

DERECHO A LA CIUDAD, NECESIDADES
DE MOVILIDAD: UN NUEVO ENFOQUE
PARA LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS
DE TRANSPORTE

SUMARI

1. Introducción y antecedentes

1.1. Equidad, comportamiento del viajero y necesidades

2. Enfoque basado en las necesidades: metodología

2.1. Uso de datos activos para detectar las necesidades en movilidad: el caso de Barcelona

2.2. Análisis de necesidades a partir de datos de tarjetas inteligentes en Madrid

3. Conclusiones

Referencias bibliogràficas

DERECHO A LA CIUDAD, NECESIDADES DE MOVILIDAD: UN NUEVO ENFOQUE PARA LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE TRANSPORTE

1. Introducción y antecedentes

El transporte desempeña un papel indispensable en nuestra sociedad. La Unión Europea es consciente de que la movilidad es vital para la economía y la calidad de vida y que permite el crecimiento económico y la creación de empleo (European Commission, 2011). Las últimas convocatorias *Smart, green and integrated transport* 2016-2017 y 2017-2018 de proyectos de transporte urbano de la UE se han centrado principalmente en la comprensión y el estudio de los patrones de movilidad de viajeros como elemento fundamental para la gestión del transporte, así como el análisis de las consecuencias de los diferentes escenarios de transporte sobre el medio ambiente y la salud, la sociedad y la economía.

Estudios relevantes (Currie, 2004; Lucas et al., 2016; Di Ciommo y Lucas, 2014) han demostrado que el sistema de transporte es percibido como esencial para responder a las necesidades humanas de salud, empleo e inclusión social, en particular entre los hogares de bajos ingresos. No lograr cubrir este tipo de necesidades puede provocar exclusión social y económica y segregación física y geográfica (Lubin y Deka, 2012; Lucas et al., 2016). Por lo tanto, para elaborar planes de transporte y urbanismo más equitativos, los enfoques de evaluación deberían incluir métodos basados en revelar las necesidades de movilidad, propias de los diversos grupos de población. Sin embargo, acertar con las necesidades reales de las personas es complejo, porque puede resultar difícil identificar lo que consideran necesario e importante para mejorar su calidad de vida. Para ello, sería útil reunir datos sobre cuáles son las necesidades de las personas, cuales actividades de las que ya realizan las satisfacen, cuáles las que, por alguna razón, no pueden llevar a cabo. Finalmente, las razones por las cuales las necesidades específicas podrían no ser satisfechas deben investigarse por tipo de actividad/motivo y nivel de atributo de la misma actividad (es decir, ubicación, tiempo de viaje para alcanzarlas, etc.) (Psarra et al., 2013).

En términos generales, las necesidades están asociadas con un derecho. Tenemos la necesidad básica de tener un lugar donde vivir, y tenemos el

derecho a la vivienda; tenemos la necesidad de estar en buena salud, y tenemos el derecho a la atención a la salud; tenemos la necesidad de realizar actividades, por lo tanto, el derecho de movernos para alcanzarlas.

La UE parece fijar el derecho a la movilidad solo cuando las personas ya están viajando, es decir, los derechos de los pasajeros (Kelemen, 2011). En realidad, la movilidad está relacionada con los derechos de la persona solo cuando se trate de un consumidor de servicios de movilidad. A nivel de la UE no existe un derecho a la movilidad para usuarios potenciales con necesidad de alcanzar una actividad vital. La necesidad de movilidad aún no se identifica con un derecho universal, razón por la cual no existe un derecho de las personas a la movilidad y accesibilidad a las actividades tales como el acceso a la escuela, al centro de salud u otras actividades sociales.

La noción de necesidad está directamente relacionada con la noción de beneficio: estimar los beneficios de una población significa medir en qué proporción están cubiertas las necesidades. Sin embargo, las metodologías actuales basadas en la suma de los beneficios, no siempre logran evidenciar las necesidades no cubiertas.

En la literatura, se han propuesto varios enfoques para estimar los beneficios de la población relacionados con servicios de movilidad y transporte. Estos beneficios pueden ponderarse de forma diferente dependiendo del tipo de grupos de población, su ubicación, disponibilidad de servicios de transporte, nivel socioeconómico, edad, género, etc. (Church et al., 2000). La complejidad y la variedad de estos factores, vinculados al hecho de que se refieren no solo a datos cuantitativos, sino también a características cualitativas, dificultan la definición de la evaluación de las políticas e inversiones de transporte mediante el actual Análisis de Coste-Beneficio (Di Ciommo y Shiftan, 2017). Como consecuencia, en los últimos años se han definido varios indicadores para captar las cuestiones de equidad e inclusión social en el transporte. Entre ellos, probablemente los más utilizados son los indicadores relacionados con el concepto de accesibilidad (Geurs y Van Bee, 2004; Paez et al., 2012; Farber et al., 2014; Wang et al., 2015; Cascetta et al., 2016; Martens y Di Ciommo, 2017). La ventaja de los indicadores de acce-

¹ Experta ITF-OECD, y coordinadora del comité de Behavioral Processes ADB10(4) Transport Research Board committee.

sibilidad es que incorporan distintas características del sistema de transporte (distancia, modo, motivo, tiempo, distancia) y del uso del suelo (densidad de infraestructura, dotación de servicios) en un solo indicador. Al hacerlo, pueden proporcionar una evaluación completa del 'servicio' de accesibilidad recibido por la población (Martens, 2015).

