

Proyectos de **I+D+i**  
2012-2014



## **DIURMOVIL**

**Dinámica de una ciudad. Caracterización de la Movilidad Urbana mediante Datos de telefonía móvil y otras fuentes de información heterogénea.**

Universidad de Sevilla



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
**CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA**



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional





**Dinámica de una ciudad. Caracterización de la Movilidad Urbana mediante Datos de telefonía móvil y otras fuentes de información heterogénea.**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y  
Vivienda. Junta de Andalucía. 2013

Ingeniería e Infraestructura de los Transportes, Universidad de Sevilla

Sevilla, 16-01-2014

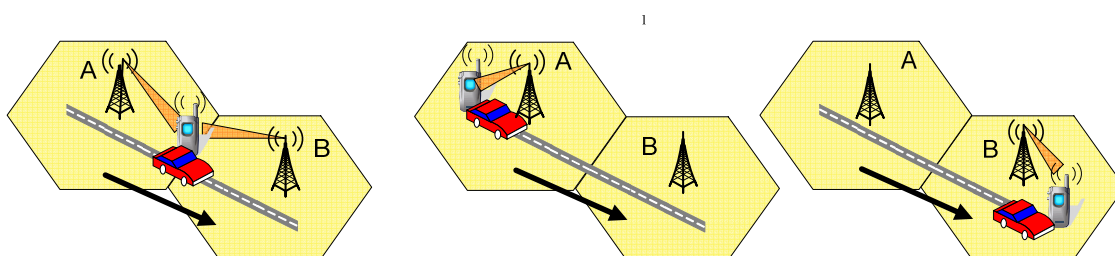
## 1. Introducción y antecedentes

El análisis de la movilidad en una determinada región, urbana o interurbana, es un aspecto esencial en las tareas de planificación del transporte. Con esta planificación se pretende gestionar de forma óptima y razonable las infraestructuras existentes, así como proyectar nuevas infraestructuras dirigidas a satisfacer la demanda de medios de transporte más rápidos, cómodos y seguros por parte de los usuarios.

El análisis de la movilidad se presenta como una herramienta imprescindible para tales fines. Una de sus aplicaciones clásicas es el estudio de flujos de tráfico, ya sea para conocer su distribución actual en los periodos de mayor congestión o a lo largo de todo el día, o bien para pronosticar su variación en situaciones hipotéticas, como pueden ser simulaciones de cortes de viario por obras o accidentes, la creación de nuevos centros comerciales, áreas de esparcimiento y de ocio (parques, instalaciones deportivas, cines, teatros, etc.), polígonos industriales, hospitales, estaciones de ferrocarril y de autobuses, aeropuertos, etc. Adicionalmente existen prácticas que se empiezan a extender progresivamente, en base a los estudios de la movilidad, y que presentan problemas de gran interés social como las estimaciones del impacto medioambiental de la movilidad motorizada, de las emisiones contaminantes y de ruidos, así como evaluaciones de consumo global de combustible (recursos energéticos) en la zona objeto de estudio.

Con el estado actual de la técnica (tanto en España como en países de larga tradición en este ámbito), la determinación y estimación de la movilidad es un largo proceso que requiere personal cualificado y especializado, y altos recursos económicos; convirtiéndose por ello en un proceso costoso, tanto en el aspecto presupuestario como en el del tiempo a invertir para su consecución.

Hoy en día, la telefonía móvil se perfila como alternativa para la recopilación de datos de movilidad. Su extendido uso en las sociedades modernas hace considerar a sus abonados como una muestra extensa de la que extraer datos, convirtiéndose sus terminales en sondas anónimas para caracterizar el tráfico de un modo transparente. Según los últimos estudios de mercado, las tasas de penetración de telefonía celular superan ya el 90% de la población de gran cantidad de países. Por ello, parece lógico pensar que cada persona puede llevar consigo algún teléfono.



*Fig. 1: Proceso de captura de datos de telefonía móvil en zonas de tránsito rodado*

El fin perseguido en este Proyecto de Investigación es la caracterización de la movilidad en el ámbito urbano y metropolitano usando datos derivados de la información proporcionada por la red de telefonía móvil así como otros datos provenientes de fuentes heterogéneas, tales como: datos de movilidad existentes (obsoletos o no actualizados) provenientes de campañas de encuestas, flujos de tráfico de vehículos y otros datos relevantes disponibles.

