

**INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD BASADOS EN
LA CALIDAD DE LOS ENTORNOS PEATONALES**



Doctorando:

RUBÉN TALAVERA GARCÍA

Director:

LUIS MIGUEL VALENZUELA MONTES

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio.

Programa de Doctorado en Ingeniería Civil y Arquitectura (D19.56.1) (RD 1393/2007)



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Septiembre 2017

Tesis Doctoral

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Rubén Talavera García

ISBN: 978-84-9163-438-6

URI: <http://hdl.handle.net/10481/48072>

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD BASADOS EN LA CALIDAD DE LOS ENTORNOS PEATONALES

Doctorando:

RUBÉNTALAVERA GARCÍA
(Ruben Talavera-Garcia)
Ldo. en Ciencias Ambientales

Director:

LUIS MIGUEL VALENZUELA MONTES
(Luis M. Valenzuela-Montes)
Dr. Geógrafo

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio.

Programa de Doctorado en Ingeniería Civil y Arquitectura (D19.56.1) (RD 1393/2007)



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Septiembre 2017

Tesis Doctoral

El doctorando **Rubén Talavera García** y el director de la tesis **Luis Miguel Valenzuela Montes**

Garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

*The doctoral candidate **Rubén Talavera García** and the thesis supervisor **Luis Miguel Valenzuela Montes***

Guarantee, by signing this doctoral thesis, that the work has been done by the doctoral candidate under the direction of the thesis supervisor/s and, as far as our knowledge reaches, in the performance of the work, the rights of other authors to be cited (when their results or publications have been used) have been respected.

Lugar y fecha / *Place and date*: Granada, a 9 de junio de 2017

Director/es de la Tesis / *Thesis supervisor/s*

Luis Miguel Valenzuela Montes

Doctorando / *Doctoral candidate*

Rubén Talavera García

Firma / *Signed*

Firma / *Signed*

A Erin



abstract

Resumen

Históricamente, la movilidad que ha tenido lugar dentro de las ciudades ha sido peatonal, hecho que venía favorecido por la alta densidad, la mezcla de usos y las formas orgánicas que caracterizaban a las ciudades. Sin embargo, el incremento de la movilidad motorizada privada ha ido conduciendo a una desvinculación entre los usos del suelo y el transporte, generándose también tejidos urbanos de menor densidad y aumentando la demanda de infraestructuras. Ello ha dado lugar a la aparición de impactos negativos en las ciudades, a los que se ha intentado hacer frente, entre otras, con políticas orientadas al fomento de una movilidad sostenible basada en el transporte público y los desplazamientos no motorizados.

En el contexto descrito, esta tesis trata de contribuir al estudio de la movilidad sostenible aportando nuevas herramientas que favorezcan la movilidad y accesibilidad peatonal al transporte público. En concreto, la tesis aporta, por una parte, revisiones transversales de los conceptos de movilidad peatonal y distancia peatonal al transporte público, que permiten ofrecer una perspectiva más global e integradora de la base conceptual existente. Por otra parte, la tesis plantea metodologías y herramientas basadas en la calidad peatonal, que pueden incrementar y mejorar la integración espacial del transporte público en el entorno urbano.

Así, se ha diseñado el método CPEM: Calidad Peatonal de los Entornos de Movilidad, fundamentado en la calidad del entorno urbano y su percepción por parte de la población. En el contexto de este método, se han diseñado las herramientas Q-PLOS (Quality Pedestrian Level of Service) y Q-WD (Quality of Walking Distance) como medidas de accesibilidad basadas en el concepto de calidad peatonal. De este modo, se adopta el concepto de entorno peatonal como una unidad espacial en la que la calidad del entorno urbano da lugar a que la movilidad peatonal sea prioritaria sobre otras formas de movilidad con la que pueda coexistir.

El ámbito de testeo para la aplicación del método y las herramientas diseñadas ha sido la ciudad de Granada, que se ha considerado un ámbito idóneo ya que se encuentra inmersa en un proceso de transformación del sistema de transporte con la inserción de una línea de metro ligero, lo que supone una oportunidad para evaluar, de manera práctica, aquellos aspectos de diseño urbano que el proyecto de metro ligero debería tener en cuenta para fomentar la accesibilidad a sus paradas.

table of contents
Índice

table of content

Índice

| | |
|--|-----------|
| Índice | 3 |
| BLOQUE I: INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN | 9 |
| CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL | 15 |
| CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS | 23 |
| 3.1. Planteamiento de la pregunta de investigación | 25 |
| 3.2. Hipótesis | 25 |
| 3.3. Objetivos | 26 |
| 3.4. Estructura de la tesis | 26 |
| BLOQUE II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 35 |
| CAPÍTULO 4: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 37 |
| 4.1. Accesibilidad peatonal: concepto y componentes | 40 |
| 4.1.1. El concepto de accesibilidad y sus implicaciones | 40 |
| 4.1.2. Componentes y factores de la accesibilidad | 40 |
| 4.2. Accesibilidad peatonal al transporte público como medida de integración | 42 |
| 4.2.1. Accesibilidad para la integración | 42 |
| 4.2.2. Evaluación de la accesibilidad | 43 |
| 4.3. Los entornos peatonales como unidad de accesibilidad e integración del transporte público | 46 |
| 4.3.1. Los entornos de movilidad | 46 |
| 4.3.2. El concepto de entorno peatonal | 46 |
| 4.3.3. Componentes del entorno peatonal | 47 |
| 4.4. Calidad del entorno peatonal para la evaluación de la accesibilidad al transporte público | 49 |
| 4.4.1. Componente usos del suelo o entorno urbano | 50 |
| 4.4.2. Componente individual o entorno social | 51 |
| 4.4.3. Medidas de accesibilidad basadas en la calidad del entorno peatonal | 51 |
| Bloque III: METODOLOGÍA GENERAL | 55 |
| CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA | 57 |
| 5.1. Revisión de las figuras de planificación | 59 |
| 5.2. Revisión conceptual | 59 |
| 5.3. Medidas analíticas | 60 |
| 5.4. Diseño metodológico | 61 |

| | |
|---|-----|
| CAPÍTULO 6: ÁMBITO DE TESTEO | 63 |
| 6.1. La ciudad | 66 |
| 6.2. Movilidad urbana y proyecto de metro ligero | 71 |
| 6.3. Los entornos de movilidad | 80 |
| | |
| BLOQUE IV: RESULTADOS | 85 |
| CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO Y ACCESIBILIDAD PEATONAL | 91 |
| CONTEXTUALIZACIÓN ESTRATÉGICA | 95 |
| 1. Introducción | 95 |
| 2. Integración, multi-instrumentalidad y factores de éxito | 96 |
| 3. Planes y proyectos en la movilidad metropolitana andaluza | 97 |
| 4. Medidas innovadoras | 102 |
| 5. Sinergias y estrategias de integración | 110 |
| 6. Conclusiones | 115 |
| | |
| ARTÍCULO 1: ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA DISTANCIA PEATONAL AL TRANSPORTE PÚBLICO | 117 |
| 1. Introducción | 119 |
| 2. Antecedentes: La distancia peatonal en el contexto de la integración espacial del transporte público | 120 |
| 3. Metodología de revisión | 123 |
| 4. Resultados | 125 |
| 5. Discusión | 132 |
| 6. Conclusiones | 133 |
| 7. Bibliografía | 134 |
| | |
| CAPÍTULO 8: DESCIFRANDO LA MOVILIDAD PEATONAL: LA COMPLEJA RELACIÓN PEATÓN - ENTORNO | 141 |
| ARTÍCULO 2: ENTORNOS DE MOVILIDAD PEATONAL | 145 |
| 1. Introducción | 147 |
| 2. Metodología | 148 |
| 3. Caracterización de los entornos urbanos respecto a la movilidad peatonal. | 151 |
| 4. Conclusiones | 163 |
| 5. Referencias | 164 |
| | |
| ARTÍCULO 3: LA ACCESIBILIDAD PEATONAL EN LA INTEGRACIÓN ESPACIAL DE LAS PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO | 171 |
| 1. Introducción | 173 |
| 2. Conceptos: acotaciones y matizaciones | 175 |
| 3. Metodología para evaluar la ubicación de las paradas según su accesibilidad peatonal. | 176 |
| 4. El sistema de metro ligero de Granada como contexto de aplicación. | 177 |
| 5. Cobertura de servicio | 178 |
| 6. Atracción peatonal | 186 |
| 8. Conclusiones | 188 |