El indicador que proponemos en este artículo será un indicador construido a partir del grado de satisfacción de los usuarios con respecto a un atributo concreto de la actividad que necesitan cubrir: el tiempo de viaje. Cuando esta satisfacción es alta la persona nos transmite que su necesidad está cubierta. Al contrario, cuando esta satisfacción es baja la persona revelará que la necesidad no está cubierta. El indicador de inaccesibilidad revelará la necesidad no cubierta a través del grado de insatisfacción.

1.1 Equidad, comportamiento del viajero, y necesidades

Actualmente, el análisis de comportamiento de los viajeros adopta un enfoque basado en la función de utilidad basada en las preferencias y elección de modo de transporte. Sin embargo, el contexto de la elección modal es cada vez más complejo. Por lo tanto, las necesidades tienen un impacto creciente sobre el comportamiento de los viajeros, y un enfoque basado en ellas sería más indicado.

Estudios relevantes (Lucas et al., 2016; Litman, 2017) han demostrado que:

1. El sistema de transporte es percibido como esencial para responder a las necesidades humanas de salud, emancipación económica (empleo) y estabilidad social, en particular entre los hogares de bajos ingresos; y que su excesivo peso económico en el presupuesto familiar puede comprometer otros componentes de los gastos familiares (salud, educación, comida de calidad) (Litman, 2017).
2. No cubrir estas necesidades produce exclusión social y económica, y segregación física y geográfica.
3. Sin embargo, identificar las necesidades reales de las personas o llegar a expresarla puede resultar difícil.

Por lo tanto, es necesario definir una metodología ad hoc de identificación de las necesidades en términos de movilidad. A partir del hecho que la satisfacción o insatisfacción es un criterio para revelar las necesidades, se propone de recopilar o utilizar datos sobre satisfacción con respecto al desplazamiento realizado, existentes en la encuesta de movilidad realizada a la población del área metropolitana de Barcelona en los años 2011 y 2013 (*Base de dades metropolitana de mobilitat*, 2011/13). Se trata de una base de datos que permite estimar usuarios potenciales que no han logrado utilizar el modo de transporte que desearían.

Por otro lado, el análisis del uso de tarjetas inteligentes de transporte público ofrecerá datos para revelar dónde existen problemas de redes de transporte.

La combinación de datos activos, derivados de la encuesta de movilidad en el área metropolitana de Barcelona, y pasivos, como la base de datos de las tarjetas inteligentes del sistema de transporte público de Madrid, contribuye a captar las necesidades de las personas en términos de movilidad urbana y accesibilidad, y ofrece una perspectiva diferente para evaluar las políticas y las inversiones en el sector del transporte.

2. Enfoque basado en las necesidades: metodología

Las razones por las que las necesidades específicas pueden no ser satisfechas deben investigarse por tipo de actividad (es decir, trabajo, estudio, compras diarias, compras ocasionales, atención médica y visitas a familiares y amigos) y por nivel de atributo de la actividad (Psarra et al., 2013). Las necesidades de las personas están relacionadas con un viaje específico, modo, actividad y hora del día.

Por lo tanto, los dos pasos principales de la metodología consisten en:

1. Centrarse en las necesidades insatisfechas en términos de movilidad.
2. Explorar los atributos de las actividades que podrían mejorarse para mejorar la satisfacción de esas necesidades. El tiempo de viaje es uno de estos atributos.

2.1. Uso de datos activos para detectar las necesidades en movilidad: el caso de Barcelona

El punto de partida es la definición de los umbrales de tiempo de viaje (como un atributo de actividad), esto es, el tiempo de viaje con el que los usuarios están satisfechos al realizar una actividad. Por lo tanto, estos umbrales representan el tiempo de viaje máximo a partir del cual se considera una actividad menos accesible por parte de los usuarios.

A partir de la hipótesis inicial según la cual la definición de estos umbrales se basa en la satisfacción del usuario, la necesidad de transporte es estimada por el menor grado de satisfacción (Arentze y Timmermans, 2009). Cada tipología de viaje identificada considera origen y destino, motivo, modo de transporte y duración, y está asociada a un umbral de tiempo de viaje determinado.

Por lo tanto, esta investigación utiliza datos tradicionales existentes de encuestas de movilidad adoptando el enfoque metodológico de las necesidades.

La metodología basada en las necesidades se ha implementado como piloto en cuatro municipios (Cerdanyola del Vallès, Montcada i Reixac, Sant Adrià de Besòs, y Santa Coloma de Gramenet) de la zona oriental del área metropolitana de Barcelona, identificados básicamente siguiendo tres criterios: nivel de ingresos, perfil demográfico de la población y nivel de servicio de transporte público y privado (IERMB, 2012:2016).

El Área Metropolitana de Barcelona es una entidad territorial compuesta por Barcelona y 35 municipios vecinos. En 2016, tiene una población de 3.226.600 habitantes en un área de 636 km². El área identificada ocupa el 10% de la extensión de la AMB con una población aproximada del 8% del total. El municipio más extenso es Cerdanyola del Vallès con sus 30,60 km² y una densidad poblacional de 1.906,0 hab./km², mientras que Sant Adrià de Besòs es el municipio más compacto (3,8 km² con una densidad poblacional de 8.941,6 hab./km²), Santa Coloma de Gramenet es el municipio con la mayor densidad poblacional, de 17.260,6 hab./km². El nivel de ingresos en esta zona es entre el 21% y el 30% inferior al de la ciudad de Barcelona, mientras que la proporción de población jubilada se sitúa entre el 35% y el 43%.

La metodología se desarrolla en tres fases:

1. Identificación de la tipología de los viajes y los umbrales de tiempo de viaje asociados a cada tipología.
2. Estimación del índice de inaccesibilidad.
3. Identificación de los grupos de población con necesidades menos cubiertas y elaboración de directrices para los responsables de la formulación de políticas.

