ, E. E. y JARAÍZ, F. J. (2011): «Perfiles tipo de usuario en el transporte público urbano para ciudades Mérida Pequeñas» en *Servicios, Globalización y Territorio* (Hernández, J. A., coord.). Las Palmas de Gran Canaria, Anroart, 767-788.
- HAGERSTRAND, T. (1968) «Innovation diffusion as a spatial process» in DENDONCKER, N. ET AL. (2007): «Spatial analysis and modelling of land use distributions in Belgium». *Computers, Environment and Urban Systems*, nº 31, 188-205.
- HALDEN, D. (2002): «Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- HAY, A. (1977): *Transport Networks. Fundamentals of Urban Geography*. The Open University Press.
- HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- IDAE (2006): *Guía Práctica PMUS para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible*. Madrid.
- IZQUIERDO, R. y MONZÓN, A. (1992): *Infrastructure Capacity and Network Access*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.
- IZQUIERDO, R. y MONZÓN, A. (1992): «La accesibilidad a las redes de transporte como instrumento de evaluación de la cohesión económica y social» en MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- KNOBLAUCH, R. L., PIETRUCHA, M. T. and NITZBURG, M. (1996): «Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up Time». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, nº 1538, 27-38.
- KRUGMAN, P. (1991) «Increasing returns and economic geography» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- MONZÓN, A. (1988): «Los indicadores de accesibilidad y su papel decisor en las inversiones en infraestructuras de transporte. Aplicaciones en la comunidad de Madrid». Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

- MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- MUÑOZ, F. (2009): «El tiempo del territorio, los territorios del tiempo» en *Las otras geografías* (Nogué y Romero, ed.). Valencia, Colección Crónica.
- MUÑOZ-RASKIN, R. (2010): «Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia». *Transport Policy*, nº 17, 72-84.
- NOGALES, J. M., GUTIÉRREZ, J. A., CORTÉS, T. y SAAVEDRA, J. A. (2007): «Modificación de la accesibilidad en Extremadura». *Mapping*, nº 115, 32-41.
- NOGALES, J. M., GUTIÉRREZ, J. A. y PÉREZ, J. A. (2001): «Análisis de accesibilidad a los centros de actividad económica de Extremadura mediante técnicas SIG». *Mapping*, nº 74, 22-32.
- PIRIE, G. H. (1979): «Measuring Accessibility: A Review and Proposal». *Environment and Planning A*, nº 11, 299-312.
- RIENSTRA, S., RIETVELD, P., HILFERINK, M. and BRUINSMA, F. (1998): «Road infrastructure and corridor development» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- RIETVELD, P. and BRUINSMA, F. (1998): «Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.
- VICKERMAN, R. W., SPIEKERMANN, K. and WEGENER, M. (1999): «Accessibility and economic development in Europe» en MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- WEGENER, M., ESKELINNEN, H., FÜRST, F., SCHÜRMAN, C. and SPIEKERMANN, K. (2000): «Indicators of Geographical Position» en MONZÓN, A., GUTIÉRREZ, J., LÓPEZ, E., MADRIGAL, E. y GÓMEZ, G. (2005): «Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular». *Estudios de construcción y transportes*, nº 103, 97-112.
- WEISBROD, G. and TREYZ, F. (1998): «Productivity and accessibility: bridging project-specific and macroeconomic analyses of transportation investments» in HOLL, A. (2007): «Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish Motorway Building Programme». *Journal of Transport Geography*, nº 15, 286-297.