| | |
|--|---------|
| 9. Referencias | 188 |
| ARTÍCULO 4: A SURVEY-BASED APPROACH OF WALKING ENVIRONMENT TO UNDERSTAND PEDESTRIAN MOBILITY IN GRANADA | 193 |
| 1. Introducción | 195 |
| 2. Background | 196 |
| 3. Methodology | 199 |
| 4. Results | 204 |
| 5. Discussion | 208 |
| 6. Conclusions | 211 |
| 7. References | 211 |
| Appendix. Survey on the perception of the walkability in granada | 217 |
| CAPÍTULO 9: EVALUANDO LOS ENTORNOS DE MOVILIDAD A TRAVÉS DE LA CALIDAD PEATONAL | 225 |
| ARTÍCULO 5: LA CALIDAD PEATONAL COMO MÉTODO PARA EVALUAR ENTORNOS DE MOVILIDAD URBANA | 229 |
| 1. Introducción | 231 |
| 2. Factores determinantes de la calidad peatonal de los “entornos de movilidad” | 232 233 |
| 3. Método para caracterizar la calidad peatonal de entornos de movilidad (CPEM) | 235 238 |
| 4. Aplicación del método CPEM y resultados obtenidos | 242 |
| 5. Discusión y conclusiones | 246 |
| 6. Referencias | 249 |
| ARTÍCULO 6: Q-PLOS, DEVELOPING AN ALTERNATIVE WALKING INDEX. A METHOD BASED ON URBAN DESIGN QUALITY | 255 |
| 1. Introduction | 257 |
| 2. Research method | 259 |
| 3. Results and discussion | 268 |
| 4. Conclusions and further research | 273 |
| 5. References | 274 |
| ARTÍCULO 7: Q-WD, EVALUANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE LA DISTANCIA PEATONAL AL METRO LIGERO DE GRANADA | 279 |
| 1. Introduction | 281 |
| 2. Antecedentes | 282 |
| 3. Metodología | 284 |
| 4. Resultados y discusión | 289 |
| 5. Conclusiones y líneas futuras | 294 |
| 6. Referencias | 295 |
| BLOQUE V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 299 |
| CAPÍTULO 10: DISCUSIÓN GENERAL | 301 |
| 10.1. La accesibilidad como estrategia para la integración del transporte público | 303 |
| 10.2. Evaluar los factores del entorno urbano y el entorno social en la accesibilidad | 306 |

| | |
|--|-----|
| 10.3. La calidad de los entornos peatonales: hacia un transporte público más accesible e integrado | 310 |
| CAPÍTULO 11: CONCLUSIONES | 319 |
| 11.1. Sobre las hipótesis y objetivos | 321 |
| 11.2. Sobre la metodología | 323 |
| 11.3. Sobre las aportaciones | 324 |
| 11.3.1. Respecto a los indicadores y los umbrales: | 325 |
| 11.3.2. Respecto al método desarrollado y su espacialización: | 325 |
| 11.4. Sobre el ámbito de testeo | 326 |
| 11.5. Sobre las limitaciones | 327 |
| 11.6. Sobre las líneas futuras de investigación | 327 |
| REFERENCIAS | 331 |
| ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS | 349 |

Bloque I
INTRODUCCIÓN

Índice

| | |
|---|----|
| BLOQUE I: INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN | 9 |
| CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL | 15 |
| CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS | 23 |
| 3.1. Planteamiento de la pregunta de investigación | 25 |
| 3.2. Hipótesis | 25 |
| 3.3. Objetivos | 26 |
| 3.4. Estructura de la tesis | 26 |

capítulo 1
Introducción

Esta tesis tiene como objeto central de estudio **la interacción entre los peatones y su entorno urbano en términos de integración, y dentro de esta interacción, focaliza específicamente sobre los efectos que la misma tiene para la accesibilidad a las paradas de transporte público.** El objeto de estudio se ha pretendido abordar desde una perspectiva interdisciplinaria, como no podría ser de otra manera dada la formación en Ciencias Ambientales del autor, el contexto colaborativo en el que fluye la investigación (Laboratorio de Planificación Ambiental -LABPLAM-) y la naturaleza del tema trabajado. Y es que, el estudio de las cuestiones urbanas y, más concretamente incluso el estudio de la movilidad peatonal, traspasa con facilidad las fronteras de las disciplinas tradicionales, siendo el entorno urbano un espacio donde se entrelazan dimensiones que van desde el diseño urbano en el más puro sentido arquitectónico, hasta cuestiones geográficas como los desplazamientos, pasando por cuestiones de ingeniería -del transporte-, de salud pública como el sedentarismo y la contaminación, o cuestiones ligadas a las ciencias de la vida como la fauna y flora urbanas, o aspectos de carácter sociológico como los procesos de gentrificación. De ahí el reto de la integración como meta final, concepto transversal, diseño inclusivo, medida compleja y como relación causa-efecto respecto a las interacciones entre entornos de transporte público urbano y accesibilidad peatonal.

Toda esta complejidad da lugar a que en ocasiones se lleven a cabo ejercicios de simplificación metodológica y práctica con la finalidad de poder realizar una gestión más ágil (aunque no siempre más eficiente) de los diferentes procesos implicados. Sin embargo, esta simplificación tiende a obstaculizar el que se realicen planteamientos diferentes, con enfoques más integradores e innovadores para hacer frente a situaciones en un entorno tan sumamente vivo y cambiante. A este hecho se suma la obligada necesidad de avanzar hacia modelos de desarrollo sostenible, repensando las ciudades y los procesos que tienen lugar en ellas y que las definen e identifican, teniendo como referencia la calidad de vida de la población.

Bajo esos criterios de movilidad sostenible, accesibilidad peatonal, integración urbana del transporte público y diseño del espacio público para la calidad de vida cotidiana, esta tesis trata de realizar su contribución tomando la perspectiva del peatón, la in-

teracción con su entorno urbano y la accesibilidad al transporte público. Esta decisión está motivada por la convicción de que si se pretende avanzar hacia la sostenibilidad urbana, la figura del peatón es clave; en primer lugar, por su capacidad de interacción con el entorno y con otras personas; en segundo lugar, porque es el vehículo *indispensable* para que tenga lugar una movilidad de proximidad; y por último, porque es la base fundamental para la integración espacial del transporte público y por consiguiente su uso.

En este contexto, la tesis aporta, por una parte, revisiones transversales de los conceptos de movilidad peatonal y distancia peatonal al transporte público con las que obtener y ofrecer una perspectiva más global e integradora sobre la que tomar decisiones, y por otra parte, la tesis plantea metodologías y herramientas que pueden ser útiles a los planificadores para la integración espacial del transporte público mediante la mejora de la calidad peatonal del entorno urbano.

En este sentido, es necesario afrontar la idea de integración como punto de partida de esta tesis, al mismo tiempo que como meta final a la que pretende contribuir con los instrumentos desarrollados para evaluar los entornos de movilidad peatonal, como precursores de la accesibilidad peatonal al transporte público. En esta tesis, la *integración* (urbana, ambiental, espacial, institucional, social) va, inicialmente, de la coordinación o coherencia entre planes de transporte y planes urbanos, al análisis de la accesibilidad peatonal al transporte público pasando por la evaluación de la calidad del entorno de movilidad peatonal con indicadores de integración entre transporte público urbano y el entorno de parada, de forma que puedan plantearse estrategias de integración entre planes de diferentes ámbitos sectoriales y escalares.

Esta idea de integrar el transporte público parte de la consideración de algunos antecedentes internacionales con un enfoque más global respecto a la integración urbana del transporte, como por ejemplo, las visiones del *Context-Sensitive Design*, el *New Urbanism*, el *Pedestrianism*, o el *Transit-Oriented Development (TOD)* (Arrington & Cervero, 2008; Cervero & Kockelman, 1997; Jacobson & Forsyth, 2008) que, con la finalidad de potenciar la integración del transporte público, atienden al contexto en el que

se inserta, como a los usos del suelo, y también a la calidad del diseño urbano orientado al peatón. En esta línea de focalizar sobre la figura del peatón, se tienen presentes antecedentes nacionales como el trabajo realizado por Sanz-Alduán (1998; 2016), Lamiquiz-Dauden, Pozueta-Echavarri, & Porto Schettino (2009), así como los trabajos sobre proximidad elaborados por Marquet & Miralles-Guasch (2015) y Miralles-Guasch & Cebollada (2009).

Además, para entender mejor el por qué y el cómo de esta tesis, conviene mencionar algunos aspectos del contexto en el que se desarrolla, en el que se ha nutrido de las diferentes líneas de investigación y proyectos realizados en el Laboratorio de Planificación Ambiental (LABPLAM) del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio (Figura 1). Desde el comienzo, como componente de LABPLAM (2008), el autor participó en el proyecto *El metro ligero como factor de innovación ambiental en las aglomeraciones metropolitanas andaluzas*, en el que se analizaba la figura del sistema de metro ligero como catalizador de innovaciones en diferentes ámbitos y escalas de la planificación. Uno de los aspectos analizados fue el relativo a las innovaciones urbanísticas que este modo de transporte inducía en la planificación. Se estableció la importancia de fomentar la accesibilidad como estrategia de integración mediante el rediseño de los entornos urbanos para hacerlos más amables para el peatón y que permitan una mejora de la accesibilidad e intermodalidad con modos no motorizados. El trabajo desarrollado en este proyecto se plasmó en el artículo titulado *Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana* (Ver Figura 1.1), publicado en 2011. Este trabajo, constituye la motivación operativa de la tesis, a partir de la identificación instrumental de estrategias basadas en la accesibilidad para la integración entre transporte público y entornos peatonales.