Por lo tanto, sus pasos consisten en: (1) seleccionar los datos de la encuesta de movilidad, en este caso del área metropolitana de Barcelona referentes a personas que viven dentro de un área específica (en este caso, los cuatros municipios del este del ámbito metropolitano) y cuyo motivo de viaje incluya trabajo, estudio, compras diarias, compras ocasionales, atención médica y visitas a familiares y amigos, actividades esenciales para una buena calidad de vida; (2) analizar la nueva muestra, incluyendo los encuestados que tienen su origen y destino en el

área considerada y los encuestados que tienen su destino fuera del área definida; (3) reagrupar los datos filtrados por tipología de viaje, definida por personas con el mismo propósito, modo de transporte y duración de viaje; (4) asociar a cada tipología el umbral de tiempo determinado, por el nivel de satisfacción de los usuarios con respecto a su tiempo de viaje; (5) destacar aquellas tipologías de viajes más problemáticos asociados a actividades menos accesibles (es decir, caracterizadas por una satisfacción baja con respecto al tiempo de viaje); (6) identificar a grupos de población que están menos satisfechos con respecto a sus necesidades en términos de acceso a actividades vitales.

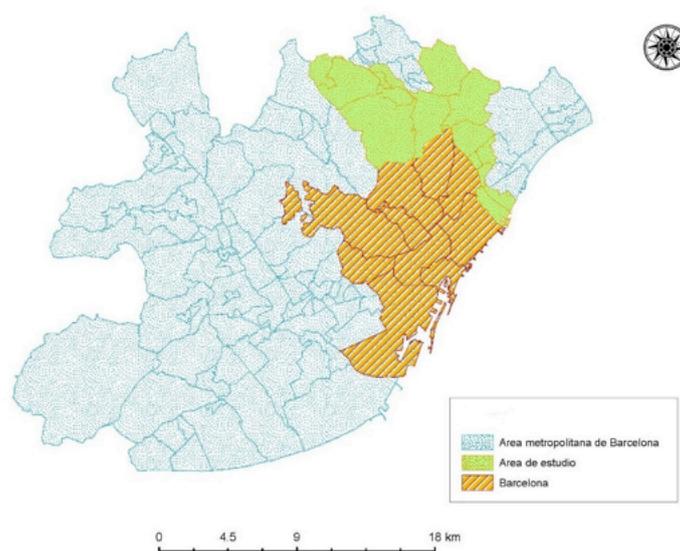
Siguiendo la hipótesis inicial de que un menor grado de satisfacción de un atributo de actividad como es el tiempo de viaje, asociado con el nivel más bajo de satisfacción declarado, significa que la necesidad del usuario no se cubre, proponemos trabajar en la identificación de las tipologías de viajes y los umbrales de tiempo.

Fases 1 y 2: Identificación de tipología de viaje y estimación del índice de inaccesibilidad

La primera fase del trabajo consiste en: (1) fijar criterios para definir el grado de satisfacción de los residentes y cuál es la forma en que pueden revelar sus necesidades insatisfechas; (2) identificar las tipologías de desplazamiento y (3) definir los umbrales de tiempo para cada tipología de viaje.

Una vez que se han definido los umbrales de tiempo para cada tipología de viaje, se estima un índice genérico de inaccesibilidad (IA). Este índice permite identificar las actividades inaccesibles como diferencia con las actividades accesibles. El índice de IA evalúa cuándo la persona puede o no alcanzar la actividad necesaria, donde la necesidad se mide por el bajo grado de satisfacción de los usuarios con respecto a su tiempo de viaje actual para obtener la actividad necesaria. Se ha establecido a través de la siguiente formulación:

Figura 1. Situación de los municipios objeto de estudio



Fuente: Di Ciommo et al., 2016.

$$IA_{o,d}^{m,p,l} = 1 - \frac{\sum_{d=1}^n TT_{o,d}^{m,p,l} * \sum_{i=1}^j NU_{o,d}^{m,p,l}}{\sum_{i=1}^g NU_{o,d}^{m,p,l}}$$

Donde:

m representa el modo de transporte; p el propósito del viaje; l la longitud; o el origen del viaje y d el destino del viaje.

TT es el umbral de tiempo definido para una determinada tipología de viaje; es igual a 1 si el tiempo de viaje es menor o igual que el umbral de tiempo, entre 0 y 1 en caso contrario.

NU es el número de usuarios que realizan una tipología determinada de desplazamiento, caracterizada por un origen destino en concreto, un motivo en concreto, un modo o cadena modal, y distancia.

n es el número de las tipologías consideradas.

j reagrupa los usuarios que están realizando la misma tipología de viaje y que están satisfechos con el tiempo de viaje y con el modo de transporte utilizado y que de esta forma revelan que están cubiertas sus necesidades en términos de desplazamientos para llegar a una actividad necesaria (trabajo, estudio, compras y visita a parientes).

g incluye ambos grupos de usuarios satisfechos e insatisfechos, que están realizando la misma tipología de viaje.

Los métodos de evaluación basados en las necesidades en el transporte indican la satisfacción de estas necesidades como una medida de equidad (Alderfer, 1996). Sin embargo, hasta ahora los indicadores de necesidades se han definido con respecto a las características de un grupo específico de población localizado en un área geográfica concreta (Currie y Sembergs, 2007). Sin embargo, el indicador que se propone con este estudio está relacionado con una actividad/motivo específico, la satisfacción de un atributo en concreto de esta

actividad que es el tiempo de viaje, el origen-destino, la distancia y el modo. Los individuos singularmente entrevistados revelan el grado de cobertura de las actividades que necesitan. Por lo tanto, la implementación de este indicador de inaccesibilidad abrirá un debate sobre cómo enfocar las acciones con respecto a un grupo de población que muestra que su necesidad de alcanzar una actividad específica no está cubierta. Cuando en una zona concreta ocurre que un grupo de población no cubre sus necesidades de movilidad y se comprueba un menor nivel de servicio de transporte, el riesgo de exclusión social de un determinado grupo de población es real. (Cebollada, 2009).