## 1.1 Antecedentes

El objetivo de la gestión y planificación de la red viaria es responder adecuadamente a las necesidades de movilidad de la población por medio del dimensionado de la infraestructura y de la utilización de los medios de transporte, junto con la adecuada caracterización de la demanda. Por otro lado, y hablando en términos de sostenibilidad del sistema de transporte, parece conveniente y necesario añadir a estos objetivos el análisis de factores relacionados con la contaminación atmosférica causada por el uso masivo de modos de transporte mecanizados privados, la exposición de la población al ruido, la destrucción de ecosistemas y la inseguridad y siniestralidad en los desplazamientos por carretera, con todas sus serias y graves implicaciones sobre el medio ambiente. Tal como sugiere la Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS, 2009), *"la movilidad sostenible implica garantizar que nuestros sistemas de transporte respondan a las necesidades económicas, sociales y ambientales, reduciendo al mínimo sus repercusiones negativas"*. A su vez, según la Comisión Europea (Portal, 2003): *"La demanda de transporte va estrechamente unida al desarrollo económico. El transporte es un elemento muy significativo y necesario en una sociedad moderna, sin embargo, la creciente y perentoria necesidad que supone su existencia se considera, cada vez más, una pieza clave de la larga lista de efectos secundarios no deseados que origina esta sociedad"*. Por ello, cualquier estudio de demanda de transporte realista, práctico y eficiente debe combinar sus modelos con el análisis y valoración de variables socioeconómicas y externalidades ambientales para dar una respuesta conjunta a los problemas de movilidad e impacto medioambiental y social.

A nivel nacional, el Ministerio de Fomento ha realizado dos Encuestas de Movilidad de las Personas Residentes en España (MOVILIA) con el objetivo de poner a disposición de los ciudadanos una información amplia, integrada y coherente sobre el fenómeno de la movilidad de las personas. La primera encuesta, MOVILIA 2000/2001 (MFOM, 2002) se hizo durante los años 2000 y 2001, y la segunda, MOVILIA 2006/2007 (MFOM, 2008), durante los años 2006 y 2007. El objetivo principal de ambas encuestas fue obtener información suficiente para permitir el conocimiento de las pautas de movilidad a largo plazo de la población residente en España, sus características y sus determinantes. No obstante, estas encuestas también suelen ser abordadas a un nivel territorialmente menos extenso con relativa frecuencia, caracterizando los desplazamientos realizados por los individuos durante los días laborables o festivos (motivo, medio de transporte, tiempo, etc.) sobre el área considerada. En este sentido caben destacar, entre otras, las Encuestas Domiciliarias de Movilidad realizadas por el Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid en los años 1996, 2004 y 2007, las Encuestas de Movilidad Cotidiana de Cataluña desarrolladas por el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Catalunya y la Autoridad Territorial de la Movilidad de la Región Metropolitana de Barcelona en los años 1996, 2001 y 2006, o los Estudios de Movilidad en el País Vasco desarrolladas en 2003, 2007 y 2011 por el Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transporte del Gobierno Vasco.

En Andalucía, desde principios de los años ochenta del siglo pasado se vienen realizando estudios de movilidad en las aglomeraciones urbanas andaluzas basados en encuestas de tipo domiciliaria y presencial, pudiéndose destacar las Encuestas Domiciliarias de Movilidad de las áreas metropolitanas de Sevilla en el año 2000 y 2006, Costa del Sol 2010 (incluye aglomeración urbana de Málaga), Córdoba 2002 o Bahía de Cádiz en 2004. A escala de todo el territorio andaluz hay que destacar la reciente

encuesta social 2011 (ESOC 2011) realizada por el Instituto de Estadística de Andalucía y cuyo objeto es la movilidad de las personas residentes en las aglomeraciones urbanas de Andalucía, tanto la movilidad habitual como la movilidad de medio y largo recorrido.