Posteriormente (2010) tuvo lugar la participación en el proyecto *El Metropolitano de Granada como instrumento de innovación, calidad y sostenibilidad urbana*, en el que se profundizó en la importancia de la localización de las paradas de metro ligero en la accesibilidad a diferentes centralidades urbanas y metropolitanas de Granada, así como la influencia del entorno urbano en la generación de áreas de servicio a partir de una distancia peatonal establecida. En este tiempo, el autor tuvo también la oportunidad de colaborar en el diagnóstico para el Plan

de Movilidad de Linares, realizando análisis de accesibilidad a los espacios públicos en función de su tipología bajo la premisa de un modelo conceptual previo planteado en LABPLAM (Valenzuela-Montes, 2002), sobre el que se progresó y profundizó más adelante (tras diversos proyectos) también en otra tesis doctoral del grupo (Soria-Lara, 2011). Si bien la participación en los citados proyectos no dio como resultado directo una publicación, sí que tuvieron una clara influencia en la investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA): *Calidad ambiental del acceso al espacio público*, que constituyó sin duda una base importante o antecedente directo para el posterior desarrollo de esta tesis.

Tras estos proyectos, de duración relativamente breve, el autor se incorporó como miembro del equipo del Proyecto de Excelencia de la Junta de Andalucía titulado *Guía metodológica para la integración metropolitana sostenible de los sistemas de metro ligero – INTEGRAME –* (2010 – 2014), gracias al que se pudo llevar a cabo el grueso del desarrollo de esta tesis. Esta participación permitió continuar explorando, bajo la premisa de integración urbana, el concepto de la accesibilidad peatonal al transporte público, los diferentes factores que determinan la accesibilidad, así como los modelos, métodos y medidas para el análisis de la misma. El trabajo realizado tuvo como resultados la publicación de los artículos *La accesibilidad peatonal en la integración de las paradas de transporte público* (2012, Artículo 3); *La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana* (2014, Artículo 5); y el artículo, *Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality* (2015, Artículo 6). Este proyecto y, especialmente, el contexto colaborativo e interdisciplinar en el que se forjó, fue esencial para plantearse las metas fundamentales de la tesis, su posterior desarrollo y resolución con un enfoque orientado a fomentar la calidad de los entornos peatonales.



Figura 1.1. Cronología de la participación en proyectos y las publicaciones generadas a partir de los mismos.
Fuente: elaboración propia.

Al tiempo que se iban desarrollando los contenidos y publicando los resultados del proyecto, se fueron elaborando de forma paralela contenidos que, si bien no estaban relacionados directamente con el proyecto, daban respuesta a cuestiones surgidas durante el desarrollo del mismo y resultaban imprescindibles de cara a la elaboración de esta tesis. En dicha línea se publica en 2015 el artículo *Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes* (Artículo 2), cuya idea surge del proyecto INTEGRAME, y que supone la base sobre la que se desarrollan los artículos de desarrollo y aplicación metodológica. En 2017, el artículo *Aproximación a los entornos peatonales a través de una encuesta a la población: aplicación a la ciudad de Granada* (2017, Artículo 4), surge también a raíz del proyecto INTEGRAME para complementar las medidas del entorno urbano en base a indicadores con la visión de la población, y cuyos resultados parciales se integran en el Artículo 6.

En el mismo año el artículo *Análisis conceptual de la distancia peatonal al transporte público: hacia un enfoque más integrador* (2017, Artículo 1) trata de plasmar una cuestión que nace desde los primeros proyectos de evaluación del metro ligero y que está en el fondo de todos y cada uno de los artículos publicados. Esta revisión conceptual es el resultado de cuestionar la predisposición existente al uso de medidas preestablecidas y la falta de integración que supone respecto a las características del entorno urbano. Finalmente, y vinculado con el artículo anterior, el artículo *Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal al metro ligero de Granada (España)* (Artículo 7) trata de responder a cuestiones planteadas en todos los proyectos sobre la relación integración – accesibilidad y cómo esta relación puede determinar una distancia peatonal influida por las características del entorno.

Todo este contexto en el que se desarrolla la tesis da lugar, como se puede apreciar con más detalle en el capítulo 3 de la estructura, a que el orden en el que se disponen los artículos en ocasiones no responda al de publicación. Estas discontinuidades temporales no son sino el proceso formativo e investigador a través del cual se van detectando nuevas preguntas y nuevas soluciones dentro de una investigación que ha tenido un propósito de complementariedad en el entorno colaborativo en el que ha venido trabajando en los últimos años, con a miradas transversales sobre la integración urbana del transporte público y procurando así hacer crecer el enfoque conceptual de la investigación. De ahí que, frente al orden no cronológico de las publicaciones según la línea argumental de la tesis, haya que considerar el relato de estas forma no cronológica de tejer el trabajo también como fruto del gradual convencimiento de que algunos aspectos que se habían desarrollado más en segundo plano en los sucesivos proyectos iban ganando la entidad suficiente para ser elaborados como una publicación y dar así una mayor consistencia y cohesión a la tesis. Así pues, las publicaciones siguen una secuencia lineal hacia el diseño y aplicación de una metodología basada en la calidad de los entornos peatonales, manteniendo en cada una de dichas publicaciones un enfoque transversal sobre la accesibilidad y la integración.

capítulo 2

Marco conceptual

La movilidad sostenible, como señala Banister (2008), supone un paradigma alternativo con el que investigar la complejidad de las ciudades y la fortaleza de los vínculos entre usos del suelo y transporte. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la planificación del transporte bajo el paradigma de la movilidad sostenible supone pasar de una planificación basada en el concepto de **movilidad** a una planificación basada en el concepto de **accesibilidad** (Banister, 2008; Marshall, 2001). Precisamente en la movilidad sostenible tienen lugar una serie de principios que van a ser determinantes en el desarrollo de esta tesis (Tabla 2.1).

Profundizando en el concepto que rige cada una de las aproximaciones anteriores (movilidad vs accesibilidad), la tabla siguiente (Tabla 2.2) muestra la relación que guardan cada uno de los conceptos con respecto a diferentes aspectos.

A la vista de la información contenida en las tablas 2.1 y 2.2 se puede apreciar cómo la movilidad sostenible como aproximación alternativa tiene lugar a través del concepto de accesibilidad, bajo el cual se entienden las calles como espacios de integración con una fuerte componente social, donde los modos no motorizados deben tener la prioridad. Además, considerar el concepto de accesibilidad supone la búsqueda de una eficiencia en el sistema de transporte y una fuerte vinculación con los usos

del suelo. En este sentido, la accesibilidad resulta ser una buena aproximación con la que integrar el transporte público en las ciudades (Bertolini, 2012; Bertolini, le Clercq, & Kapoen, 2005), ya que podría entenderse que la accesibilidad es la consideración, de manera conjunta, de la movilidad y de los usos del suelo, entendiendo estos como la planificación de aspectos como la densidad edificatoria, los espacios libres o las centralidades urbanas, entre otros.

En este sentido, una de las definiciones de accesibilidad más comúnmente utilizada es la contenida en la Tabla 2.3: accesibilidad como capacidad de obtener bienes, servicios y actividades. Se trata de una definición muy simplificada de accesibilidad, de la que nosotros podemos proporcionar, siendo además un punto de partida importante en la tesis, una definición mucho más rica en matices, según la cual **la accesibilidad es la facilidad y calidad con la que la población puede alcanzar bienes, servicios, actividades o lugares mediante procesos de interacción y de intercambio, y que permite a la población cubrir las necesidades básicas a fin de mantener su calidad de vida** (definición construida a partir de Morris, Dumble, and Wigan (1979); Lotfi and Koohsari (2009); Hansen (1959); Engwicht (1993).

Tabla 2.1.
Comparativa de principios convencionales en la planificación del transporte y movilidad sostenible

| Planificación del transporte | Movilidad sostenible |
|--|--|
| Basado en la movilidad | Basado en la accesibilidad |
| Focaliza en el tráfico motorizado (coche) | Focaliza en las personas (no motorizado) |
| Escala global | Escala local |
| Visión de la calle como vía | Visión de la calle como espacio público |
| Valoración económica | Valoración multicriterio, ambiental y social |
| Basado en la predicción de la demanda | Basado en la gestión de la demanda |
| Orientado al aumento de la velocidad del tráfico | Orientado a calmar los flujos de tráfico |
| Minimización del tiempo de viaje | Tiempos razonables y fiables de viaje |
| Segregación de tráfico | Integración de tráfico y personas |

Fuente: adaptado de Marshall, 2001 y Banister, 2008.

Tabla 2.2.
Movilidad vs accesibilidad según las diferentes dimensiones

| | Movilidad | Accesibilidad |
|---|--|--|
| Definición | Movimiento de personas y bienes | Capacidad de obtener bienes, servicios y actividades |
| Unidad de medida | Persona-km y Tonelada-km | Viajes, coste generalizado |
| Modo de transporte | Automóvil, camión y transporte público | Automóvil, camión, transporte público, bicicleta y a pie |
| Indicadores comunes | Volumen y velocidad, niveles de servicio, coste por persona-km, conveniencia | Calidad de las opciones de transporte disponible. Distribución de destinos. Coste por viaje. |
| Supuestos beneficios para usuarios | Maximiza el número de personas y bienes desplazados. | Maximiza las opciones de transporte y de eficiencia en los costes |
| Consideraciones usos del suelo | Reconoce que los usos del suelo pueden afectar a la elección del viaje | Reconoce que los usos del suelo tienen un impacto clave sobre el transporte |
| Estrategias para la mejora | Mejoras para el incremento de la capacidad, velocidad y seguridad | Estrategias y mejoras dirigidas a incrementar la eficiencia del sistema de transporte y la seguridad |

Fuente: adaptado de Marshall, 2001 y Banister, 2008.