Fase 3: Identificación de los grupos de población con necesidades menos cubiertas

La tercera fase está orientada a identificar a los grupos de población a los que las intervenciones en política de transporte deben ser dirigidas principalmente para disminuir su riesgo de exclusión social e incrementar su calidad de vida (figura 2).

Se trata de un método sencillo para obtener las necesidades de las personas que a través de su grado de satisfacción declarada en la encuesta de movilidad, donde se pidió a las personas que evaluaran de 0 a 10 su nivel de satisfacción en cuanto al tiempo de viaje con el modo de transporte habitual y asociado a un viaje en concreto. En este apartado de la encuesta de opinión los entrevistados expresan indirectamente lo que consideren necesario e importante para mejorar su calidad de vida. Esto indicaría a los planificadores de políticas hacia donde dirigir sus intervenciones para satisfacer las necesidades. Esto daría lugar en última instancia a un sistema de transporte más equitativo, que respondiera a las necesidades de todos los grupos de población afectados.

Este método propuesto facilita la identificación de grupos de población a los que orientar las intervenciones de transporte para aumentar la equidad de transporte medida a través de la satisfacción de las necesidades.

En el caso particular de los 4 municipios del área metropolitana de Barcelona, el análisis a través de la edad, el género y la situación laboral de los entrevistados parece

Figura 2. Identificación de necesidades de movilidad mediante el índice de inaccesibilidad



Fuente: elaboración propia de la pirámide de necesidades.

señalar que los dos grupos menos satisfechos son hombres jubilados, y mujeres amas de casa.

El análisis realizado demuestra que, dentro de la población localizada en los cuatros municipios, destacan dos grupos cuyas necesidades están menos cubiertas, como los jubilados y las amas de casa. Su insatisfacción se refiere básicamente a dos de las actividades para ellos más frecuentes: acceso a los servicios sanitarios y a la compra de alimentos, actividades clave para mejorar la calidad de vida y evitar la exclusión social. En el caso concreto del este del área metropolitana de Barcelona, el transporte desempeña un papel clave para cubrir las necesidades vitales de algunos grupos de población. El análisis de la satisfacción de las personas (figura 3) muestra que en el caso de los usuarios jubilados, se cubre de manera no satisfactoria su necesidad de llegar a los centros de salud a través de alternativas de transporte público (es decir, el 62% de los encuestados evaluó negativamente su satisfacción con respecto al transporte público, principalmente utilizado para ir al centro de salud, mientras que tampoco se satisfacen las necesidades de las amas de casa de hacer compras diarias a través del transporte privado (es decir, el 53% no está satisfecho). Ambos grupos de población (los ancianos jubilados y las amas de casa) no pueden alcanzar parte de sus propias actividades vitales y, por lo tanto, se encuentran en un estado de no equidad y de no cubrimiento de las necesidades.

Los resultados de este estudio demuestran que la metodología propuesta, basada en el grado de satisfacción de los usuarios del transporte, es una herramienta eficaz para definir una forma alternativa de evaluar las medidas de planificación del transporte.

Esta metodología alcanza dos objetivos principales:

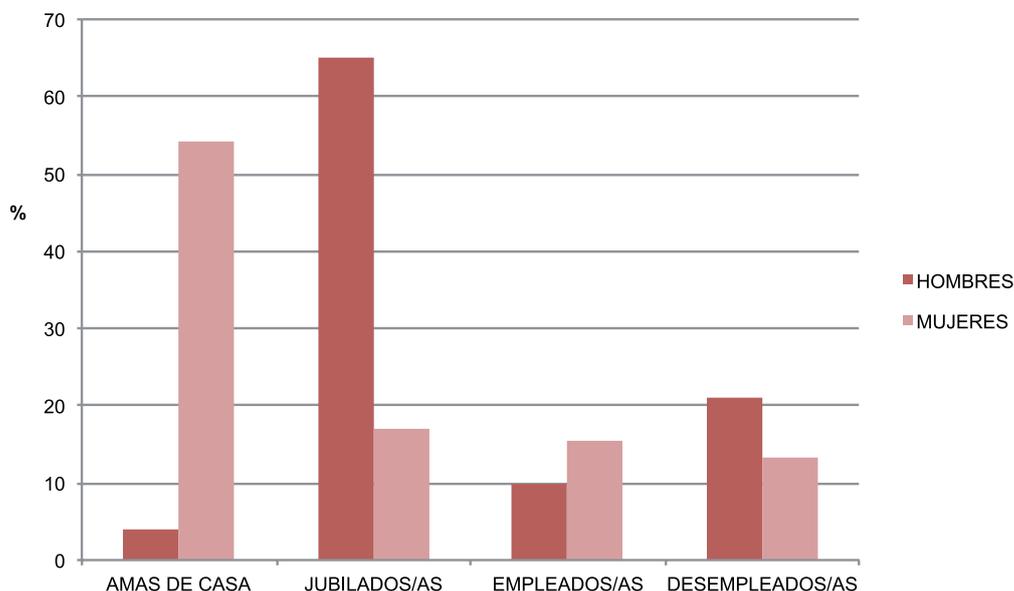
1. Ofrecer la oportunidad a grupos específicos de población de expresar sus necesidades simplemente contestando al cuestionario de satisfacción.
2. Investigar las razones por las que necesidades específicas de movilidad podrían no estar satisfechas.