Con el estado actual de la técnica, la determinación y estimación de la movilidad es un largo proceso que consume cuantiosos recursos económicos y requiere personal cualificado y especializado. Hoy en día, la telefonía móvil se perfila como alternativa para la recopilación de datos de movilidad. Su extendido uso en las sociedades modernas hace considerar a sus abonados como una muestra extensa de la que extraer datos, convirtiéndose sus terminales en sondas anónimas para caracterizar el tráfico de un modo transparente. Para una mejor comprensión de los efectos del movimiento humano, la caracterización de los patrones de movilidad humana es crucial. Las bases de datos espacio-temporales están creciendo rápidamente debido a la diaria recopilación de transacciones a través de controladores de tráfico de red, redes de sensores y datos de telecomunicaciones, desde teléfonos móviles a otros dispositivos de localización. La gran disponibilidad de estas fuentes de datos ofrece una oportunidad a los investigadores para caracterizar mejor la movilidad urbana. Sin embargo, estas fuentes de información proceden de sistemas diseñados con otra finalidad (calidad del servicio telefónico) por lo que presentan una serie de limitaciones que las convierten en insuficientes para la caracterización fidedigna de la movilidad de una zona. De ahí la importancia de combinarlas con otro tipo de información adicional relacionadas con la movilidad derivadas de las metodologías clásicas.

La idea de la utilización de móviles para monitorizar la movilidad de una región no es nueva. La aparición de legislaciones en diferentes países que exigieron precisión en la localización de llamadas de emergencias (E-112, Europa 2002/22/EC) propició una exhaustiva investigación sobre nuevas técnicas que mejoraran los datos de posición proporcionados por los operadores. Como consecuencia de estos trabajos, surgieron nuevas aplicaciones relacionadas con la información de posición, muchas de ellas enfocadas al sector del Transporte. Esta temática está siendo estudiada en numerosos centros de investigación, universidades y departamentos relacionados con el transporte de todo el mundo (i.e. Universidades de Waterloo, Berkeley, MIT; operadores telefónicos, etc). A nivel nacional, el Grupo proponente lleva varios años estudiando posibles alternativas y metodologías en el ámbito de la telefonía móvil aplicada a la caracterización del tráfico, mediante la realización de diversos estudios piloto. Entre ellos, destaca una prueba de laboratorio sobre una sección de autovía Huelva - Sevilla de la Autopista A-49. Esa investigación, la cual fue financiada por el Ministerio de Fomento a través de las Ayudas a la Realización de Proyectos I+D en el Área de Transportes FOM/486/2003, demostró la viabilidad de la inferencia de datos de tráfico a través de información disponible de telefonía celular.

Este hecho motivó la continuación de la línea de trabajo con un nuevo proyecto dentro del marco de actuación de MINERVA para el desarrollo y validación de los algoritmos existentes haciendo uso de datos procedentes de un estudio piloto real (1C-021). Este proyecto se realizó conjuntamente con la colaboración de VODAFONE, que facilitó información derivada de datos reales debidamente encriptados para no vulnerar la privacidad de sus usuarios.

## **2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles**

El objetivo principal de este estudio proporcionará como resultado final los mapas de la movilidad asociada a usuarios de los modos de transporte motorizados y no motorizados, matrices origen-destino,

lo cual permitirá establecer las bases para una posterior explotación en tiempo real y adaptar la planificación operativa del sistema global de transporte en relación a la dinámica urbana.

Los objetivos concretos referenciados en distintas escalas temporales se pueden sintetizar en : a) a corto plazo, la caracterización de la movilidad de una región urbana o interurbana en estudio, en base a la explotación de datos existentes sin necesidad de llevar a cabo campañas de encuestas de movilidad.; b) a medio plazo, la estimación de la movilidad de la región en estudio en situaciones temporales futuras próximas; c) a largo plazo, disponer en tiempo real de los datos de movilidad urbana e interurbana para llevar a cabo acciones de planificación, ajustes e intervención en las redes y servicios de transporte.