Tabla 2.3.
Factores que afectan a la accesibilidad peatonal.

| Factor | Descripción | Indicadores frecuentes | Posibles mejoras a introducir en la planificación |
|---------------------|---|-------------------------------------|--|
| Movilidad | Características del desplazamiento | Distancia, velocidad | Distancia y velocidad adaptadas según entorno urbano y social |
| Destino | Cantidad de movilidad peatonal hacia bienes, servicios y actividades. | Demanda | Encuestas sobre desplazamientos peatonales más exhaustivas |
| Modos de transporte | Calidad e integración de los modos de transporte vinculados | Indicadores de calidad, centralidad | Más evaluaciones multimodales y planificación integrada |
| Estructura urbana | Características de las posibles rutas | Integración, conectividad, rectitud | Medidas de cómo la integración espacial y la conectividad afectan a la distancia |
| Usos del suelo | Características de los usos del suelo | Densidad, diversidad | Medidas de cómo los factores de uso del suelo afectan a la distancia |
| Diseño urbano | Características de las calles, espacios públicos y edificios | Anchura de acera, arbolado | Medidas de la influencia del diseño urbano en la movilidad y elección de ruta |
| Población | Características socio-demográficas | Edad, género, posesión de vehículo | Medidas de cómo las características afectan a la distancia |
| Prioridad | Estrategias para la eficiencia | - | Considerar estrategias de priorización |

Fuente: Elaboración propia a partir de Talen (2002) y Litman (2011)

Esta definición permite, precisamente, entrever las diferentes disciplinas que se ven implicadas en torno a la accesibilidad (arquitectura, geografía, ingeniería, salud pública, ecología o sociología) y que se han comentado en el apartado introductorio. Además, en esta definición de accesibilidad es posible llevar la figura del peatón su máximo exponente, ya que al tiempo que se desplaza, también interactúa con el entorno y con otros peatones, dando lugar a procesos de socialización (Gehl, 1971) y de intercambio comercial y cultural (Venturi, Brown, & Izenour, 1977), que son en definitiva la esencia propia de las ciudades.

Definida la accesibilidad y el papel del peatón como máximo exponente en el que focaliza la investigación, es preciso tener en cuenta, grosso modo en este punto, los factores por los que puede verse afectada la accesibilidad peatonal (Tabla 2.3). Es preciso señalar que la presente tesis, aunque contiene y analiza de forma pormenorizada las cuestiones ligadas a la movilidad, esta siempre se considera un componente principal contenido en el concepto de accesibilidad.

A la vista de la Tabla 2.3, y teniendo en cuenta que la accesibilidad puede entenderse como la movilidad peatonal entre un origen y un destino, el primer factor que afecta a la accesibilidad peatonal es el propio concepto de **movilidad**¹. Dado que la movilidad se analiza comúnmente en términos de distancia o tiempo (en base a la velocidad media caminando), la movilidad peatonal es eminentemente una movilidad de proximidad (Marquet & Miralles-Guasch, 2015), más aún cuando se trata de acceder a las paradas de transporte público urbano, donde las distancias tradicionalmente consideradas en la planificación del transporte público oscilan entre los 400 y 800 metros (5 y 10 minutos aproximadamente) (Guerra, Cervero, & Tischer, 2011; Gutierrez-Puebla, Cristobal-Pinto, & Gomez-Cerda, 2000). Sin embargo, esta tesis no se centra en el concepto de proximidad, por las connotaciones que posee respecto a la distancia de acceso. Por el contrario, esta tesis pretende poner el énfasis en la calidad con la que se accede y los efectos que ello puede tener respecto a la distancia que la población está dispuesta a recorrer en dichas condiciones de calidad.

1 En negrita, conceptos clave en la articulación de la tesis

El siguiente factor (siguiendo la tabla 2.3) que afecta a la accesibilidad es el propio **destino**² al que se quiere acceder, es decir, la demanda o movilidad peatonal que un determinado bien, servicio y actividad es capaz de generar. Por otra parte, en aquellos casos en los que la movilidad no tenga lugar en el contexto de proximidad, dicha movilidad se complementa con el transporte público para acceder a bienes, servicios y actividades que se encuentran más alejadas. Así pues, la oferta de **modos de transporte** es un factor que afecta a la accesibilidad, y del que será fundamental analizar su calidad e integración. No obstante, en esta tesis la evaluación de la calidad e integración del transporte público será considerada únicamente en el contexto de las paradas como destino de la movilidad peatonal.

Introducidos los factores principales que afectan a la accesibilidad, es momento de prestar atención al contexto en el que se produce la movilidad peatonal, es decir el entorno urbano y la población o entorno social. En el factor de **entorno urbano** estarían incluidos los siguientes tres factores de la Tabla 2.3; estructura urbana, usos del suelo y diseño urbano. La estructura urbana hace referencia a la propia forma de la ciudad, a la configuración de sus calles, que van a determinar, según la teoría de Space Syntax (Hillier & Hanson, 1984), las opciones de ruta para llegar al destino, su integración a nivel global y local, o la rectilinealidad de la misma. Por su parte, los **usos del suelo** afectan a la accesibilidad en la medida en la que la densidad, diversidad y diseño de los usos (Cervero & Kockelman, 1997) van a determinar que la movilidad peatonal se lleve a cabo principalmente por unas calles y no por otras. Finalmente, el factor de **diseño urbano** puede ser definido como un sistema abierto con elementos arquitectónicos y espacios en los que se propicia la interacción social y la comunicación en el espacio público (Carmona, Heath, Oc, & Tiesdell, 2003). El diseño urbano se encuentra presente en diferentes modelos de desarrollo urbano y enfoques integradores (Valenzuela-Montes & Soria-Lara, 2016), como el Context Sensitive Design (CSD) en el que se tiene en cuenta el contexto a la hora de llevar a cabo una intervención urbana; o el New Urbanism y su variante el New Pedestrianism, en los que el diseño está orientado a reducir el impacto negativo del vehículo privado.

2 En negrita y cursiva, factores que afectan a la accesibilidad que están recogidos en la Tabla 2.3

Además, con un mayor calado, se encuentra la Planificación Orientada al Transporte (TOD) en la que el diseño urbano tiene un papel fundamental (Jacobson & Forsyth, 2008), dotando a los espacios de elementos y equipamientos de calidad para el peatón. La estructura urbana, usos del suelo y diseño urbano van a tener además un papel fundamental al respecto de la peatonalidad¹ (walkability) del entorno (Forsyth, 2015) y por tanto en la **accesibilidad** al transporte público.

Pero además de los componentes del entorno urbano, la accesibilidad peatonal se ve afectada por la propia **población o entorno social** en su papel de peatones. Las características de la población pueden influir en aspectos como las oportunidades a las que acceder o la velocidad y distancia que están dispuestos a recorrer para alcanzar un determinado destino. Del mismo modo, las experiencias adquiridas de la población y su percepción del entorno (Adkins, Dill, Luhr, & Neal, 2012) van a determinar aspectos como la actitud frente a caminar, sus necesidades como peatones (Alfonzo, 2005) o las preferencias respecto al entorno urbano (Bernasconi, Strager, Maskey, & Hasenmyer, 2009).

Finalmente, encontramos el factor de **prioridad**, es decir, la promoción de la movilidad peatonal como estrategia para fomentar la accesibilidad peatonal. En este sentido y en base al concepto de **entorno de movilidad** (Bertolini & Dijst, 2010; Soria-Lara, 2011), esta tesis adopta el concepto de **entorno peatonal** como una unidad espacial básica de análisis y que se puede definir como aquella zona en la que la movilidad peatonal es prioritaria sobre otras formas de movilidad con la que pueda coexistir, y cuyos límites quedan definidos por la existencia de dicha prioridad (Zacharias, 2001). Sobre el concepto de entorno peatonal como unidad básica de análisis es donde adquiere relevancia el concepto de **calidad peatonal**. Según la Real Academia de la Lengua (RAE) se define la calidad como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Si bien esta definición resulta algo escueta, muestra un hecho importante a tener en cuenta para esta tesis. El concepto de

calidad está conformado por dos partes, un objeto caracterizado por una serie de propiedades y un sujeto que emite un juicio de valor (Talen, 2002). En esta tesis, el objeto con propiedades que es analizado corresponde al entorno urbano y el sujeto que realiza un juicio de valor es el propio usuario de dicho entorno, en este caso en su papel como peatón. Este concepto es de gran importancia ya que está, como señala Gehl (1971), intrínsecamente ligado al concepto de distancia peatonal aceptable, pudiendo tener por tanto dicha calidad un efecto modulador. Además, la calidad peatonal hace referencia a la calidad urbana en el sentido de que la población accede a bienes y servicios a fin de mantener una calidad de vida (Talen, 2002)

Introducidos todos los conceptos que conforman el marco conceptual, se muestra cómo se articulan en el contexto de la tesis (Figura 2.1). Partiendo del paradigma de la movilidad sostenible, como modelo alternativo con el que investigar la complejidad de las ciudades y la fortaleza de los vínculos entre usos del suelo y transporte, el concepto de accesibilidad peatonal, precisamente, permite identificar fuertes vínculos entre ambos. En primer lugar, por ser un elemento clave para el funcionamiento del transporte público y, en segundo lugar, por la interacción que la movilidad peatonal propicia entre el peatón y su entorno. De ahí que, según sea el grado de prioridad y adecuación que presenten los entornos de movilidad respecto a la movilidad peatonal, dichos entornos sean considerados entornos peatonales. Esta adecuación no solo debe ser considerada desde un punto de vista objetivo como al evaluar la peatonalidad (walkability) del entorno, sino que debe tener en cuenta las características, necesidades y preferencias de la población. Únicamente de este modo puede tener lugar una adecuación integral del entorno urbano para la movilidad peatonal. De este modo, cuanto mayor sea la adecuación, en términos de calidad, mayor (en términos de distancia que se está dispuesto a recorrer) y mejor será el acceso al transporte público. Así pues, cuanto más favorezca el propio modo de transporte público la calidad del entorno peatonal, mayor integración espacial tendrá dicho modo, permitiendo una mayor accesibilidad, lo que en última instancia puede influir en un incremento del número de usuarios.