Analizando los resultados por género puestos en evidencia en la figura 3, se observa que:

- a) Las necesidades insatisfechas de las mujeres están relacionadas con su papel activo en la sociedad y reflejan las limitaciones de tiempo que tienen para llevar a cabo sus actividades necesarias de cuidados y de trabajo (es decir, ocuparse de la compra diaria de alimentos para la economía doméstica o acceder a su propio trabajo).
- b) Lo contrario parece ocurrir en el caso de los hombres: sus necesidades de movilidad insatisfechas están relacionadas principalmente con su participación en actividades distintas del trabajo o de las obligaciones domésticas, como el acceso a las estructuras sanitarias o a la vida social.
- c) Estos resultados parecen mostrar que, en el caso específico de los municipios del este de Barcelona, las mujeres presentan necesidades insatisfechas relacionadas con sus actividades laborales específicas dentro y fuera del hogar (figura 3).

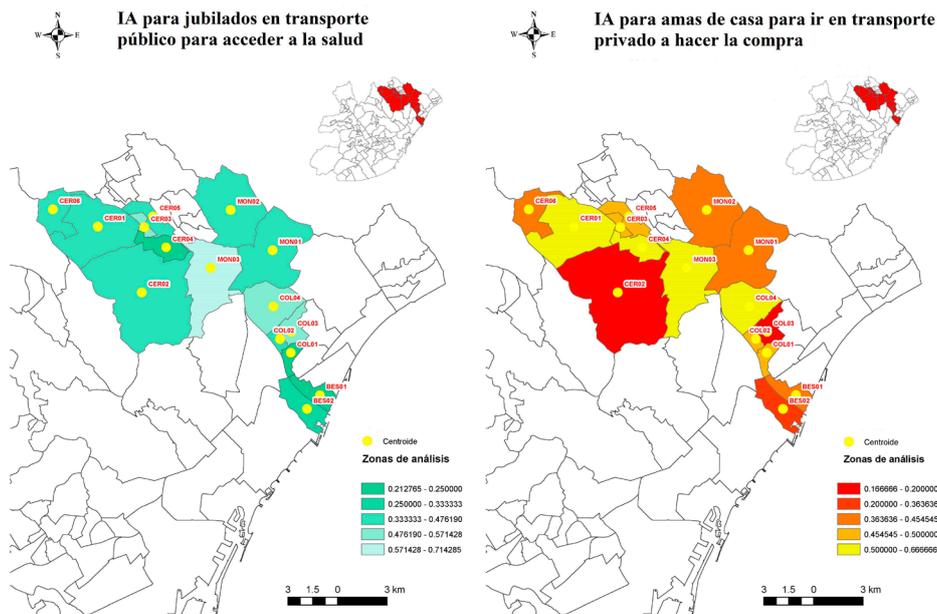
Por lo tanto, este método basado en las necesidades presentadas podría generalizarse y adoptarse para: (1)

Figura 3. Usuarios con necesidades no cubiertas por género y situación laboral en los 4 municipios objeto de estudio



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Visualización de grupos poblacionales con necesidades insatisfechas



Fuente: Di Ciommo *et al.*, 2016.

Detectar las necesidades que las personas no pueden satisfacer debido a las limitaciones de los sistemas de transporte; (2) explorar los atributos de viaje de una actividad específica (por ejemplo, trabajo, tiempo libre, salud, compras diarias de alimentos, visitas a parientes y amigos), y (3) comprobar cómo se podrían mejorar estos atributos para aumentar el grado de satisfacción de las necesidades de grupos específicos de la población.

2.2. Análisis de necesidades a partir de datos de tarjetas inteligentes de transporte público en Madrid

Después del análisis de datos de movilidad activos relacionados con la satisfacción/insatisfacción de las personas en relación con sus necesidades en términos de movilidad, esta investigación exploratoria se ha volcado en el análisis de datos de movilidad provenientes de las tarjetas inteligentes de transporte público en Madrid. El análisis de este tipo de datos pasivos permite destacar situaciones en las que el problema de la satisfacción de las necesidades de transporte está relacionado con el nivel de servicios actuales y la ramificación de las redes de transporte.

Por lo tanto, el análisis de tarjetas inteligentes (Di Ciommo *et al.*, 2015) es un punto de partida para definir las necesidades de los habitantes de Madrid, especialmente en barrios periféricos y de bajos ingresos.

El análisis del conjunto de datos de tarjetas inteligentes proporciona indicadores de comportamiento de los viajeros: cuánto viajan, dónde van, cuándo, con qué medio de transporte. Este análisis de datos de tarjetas inteligentes permite definir un indicador de accesibilidad individual integrado que muestre donde las personas necesitan una mejora de la calidad de su viaje para alcanzar sus actividades.

Se presenta un análisis inicial centrado en el estudio de caso de Madrid, donde en 2012 el sistema de tarjetas inteligentes se implementó a nivel municipal. Hoy en día, la tasa de penetración de abonados mensuales con tarjetas inteligentes es del 70%, muy cerca de la tasa de penetración de la Oyster en Londres que es del 80%, mientras que el 30% continúan utilizando el tradicional billete magnético. El pasado 7 de julio de 2017, el Consorcio de Transporte Regional de Madrid introdujo la tarjeta sin contacto multi, donde se puede cargar el conjunto de billetes utilizados en los distintos modos de transporte de Madrid. A partir de esta fecha, la base de datos de tarjetas inteligentes incluye los datos de viajes del conjunto de los usuarios abonados y no abonados. La base de datos de las tarjetas inteligentes permite conocer el perfil del usuario, su localización, y su comportamiento. Todos elementos que permiten identificar la correlación 'red- uso', y comparar barrios con mismo nivel bajo de renta.