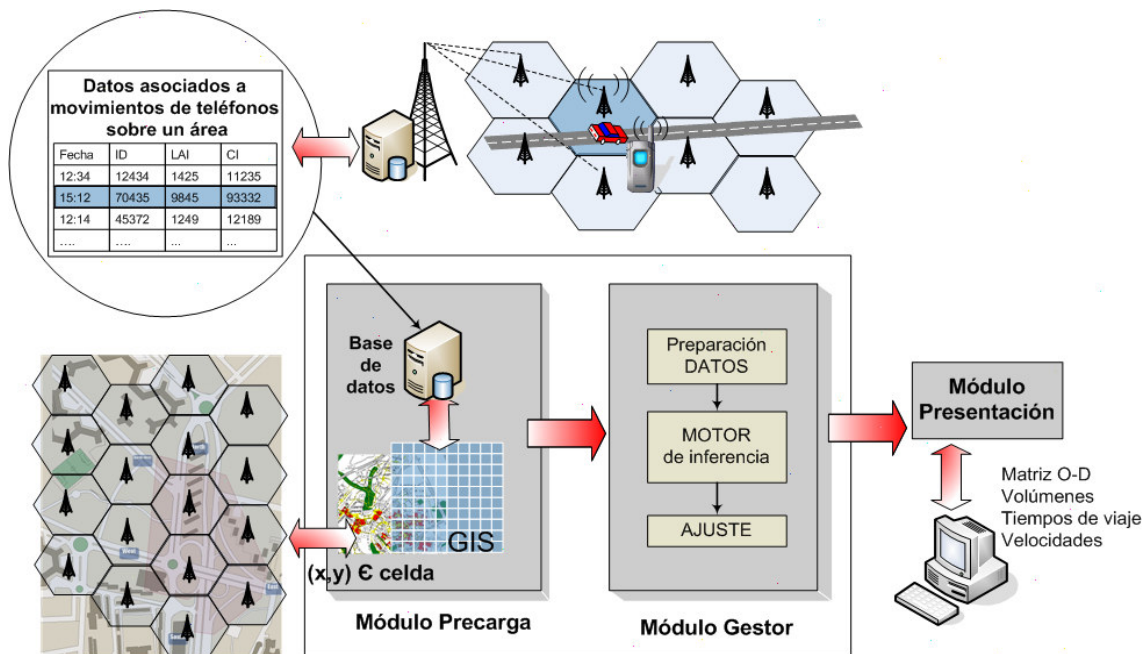


Fig. 2: Arquitectura de un sistema de explotación telefonía móvil – mapas de movilidad

### 3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

Las contribuciones tecnológicas esperables del proyecto están relacionadas con el desarrollo de un producto, basado en una metodología de actualidad, que permita la explotación de los datos de tráfico procedentes de fuentes heterogéneas para su utilización como información para el análisis de la movilidad. Esta tecnología permitirá hacer accesible los resultados de esta explotación (en tiempo real)



para que pueda ser utilizada y facilitar los estudios de planificación y gestión de los sistemas de transporte (en particular el privado) y su transferencia a la sociedad de los beneficios que ello conlleva.

El proyecto aborda nuevas soluciones para la determinación y caracterización de la movilidad más competitivas que las ya clásicas basadas en la realización de campañas de encuestas extensivas, que resultan muy costosas en recursos temporales y económicos. Y en particular, la realización de un estudio piloto real propiciará que Andalucía se integre en el grupo de regiones pioneras en este innovador uso de la telefonía móvil.

El interés tecnológico reside en la utilización de las nuevas tecnologías de comunicaciones móviles para que puedan jugar un papel clave en la incorporación de mejoras en la gestión y planificación de la red viaria.

El interés económico del desarrollo de este proyecto radica en el elevado coste que supone llevar a cabo encuestas extensivas para estimar la movilidad de la población. A ello se le une el coste temporal, debido a que el tratamiento de los datos de las encuestas supone un largo proceso. La investigación en nuevas alternativas es de vital interés para la Administración puesto que se conseguirían revolucionar los estudios de movilidad desde el punto de vista de coste (utilizaría la infraestructura existente de telefonía celular), fiabilidad (son datos de movilidad reales) y temporal, pudiendo dar respuesta inmediata a los problemas derivados del tráfico.

El interés que supone esta realización para la Consejería de Fomento y Vivienda radica en disponer de la metodología que permita caracterizar la movilidad reduciendo en gran medida la necesidad de llevar a cabo campañas de encuestas presupuestariamente inviables.