¹ En esta tesis, ante la no existencia de un término admitido por la R.A.E. para la traducción del concepto walkability, se ha optado por utilizar el término *peatonalidad*. No obstante podrían considerarse también los términos *paseabilidad* o *transitabilidad*.

Por último, y a modo de resumen (Figura 2.1), esta tesis se articula bajo el marco conceptual derivado de que la calidad de los entornos peatonales es la base para la mejora de la accesibilidad peatonal y la integración del transporte público, pudiendo contribuir a una movilidad más sostenible.

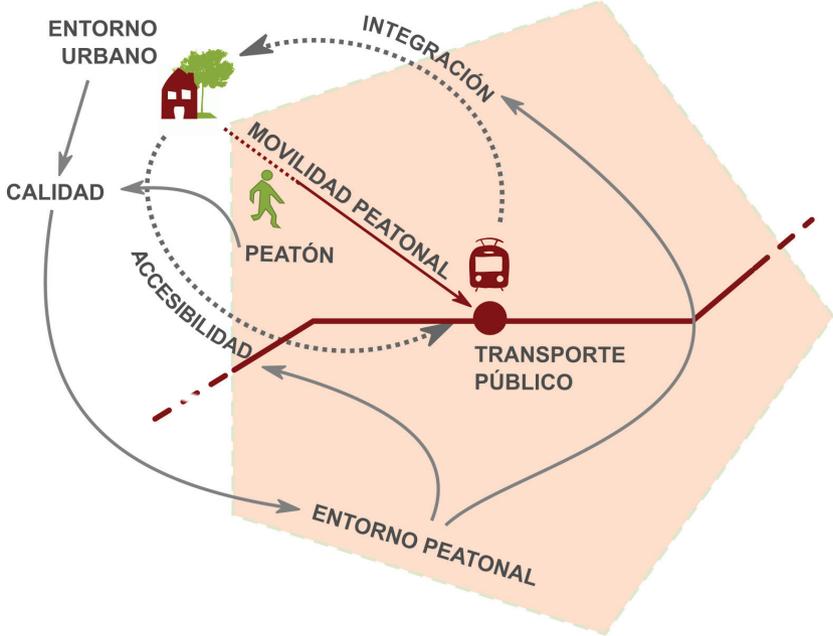


Figura 2.1. Esquema global sintético de la tesis.
Fuente: elaboración propia.

capítulo 3

Hipótesis, objetivos y estructura de la tesis

Este capítulo introduce el problema de investigación, así como las hipótesis de partida a partir de las cuales se marcan una serie de objetivos específicos. Se describe también la estructura de la tesis, desde una visión más global hasta una visión más detallada en la que se muestran las aportaciones de los diferentes artículos que componen el núcleo de la tesis como *compendium*.

3.1 . Planteamiento de la pregunta de investigación

La falta de integración entre planificación urbana y del transporte genera problemáticas relacionadas con deficiencias en la accesibilidad, desajustes entre oferta y demanda e ineficiencia de los propios modos de transporte, lo que supone elevados costes urbanos, ambientales y sociales (Banister, 2005; Camagni, Gibelli, & Rigamonti, 2002; Suzuki, Cervero, & Iuchi, 2013; Traversi, Camagni, & Nijkamp, 2006). Esta limitada vinculación entre planes se evidencia con frecuencia en una escasa integración espacial del transporte público en el entorno urbano, es decir, una escasa calidad del entorno peatonal que termina repercutiendo, entre otros aspectos, en la accesibilidad al modo de transporte. En este contexto, cabe plantear una cuestión fundamental: ¿en qué medida la calidad del entorno peatonal puede determinar la accesibilidad al transporte público y su integración espacial? A este respecto, son numerosos los métodos existentes que analizan la influencia de la localización de las paradas de transporte público para mejorar su accesibilidad. Sin embargo, estos métodos y herramientas tienden a estar fuertemente acotados por la disciplina desde la cual se desarrollan, dando lugar a diagnósticos con una visión sesgada de la problemática existente (Geurs & van Wee, 2004). Por otra parte, el entorno urbano suele ser evaluado como factor clave en las diferentes necesidades del peatón a la hora de caminar (accesibilidad, seguridad, confort, atractivo). Sin embargo, y a pesar del uso generalizado del concepto anglosajón *walkability* (peatonalidad) como base, entre otras cuestiones, para una movilidad sostenible (Forsyth, 2015), son pocos los estudios que analizan la influencia del diseño urbano en la accesibilidad a las paradas de transporte público (El-Geneidy et al., 2014; Park, Deakin, & Jang, 2013) aunando una visión objetiva (mediante indicadores) y subjetiva (mediante la percepción del peatón).

De ahí que en esta tesis, con la base de partida que supone el concepto de accesibilidad peatonal, se intenta avanzar en la integración de un modo de transporte público, el metro ligero, que es a su vez un modo con importantes externalidades positivas a nivel social, urbanístico y ambiental. Se generan para ello metodologías y herramientas que pueden ser modificadas en función de las características propias del entorno urbano y social, permitiendo así su extrapolación. Estos análisis y desarrollos metodológicos podrían ser de utilidad en las tareas de planificación, al generar una información más integral sobre la influencia que el entorno urbano y social va a tener en la integración y accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público.

3.2 . Hipótesis

La hipótesis general de la tesis se enuncia como:

La consideración de la calidad de los entornos peatonales permitiría alcanzar mayores niveles de integración espacial del transporte público, así como incrementar la accesibilidad a este último por parte de la población.

Teniendo en cuenta esta hipótesis general, la tesis trabaja sobre una serie de hipótesis específicas:

H.1 El diseño y uso de metodologías mixtas de análisis (cuantitativas y cualitativas) permite obtener resultados más integradores respecto a la accesibilidad peatonal, ricos en matices y más acordes a las características del entorno urbano.

H.2 La inclusión de indicadores ligados a factores de diseño urbano permite adoptar una distancia peatonal que sea ajustada a las características del entorno urbano y la población.

H.3 La utilización del entorno peatonal como unidad espacial de análisis permite una mejor adecuación del diseño urbano a las necesidades de los peatones respecto a caminar.

H.4 La calidad del entorno peatonal es un concepto integrador para el diseño del espacio público de la movilidad urbana que concierne a diferentes escalas, instrumentos y ámbitos de planificación

3.3. Objetivos

Como camino para la validación de estas hipótesis se plantean los siguientes objetivos específicos, que responden a su vez a preguntas de investigación formuladas de manera concreta para guiar la investigación:

Pregunta de investigación 1 ¿Es representativa la distancia como medida de accesibilidad al transporte? ¿Qué factores deben considerarse en los entornos peatonales?

Objetivo específico 1: Identificar, a través de la literatura especializada, los factores que influyen en la movilidad peatonal y en la accesibilidad al transporte público.

Pregunta de investigación 2 ¿Cómo introducir factores del entorno urbano en la evaluación de la accesibilidad al transporte público?

Objetivo específico 2: Caracterizar espacialmente las repercusión de la inclusión de factores en el análisis de la accesibilidad a las paradas de transporte público

Pregunta de investigación 3 ¿Qué percepción y actitud tiene la población en su faceta como peatones?

Objetivo específico 3: Caracterizar la percepción de la población sobre los factores urbanos identificados que influyen en la movilidad peatonal.

Pregunta de investigación 4 ¿Cómo caracterizar y evaluar los entornos peatonales para fomentar la accesibilidad al transporte público?

Objetivo específico 4: Diseñar una metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos

de movilidad y aplicarla a diferentes medidas de accesibilidad al transporte público.

El cumplimiento de los objetivos marcados permitirá poner en discusión, en primer lugar, que las medidas de accesibilidad peatonal que comúnmente son utilizadas pueden ser mejoradas desde el punto de vista de la movilidad peatonal, teniendo en cuenta el concepto de entornos peatonales y las características asociadas a los mismos. En segundo lugar, que el concepto de calidad, dentro del contexto de los entornos peatonales, permite integrar aspectos del diseño urbano que son cuantificables mediante indicadores, con aspectos subjetivos que están relacionados con las propias características y experiencias adquiridas de la población que determinan su percepción del entorno y su actitud respecto de caminar. Y, finalmente, que la aplicación al transporte público de esta metodología basada en la calidad de los entornos peatonales permite una mejor integración espacial de las paradas del transporte público e incrementa su grado de accesibilidad para la población, pudiendo incrementar el uso de dicho transporte.