Esto representa un acontecimiento relevante para el análisis de la movilidad de Madrid, donde desde 2004

Cuadro 1. Usuarios de tarjetas inteligentes según género. Madrid, 2013/14

Género	Muestra de usuarios	%
Masculino	2.565	44,24%
Femenino	3.233	55,76%
Total	5.798	100%

Fuente: elaboración propia del análisis de las tarjetas inteligentes.

no se realizan encuestas domiciliarias de movilidad, y donde en 2015 el reparto modal se distribuye entre 42,4% de transporte público, 29% andando y en bicicleta (para este modo se trata todavía del 0,9%) y el 28,6% coche privado.

Con respecto al género, Madrid confirma la tendencia del uso del transporte público en otras ciudades y el 55% de los usuarios de tarjetas inteligentes son mujeres.

Análisis de las tarjetas inteligentes

Este primer análisis se centró en una muestra de 5.798 tarjetas inteligentes de residentes en el Madrid municipio a lo largo de un año (entre el 1 de agosto de 2013 y el 31 de julio de 2014). La muestra seleccionada incluye principalmente dos tipos de usuarios: jóvenes y adultos hasta 64 años, porque al principio de su implementación, las tarjetas inteligentes fueron adoptadas solo para los abonos de las dos categorías de usuarios de jóvenes de 5 hasta los 26 años y de adultos desde los 26 hasta los 64 años. Por lo tanto, la muestra analizada no incluye datos de usuarios con abono especial de familias numerosas y/o con personas discapacitadas, categorías de usuarios que pasaron al sistema de tarjetas inteligentes en 2014.

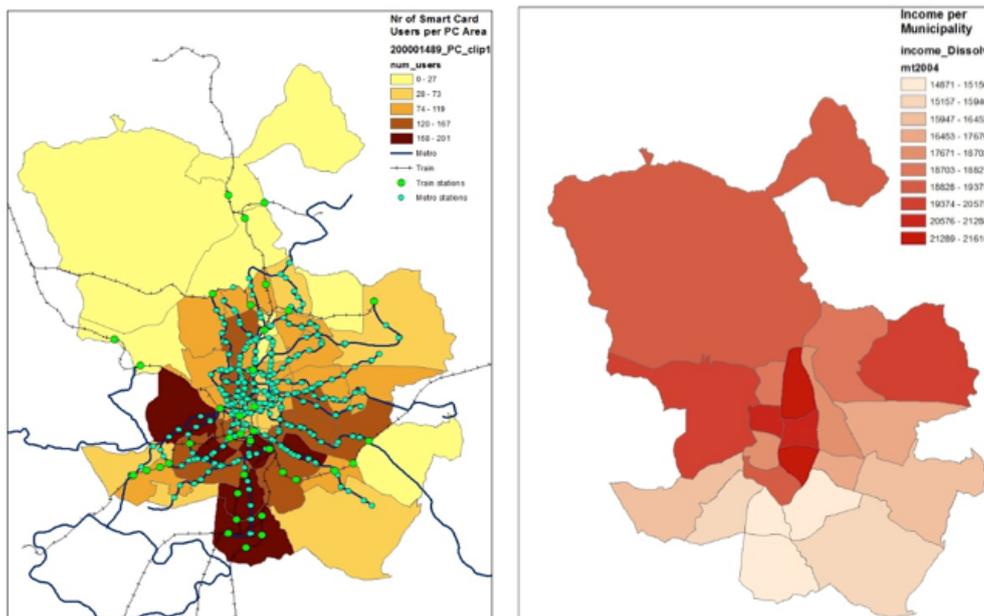
La estructura de la base de datos de tarjetas inteligentes incluye los datos registrados para cada usuario y su patrón de viaje, a parte de los datos personales. A partir de esta estructura se han creado herramientas para detectar datos de operaciones canceladas y, por lo tanto, definir el flujo real de usuarios provenientes de las tarjetas inteligentes de transporte público de Madrid. En esta etapa, hemos diseñado un proceso de análisis automáti-

co similar al que se ha desarrollado mediante nuevos algoritmos para la ciudad de Santiago en Chile (Munizaga y Palma, 2012).

El primer análisis muestra una heterogeneidad geográfica y socioeconómica en el uso de las tarjetas inteligentes y del transporte público. En general, en presencia de una infraestructura fuerte de transporte ferroviario, se observa un uso frecuente de las tarjetas inteligentes y del transporte público en relación a la población residente del ámbito de la parte sur y oeste de la ciudad de Madrid, allí donde se concentran grupos de población de bajos ingresos y estudiantes. Sin embargo, cuando la oferta de servicios de transporte por metro y ferrocarril es limitada, incluidas las personas que tienen menos recursos (es decir, al sureste de la ciudad), reducen el uso de transporte público y tarjetas inteligentes, y eligen el coche privado, a pesar de su incidencia en el presupuesto familiar (Di Ciommo y Lucas, 2014). La figura 5 muestra que los usuarios frecuentes de tarjetas inteligentes y, por lo tanto, de transporte público en Madrid están principalmente relacionados con las redes de tren y de metro. El efecto de red desempeña un papel clave para atraer a los usuarios de transporte público frecuente y aumentar su accesibilidad a sus actividades esenciales. En otras zonas más céntricas donde el uso de las tarjetas inteligentes es relativamente menor, los motivos de este uso reducido son otros (cercanía del colegio, del centro de salud, de las tiendas para compras cotidianas, del trabajo, y trabajos en las afueras de la zona Norte donde es más competitivo ir en vehículo privado).