3.4. Estructura de la tesis

En el presente epígrafe se expone la estructura que sigue la tesis (Figura 3.1), así como su relación tanto con los conceptos clave descritos, como con los objetivos marcados anteriormente.

En primer lugar, y siguiendo la normativa de la Universidad de Granada al respecto de la estructura de las tesis como compendio de artículos, el Bloque I de la tesis hace referencia a la Introducción general de la tesis, en el que se incluye además el capítulo de Marco conceptual (Capítulo 2) y el capítulo de hipótesis, objetivos y la propia estructura de la tesis (Capítulo 3). A este bloque le sigue el Bloque II se desarrolla la Fundamentación Teórica (Capítulo 4) que cohesionan el conjunto de artículos de esta tesis. A continuación, en el Bloque III de Metodología en el cual se localizan el capítulo de metodología propiamente dicho (Capítulo 5) y la descripción del ámbito de testeo (Capítulo 6). Seguidamente se introduce el Bloque IV que aglutina los artículos que componen el núcleo de la tesis como compendio, distribuidos en tres capítulos diferenciados que se detallan

posteriormente en este epígrafe. Finalmente, se introduce el Bloque V con un único capítulo (Capítulo 10) de Discusión y Conclusiones generales para el conjunto de la tesis. En último lugar y cerrando la tesis, aparece el Bloque VI de Referencias y Anexos.

Entrando en detalle en el Bloque IV, como núcleo de la tesis, se muestra a continuación las referencias de los artículos que componen el mencionado bloque (Tabla 3.1).

En este orden de los artículos dentro de la estructura general de la tesis, hay que referirse a que la secuencia cronológica de las publicaciones no es lineal, de forma que no coincide con la secuencia argumental de la tesis. Ello responde, en algunos casos, a los diferentes plazos de revisión y publica-

ción de cada revista. En otros casos, se explica por el hecho de que la línea de investigación trabajada se enmarca en el contexto colaborativo ya descrito en la introducción (Figura 3.1), en estrecha relación con la participación en proyectos de investigación que han servido de estímulo en el desarrollo de los diferentes artículos que componen la tesis. De esta forma, aunque los contenidos se han ido obteniendo de manera secuencial, la publicación de los mismos ha tenido lugar en momentos diferentes, también teniendo en cuenta que conforme el trabajo de tesis avanzaba, determinadas partes han ido ganando una mayor entidad y calidad, lo que ha permitido que fueran consideradas apropiadas para su publicación.

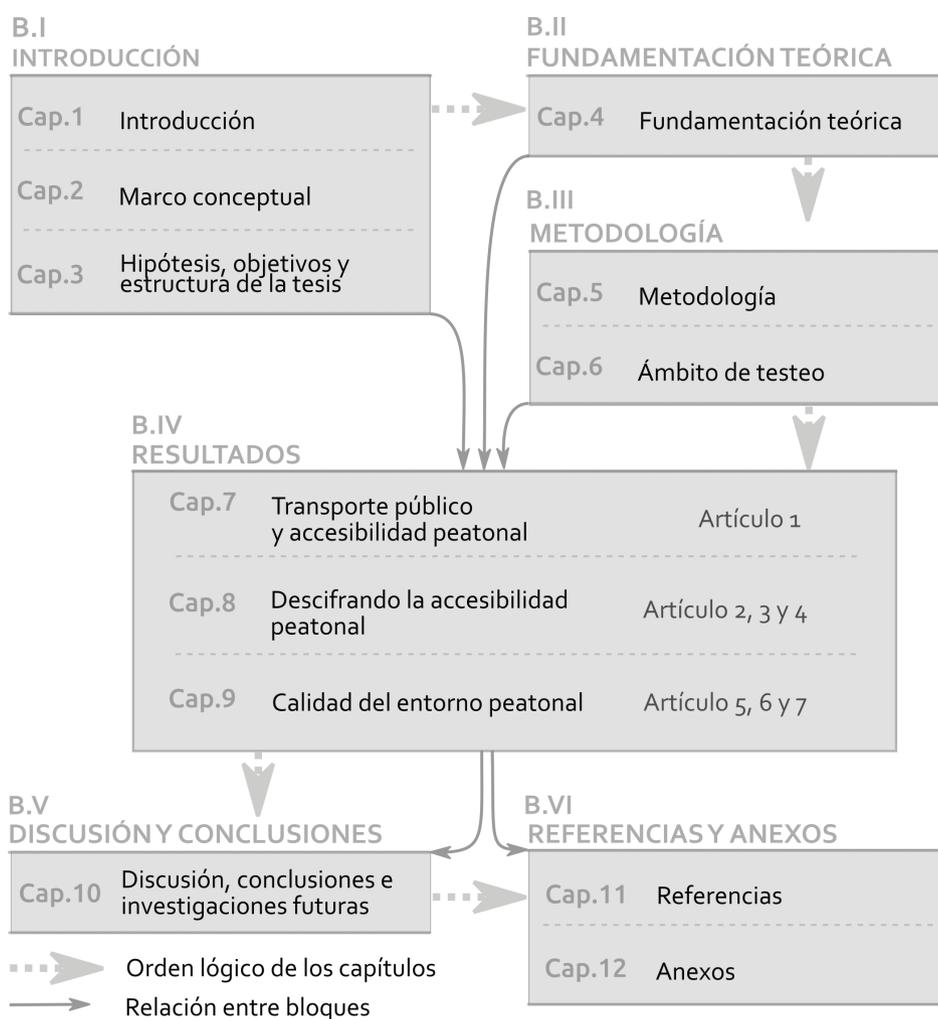


Figura 3.1. Esquema de la estructura de general de la tesis con los bloques y capítulos que la integran. Fuente: elaboración propia.

En este contexto, las publicaciones siguen una secuencia lineal hacia el diseño y aplicación de una metodología basada en la calidad de los entornos peatonales, pero manteniendo en cada una de dichas publicaciones una mirada transversal sobre la accesibilidad e integración. Se puede apreciar cómo el proceso de generación de contenidos muestra el

contexto colaborativo y el enfoque interdisciplinar que han presidido la elaboración de esta tesis doctoral, por lo que encontramos artículos publicados en revistas de geografía, urbanismo, planificación y transporte.

Tabla 3.1.
Referencias de las aportaciones que componen la tesis como compendio de artículos.

| Cap | Art | Referencia | Estado | JCR | SJR | Avery Index |
|-----|-----|--|---|---------------------------|---------------------------|-------------|
| 7 | 1 | Talavera-García, R., & Valenzuela-Montes, L. M. (En prensa). Análisis conceptual de la distancia peatonal al transporte público: hacia un enfoque más integrador. <i>ACE</i> . | Recepción: 13/01/2017 Aceptación: 23/05/2017 | - | 0,11 (Q4) ¹ | Sí |
| | 2 | Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes. <i>EURE. Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales</i> , 41(123), 5–27. | Recepción: 28/08/2013 Aceptación: 28/07/2014 | 0,303 (Q4) | 0,194 (Q3) | - |
| 8 | 3 | Talavera-García, R., & Valenzuela-Montes, L. M. (2012). La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público. <i>Revista Bitácora Urbano Territorial</i> , 21(2), 97–109. | Recepción: 06/04/2012 Aceptación: 19/12/2012 | - | 0,1 (Q4) | Sí |
| | 4 | Talavera-García, R., & Valenzuela-Montes, L. M. (XXXX). A survey-base approach of walking environment to understand pedestrian mobility in Granada (Spain). <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> . | Recepción: 23/02/2017 Revisión: En curso | 1,86 (Q1) ¹ | 0,11 (Q1) ¹ | - |
| | 5 | Talavera-García, R., Soria-Lara, J. A., & Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. <i>Documents d'Anàlisi Geogràfica</i> , 60(1), 161–187. | Recepción: 09/2012 Aceptación: 11/2012 | - | 0,363 (Q2) | - |
| 9 | 6 | Talavera-García, R., & Soria-Lara, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. <i>Cities</i> , 45, 7–17. | Recepción: 09/07/2014 Revisión: 22/01/2015 Aceptación: 01/03/2015 | 2,051 (Q1) | 1,422 (Q1) | - |
| | 7 | Talavera-García, R., Valenzuela-Montes, L. M. & Soria-Lara, J. A. (XXXX). Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal al metro ligero de Granada (España). | Enviado | | | |

¹ Valores ilustrativos correspondientes al año 2015. No hay información para la fecha de publicación del artículo