A partir de los datos de uso de las tarjetas inteligentes y del perfil socio-económico de los usuarios, se ha definido el índice de inaccesibilidad. Se han utilizado las variables de proporción de estaciones ferroviarias que incluyen metro y ferrocarril (250 en el municipio de

Figura 5. Redes ferroviarias y de metro y ubicación de los usuarios de las tarjetas inteligentes de transporte público por distrito; ingresos por distrito, Madrid



Fuente: Transport and Equity Analysis Cost Action TU1209, 2015.

Madrid), PR; el rango de uso del transporte público por distrito (evaluado entre 1 y 5, RU), y el rango del distrito con respecto al nivel de ingreso (1 a 10, RI).

$$IA_d^{r,u,s} = 1 - \frac{\sum_{d=1}^r PR_d^r + \sum_{i=1}^u RU_i^u + \sum_{i=1}^s RI_i^s}{1}$$

Donde:

r representa las redes de transporte ferroviario presentes en un distrito.

u uso del transporte público por tarjeta.

s es el número de usuarios que realizan una tipología determinada de desplazamiento, caracterizada por, un origen destino en concreto, un motivo en concreto un modo o cadena modal, y distancia.

d distrito.

Un ejemplo simple para dos distritos de Madrid se presenta en la tabla 2.

Comparando la dotación de transporte público de los barrios madrileños de Villaverde y Villa de Vallecas, ambos de bajos ingresos, podemos observar que los habitantes de Villa de Vallecas utilizan parcialmente el sistema de transporte público porque el acceso a las actividades que necesitan resulta ser mucho más difícil en transporte público que en coche. Por lo tanto, su reparto modal en coche alcanza el 39% incluso cuando los ingresos medios de sus habitantes son bastante bajos (944€ al mes) (Di Ciommo y Lucas, 2014), mientras que los habitantes de Villaverde tienen una accesibilidad más alta al sistema de transporte público, aún con una renta per cápita más baja (844€ al mes). Aunque en media los habitantes de Villa de Vallecas presenten una renta media más elevada, sus necesidades en términos de transporte se quedan menos satisfechas, y siguiendo la pirámide de las necesidades de movilidad basada en la accesibilidad, se puede concluir que el grado de satisfacción de las necesidades en Villaverde es más elevado que el grado de cobertura de las necesidades en Villa de Vallecas, donde la renta media más alta no es suficiente para cubrir el déficit de accesibilidad a actividades clave de la vida cotidiana (Di Ciommo y Lucas, 2014).

3. Conclusiones

Siguiendo la hipótesis inicial de que un menor grado de satisfacción de un atributo de una actividad cotidiana como el tiempo de viaje significa que la necesidad del usuario no está satisfecha, encontramos grupos de población a los que la política de transporte debería orientarse principalmente para aumentar la equidad en el transporte.

La posibilidad de llegar a las actividades en determinadas zonas está representada por los umbrales de tiempo de viaje, la ubicación de las redes de transporte y el nivel de satisfacción de los usuarios. El bajo nivel de satisfacción con respecto a un atributo importante para alcanzar la actividad necesaria significa que las necesidades no están completamente satisfechas, y existe un cierto riesgo de exclusión social y de disminución de la calidad de vida. Un desglose por grupos de población femenina muestra que la población de mujeres, ambas amas de casa y empleadas por cuenta ajena, presenta una menor satisfacción para llegar a las actividades necesarias en las zonas periféricas del este de área metropolitana de Barcelona. Ambos grupos de mujeres se enfrentan a limitaciones para realizar sus actividades, necesitan un sistema de transporte mejorado. Mediante el análisis del conjunto de datos de uso de tarjetas inteligentes en Madrid, observamos que más del 55% de los usuarios son mujeres. Si aglutinamos los resultados de ambos para el área de bajos ingresos de Barcelona y los distritos de bajos ingresos de Madrid, observamos que:

1. Los responsables de la formulación de políticas de movilidad deberían hacer un mayor esfuerzo para recuperar las necesidades insatisfechas de las mujeres, que son también el grupo más grande de usuarios del transporte público.

2. El efecto red que interviene en detrimento de los grupos sociales de bajos ingresos cuando se enfrentan a una red de transporte público por ferrocarril dispersa debería incentivar a los planificadores a diseñar una red alternativa de autobuses de transporte público, capaz de competir con los coches privados. Esta medida sería a favor de las mujeres que abogan por un fácil acceso a sus actividades necesarias, pero dispersas en el territorio, y con transporte público.

3. Adoptar una perspectiva de género para analizar el comportamiento de viaje de los diferentes grupos de población para comprender mejor por qué los hombres jubilados y desempleados están menos satisfechos del nivel de servicios de transporte público que las mujeres inactivas. ¿Cuánta satisfacción está relacionada con el nivel de servicio? ¿Debemos prestar atención a las mujeres jubiladas que utilizan principalmente el transporte público y que están satisfechas o a los hombres jubilados insatisfechos? Todas estas preguntas, podrían ayudarnos a definir un sistema de transporte sostenible atractivo, equitativo, y atento a cubrir las necesidades de movilidad de la ciudadanía

Cuadro 2. Índice de inaccesibilidad por distrito

Distrito	IA ^{RU1}
Villaverde	-0,152
Vallecas	0,384

Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDERFER, C.P. (1969). An empirical test of a new theory of human needs. *Organizational Behavior & Human Performance*, 4, 142-175. doi:10.1016/0030-5073(69)90004-X
- ARENTZE, T. A., y TIMMERMANS, H. J. (2009). A need-based model of multi-day, multi-person activity generation. *Transportation Research Part B: Methodological*, 43(2), 251-265.
- CASCETTA, E., CARTENI, A., y MONTANINO, M. (2016). A behavioral model of accessibility based on the number of available opportunities. *Journal of Transport Geography*, 51, 45-58.
- CEBOLLADA, À. (2009). Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, 17(3), 226-233.
- CHURCH, A., FROST, M., y SULLIVAN, K. (2000). Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, 7, 195-205.
- CURRIE, G. (2004). Gap analysis of public transport needs: measuring spatial distribution of public transport needs and identifying gaps in the quality of public transport provision. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1895, 137-146.
- CURRIE, G., y Senbergs, Z. (2007, septiembre). *Identifying spatial gaps in public transport provision for socially disadvantaged australians: the melbourne needs-gap study*. Ponencia presentada en Australasian Transport Research Forum (ATRF), 30th, 2007, Melbourne, Victoria, Australia.
- DI CIOMMO, F., y LUCAS, K. (2014). Evaluating the equity effects of road-pricing in the European urban context—The Madrid Metropolitan Area. *Applied Geography*, 54, 74-82.
- DI CIOMMO, F., KAPLAN, S. y MITSAKIS, E. (2015, agosto). *Individual accessibility: an integrated indicator of the use of smart cards*. Ponencia presentada en el 55th ERSA congress, Lisboa.
- DI CIOMMO, F., PAGLIARA, F. y DE CRESCENZO, M. (2016, octubre). *Needs-based method and accessibility index for assessing inequalities at Barcelona metropolitan area*. Ponencia presentada en Nectar Cluster 4 on Commuting, Migration, Housing and Labour Market, Toledo.
- DI CIOMMO, F., y SHIFTAN, Y. (2017). Transport equity analysis. *Transport Reviews*, 37, 139-151.
- EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE-GENERAL FOR MOBILITY AND TRANSPORT (2011). White Paper on Transport: Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a Competitive and Resource-efficient Transport System. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- FARBER, S., MORANG, M. Z., y WIDENER, M. J. (2014). Temporal variability in transit-based accessibility to supermarkets. *Applied Geography*, 53, 149-159.
- GEURS, K. T., y VAN WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport geography*, 12, 127-140.
- INGVARDSON, J. B., KAPLAN, S., NIELSEN, O. A., DI CIOMMO, F., DE ABREU E SILVA, J., y SHIFTAN, Y. (2017, enero). *The Commuting Habit Loop: The Role of Satisfying Existence, Relatedness, and Growth Needs in Modal Choice*. Ponencia presentada en Transportation Research Board 96th Annual Meeting, Washington, DC.
- IERMB (2012). *Quadern de la mobilitat de Cerdanyola del Vallès*. Disponible a: <http://www.amb.cat/documents/11704/1121892/Quadern+mobilitat+Cerdanyola.pdf/9cb8380d-c1c9-4e7d-8765-746eec116899>
- IERMB (2012). *Quadern de la mobilitat de Montcada i Reixac*. Disponible a: http://www.amb.cat/documents/11704/401620/Quadern+mobilitat+Montcada+2011_17set.pdf/9db189c2-7201-42aa-b382-db14d059cb57
- IERMB (2012). *Quadern de la mobilitat de Sant Adrià de Besòs*. Disponible a: http://www.amb.cat/documents/11704/401620/Quadern+mobilitat+St+Adri%C3%A0%202011_17set.pdf/a5c52e8f-113a-4f81-915c-bb92bd9bfc2d
- IERMB (2012). *Quadern de la mobilitat de Santa Coloma de Gramenet*. Disponible a: http://www.amb.cat/documents/11704/401620/Quadern+mobilitat+Santa+Coloma+Gramenet+2011_17set.pdf/b2426342-7bb4-4025-ae42-3ba8a88ba30d
- KELEMEN, R. D. (2011). *Eurolegalism: The transformation of law and regulation in the European Union*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- LITMAN, T. (2017). *Transportation Affordability. Evaluation and Improvement Strategies*. Victoria: Victoria transport Policy Institute. Disponible a: <http://www.vtpi.org/affordability.pdf>
- LUBIN, A., y DEKA, D. (2012). Role of public transportation as job access mode: lessons from survey of people with disabilities in New Jersey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2277, 90-97.
- LUCAS, K., MATTIOLI, G., VERLINGHERI, E., y GUZMAN, A. (2016). Transport poverty and its adverse social consequences. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*, 169, 353-365.
- MARTENS, K. (2015). Accessibility and potential mobility as a guide for policy action. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2499, 18-24.
- MARTENS, K., y DI CIOMMO, F. (2017). Travel time savings, accessibility gains and equity effects in cost-benefit analysis. *Transport Reviews*, 37, 152-169.

MUNIZAGA, M.A. y PALMA, C. (2012). Estimation of a disaggregate multimodal public transport origin-destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C*, 24, 9–18.

PÁEZ, A., SCOTT, D. M., y MORENCY, C. (2012). Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators. *Journal of Transport Geography*, 25, 141-153.

PSARRA, I., ARENTZE, T. A., y TIMMERMANS, H. J. P. (2013, julio). *Capturing short and long term dynamics of activity travel behavior: design of a stated adaptation experiment*. Ponencia presentada en 13th World Conference on Transportation Research (WCTR), Rio de Janeiro. Disponible a: <http://www.wctrs.leeds.ac.uk/wp/wp-content/uploads/abstracts/rio/general/1438.pdf>

WANG, Y., MONZON, A., y DI CIOMMO, F. (2015). Assessing the accessibility impact of transport policy by a land-use and transport interaction model—The case of Madrid. *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 126-135.