Fuente: Elaboración propia

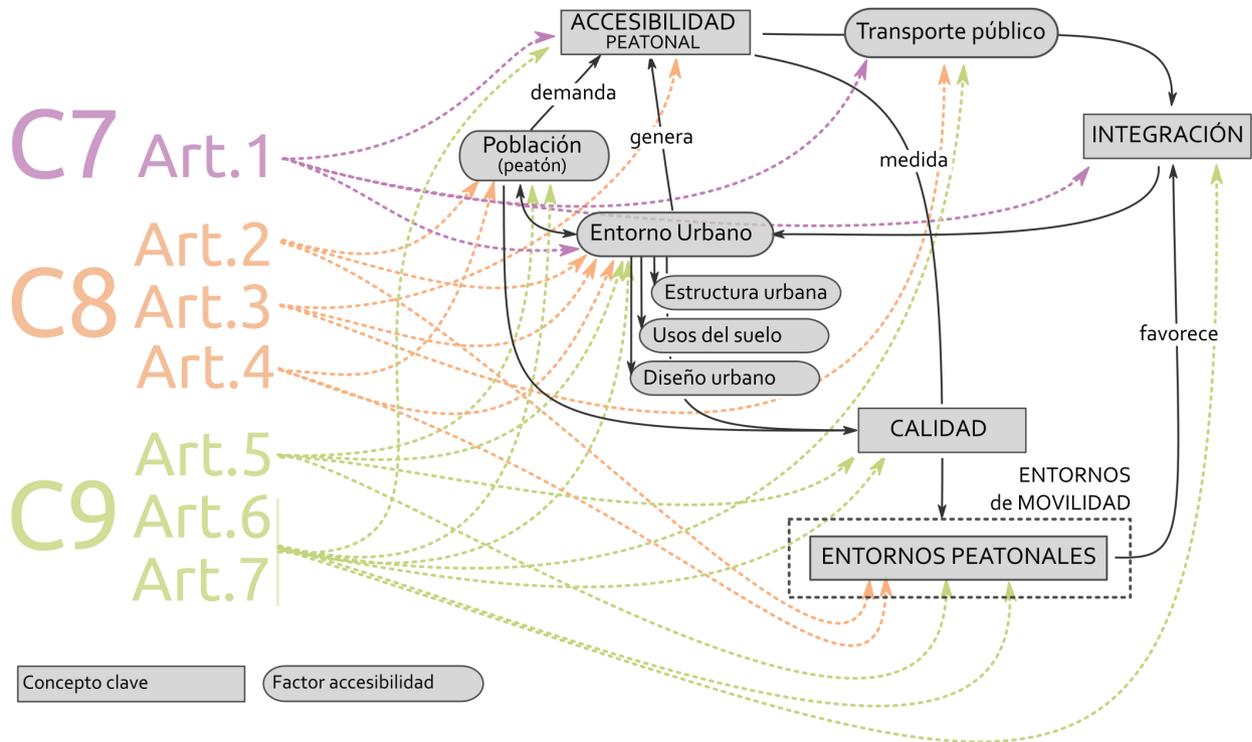


Figura 3.2. Esquema conceptual y aportaciones de los artículos a los factores de accesibilidad y conceptos clave
Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.2.
Aportaciones de los artículos a los factores de accesibilidad y conceptos estructurantes.

| | | Capítulo 7 | | Capítulo 8 | | Capítulo 9 | | |
|--------------------|-----------------------|-------------------|--------|------------|--------|------------|--------|--------|
| | | Art. 1 | Art. 2 | Art. 3 | Art. 4 | Art. 5 | Art. 6 | Art. 7 |
| Conceptos clave | Accesibilidad | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ |
| | Movilidad | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | Integración espacial | ○ | | | | | ○ | ○ |
| | Calidad peatonal | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | Entornos de movilidad | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | Entornos peatonales | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Transporte público | | ○ | | ○ | | | ○ | ○ |
| Factores | Entorno urbano | Estructura urbana | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | Usos del suelo | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | Diseño urbano | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | Población (Peatón) | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |

Fuente: Elaboración propia.

Presentados los artículos que conforman el núcleo de esta tesis, resulta imprescindible puntualizar las aportaciones que cada uno de los artículos elaborados hacen a los conceptos clave de la tesis presentados en epígrafes anteriores (Capítulo 2). De este modo, la Figura 3.2 y Tabla 3.2 muestran cómo cada uno de los capítulos que componen el bloque de resultados (Bloque IV), tienen patrones diferenciados en el aporte a la discusión conceptual. En este sentido, el Capítulo 7 se encuentra vinculado a conceptos primarios como el de movilidad sostenible, e introduce los conceptos de integración y accesibilidad.

Por su parte el Capítulo 8 se vincula de manera clara a los componentes de la movilidad peatonal, el peatón y su entorno. Por último el Capítulo 9, al ser un capítulo de desarrollo y aplicación de una metodología fruto de los capítulos anteriores, muestra vinculación prácticamente con la totalidad de los conceptos clave presentes en la tesis.

Respecto a la consecución de los objetivos marcados por la tesis, los capítulos y artículos se estructuran de tal manera que, prácticamente, permiten una asociación directa entre los objetivos planteados y los artículos presentados (Tabla 3.3).

Tabla 3.3.
Aportaciones de los artículos a los objetivos planteados.

| Cap | Art | Título artículo | Objetivo | Nº. |
|-----|-----|--|--|-----|
| 7 | 1 | Análisis conceptual de la distancia peatonal al transporte público: hacia un enfoque más integrador. | Identificar, a través de la literatura especializada, los factores que influyen en la movilidad peatonal y en la accesibilidad al transporte público. | 1 |
| | 2 | Entornos de movilidad peatonal : una revisión de enfoques, factores y condicionantes. | | |
| 8 | 3 | La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público | Caracterizar espacialmente las repercusión de la inclusión de factores en el análisis de la accesibilidad a las paradas de transporte público | 2 |
| | 4 | A survey-base approach of walking environment to understand pedestrian mobility in Granada (Spain) | Caracterizar la percepción de la población sobre los factores urbanos identificados que influyen en la movilidad peatonal | 3 |
| | 5 | La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana | Diseñar una metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad y aplicarla a diferentes medidas de accesibilidad al transporte público. | 4 |
| 9 | 6 | Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality | | |
| | 7 | Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal al metro ligero de Granada | | |

Fuente: Elaboración propia.

De este modo el primer objetivo marcado en la tesis *Identificar a través de la literatura especializada los factores que influyen en la movilidad peatonal y en la accesibilidad al transporte público* se abarca con el Artículo 1 y el Artículo 2, el primero con una perspectiva más ligada al transporte público, y el segundo (Artículo 2) más ligado a la figura del peatón. Por su parte, el Artículo 3 cubriría el objetivo 2 de *Caracterizar espacialmente la repercusión de la inclusión de factores urbanos en el análisis de la accesibilidad al transporte público*. El artículo 4 *Caracteriza la percepción de la población sobre los factores identificados que influyen en la movilidad peatonal*, satisfaciendo de este modo el objetivo 4 marcado para la tesis. Respecto al objetivo 4 de *Diseñar una metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad*, queda satisfecho con el Artículo 5. Finalmente los objetivos de *aplicación de la metodología* (Objetivo 5 y 6) quedan resueltos con los artículos 6 y 7 respectivamente.

Entrando en detalle en el Bloque IV de Resultados de la tesis y que supone el núcleo central de esta tesis, el bloque se divide en tres capítulos diferenciados (Capítulo 7, 8 y 9) (Figura 3.3).

El Capítulo 7, titulado **Integración del transporte público y accesibilidad peatonal**, analiza el papel del transporte público, en especial el metro ligero, en el contexto urbano. En este sentido expone, a través del análisis de las innovaciones que el sistema de metro ligero es capaz de introducir tanto en la planificación urbana como de la movilidad, las sinergias y estrategias enfocadas a la accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público, y la importancia del entorno de parada. Aparecen así, las primeras cuestiones que determinan el rumbo de la tesis. ¿La distancia peatonal al transporte público es ajena al nivel de integración que presentan los diferentes modos de transporte entre sí? Más aún, ¿la distancia peatonal está definida únicamente por el modo de transporte? Con el objetivo de esclarecer estas cuestiones, el Artículo 1 plantea una revisión del concepto de distancia peatonal, en la que se analizan los tipos de medida de la distancia peatonal, la propia medida de la distancia peatonal y los factores que se encuentran asociados a dichas distancias.

El Capítulo 8, bajo el título **Descifrando la accesibilidad peatonal: la compleja relación persona-entorno**, profundiza en la movilidad peatonal y la accesibilidad al transporte público. De esta forma, el Artículo 2, mediante una revisión bibliográfica, trata de caracterizar las diferentes perspectivas presentes en el estudio de la movilidad peatonal, así como caracterizar los factores que usualmente se asocian a la movilidad peatonal. Una vez concluida la revisión, el Artículo 3 se presenta como una primera aproximación a la evaluación de la accesibilidad al transporte público incorporando indicadores de los factores detectados en la revisión (Artículo 3). Se concluye el capítulo con el Artículo 4, cuyo principal objetivo es el de entender la visión subjetiva del peatón y comprender cómo la población percibe el entorno urbano en la que desarrollan su actividad diaria.

Una vez obtenida una visión de conjunto sobre los factores del entorno implicados en la movilidad peatonal, así como la percepción que tienen los peatones sobre los mismos, el Capítulo 9 titulado **Evaluando la calidad del entorno peatonal para un transporte público más accesible** se centra en el diseño y aplicación de una metodología de evaluación de los entornos peatonales basada en la calidad del diseño urbano. En este sentido, el Artículo 5 presenta el diseño de dicha metodología; el Artículo 6 muestra su aplicación a los niveles de servicio peatonal a las paradas de transporte público; y en el Artículo 7 se aplica sobre el concepto de distancia peatonal al transporte público.

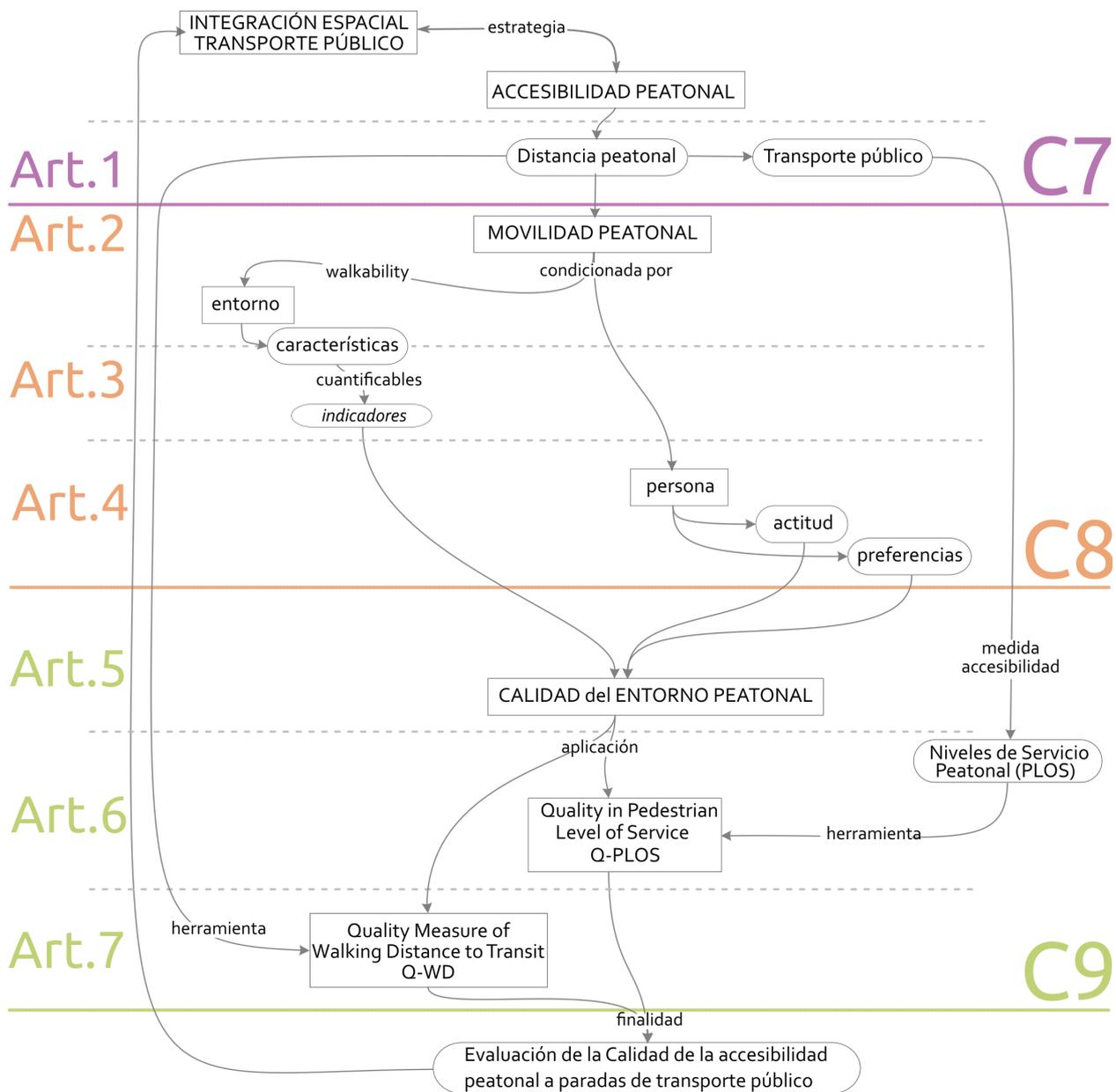


Figura 3.3. Esquema de la estructura del Bloque IV con los capítulos y artículos que lo integran.
Fuente: elaboración propia.

Bloque II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

| | |
|--|----|
| BLOQUE II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 35 |
| CAPÍTULO 4: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 37 |
| 4.1. Accesibilidad peatonal: concepto y componentes | 40 |
| 4.1.1. El concepto de accesibilidad y sus implicaciones | 40 |
| 4.1.2. Componentes y factores de la accesibilidad | 40 |
| 4.2. Accesibilidad peatonal al transporte público como medida de integración | 42 |
| 4.2.1. Accesibilidad para la integración | 42 |
| 4.2.2. Evaluación de la accesibilidad | 43 |
| 4.3. Los entornos peatonales como unidad de accesibilidad e integración del transporte público | 46 |
| 4.3.1. Los entornos de movilidad | 46 |
| 4.3.2. El concepto de entorno peatonal | 46 |
| 4.3.3. Componentes del entorno peatonal | 47 |
| 4.4. Calidad del entorno peatonal para la evaluación de la accesibilidad al transporte público | 49 |
| 4.4.1. Componente usos del suelo o entorno urbano | 50 |
| 4.4.2. Componente individual o entorno social | 51 |
| 4.4.3. Medidas de accesibilidad basadas en la calidad del entorno peatonal | 51 |

capítulo 4
Fundamentación teórica

4.

Las ciudades, tal y como las conocemos hoy, son el resultado de interacciones sociales y económicas entre las personas que han tenido lugar en espacios públicos, normalmente ubicados en el centro de las ciudades o de los barrios (Frick, 2007). Dado que históricamente la movilidad dentro de las ciudades ha sido peatonal (Lamiquiz-Dauden, Pozueta-Echavarrí, & Porto Schettino, 2009), estas ciudades han tenido como características principales una alta densidad, una mezcla de usos y formas orgánicas (Gehl, 1971; Newman & Kenworthy, 1999; Peters, 1981). No obstante, con el aumento de la población y del tejido industrial, las ciudades pasan a tener una menor densidad gracias a la presencia del transporte público, como trenes o tranvías, hecho que empieza a dar lugar a una desvinculación entre los usos del suelo y el transporte (Curtis, Renne, & Bertolini, 2009). Posteriormente, el incremento en el uso del automóvil incidió profundamente en la desvinculación de usos de suelo, expandiendo las ciudades de manera dispersa, con una baja densidad y con una zonificación más marcada en los usos del suelo, hecho que además ha dado lugar a una disminución en el porcentaje de desplazamientos a pie (Sanz-Alduán, 1998)

Atendiendo a este contexto, hay una riqueza de teorías, modelos y enfoques integradores que han tratado de revertir esta situación vinculando modos de transporte y usos del suelo. Así, por ejemplo, cabe la referencia a la aparición del New Urbanism, generado por Duany Plater Zyberk & Company en 1979, que trata de favorecer dicha integración a través de la concepción de ciudades compactas y diversas, lo que reduciría la movilidad motorizada. Focalizando sobre el anterior, el New Pedestrianism (fundado por Michael E. Arth en 1999) enfatiza en la reducción de las vías para vehículos motorizados. Más relevante es la aproximación que lleva a cabo el Transit-Oriented Development (TOD) (Arrington & Cervero, 2008; Curtis et al., 2009; Jacobson & Forsyth, 2008), según el cual se vinculan los desarrollos urbanos de alta densidad al transporte público con un diseño de entorno enfocado a la movilidad peatonal. Dentro de este mismo ámbito relativo a los “estudios peatonales” pioneros, son antecedentes interesantes los proyectos como *Copenhagen's Stroget carfree zone* desarrollado por Jan Gehl (Gehl, 1971), el recorrido histórico y los casos expuestos por Hass-Klau (2014), o los casos recogidos en el libro *La ciudad Peatonal* (Peters, 1981) entre los que cabe destacar el caso de Munich (Monheim,

1981) como experiencia seminal. En lo que respecta a los antecedentes nacionales, es necesario resaltar los trabajos de Pozueta (2009; 2000) sobre la movilidad sostenible y la ciudad paseable, así como los trabajos en la misma línea (a modo de guías o manuales) realizados por Sanz Alduán (1998; 2016) o más recientemente los casos sobre peatonalización expuestos por Machín Gil (2015) con un amplio análisis comparativo de más de una veintena de ciudades medias españolas. Del mismo modo, cabe destacar las aportaciones de Miralles-Guasch sobre el binomio ciudad y transporte (Miralles-Guasch, 2002) y la movilidad de cotidiana o de proximidad (Marquet & Miralles-Guasch, 2015; Miralles-Guasch & Cebollada, 2009) como respuesta a la imperfección de dicho binomio.

Así pues, el paradigma de la movilidad sostenible (Banister, 2008) supone asumir el concepto de accesibilidad como vínculo entre los modos de transporte y los usos del suelo (Litman, 2016) para desarrollar modelos más eficientes (Bertolini, 2012; Bertolini, le Clercq, & Straatemeier, 2008) donde los modos de transporte no motorizados, que son al fin y al cabo los modos más básicos y sostenibles en las ciudades (Newman & Kenworthy, 1999), tengan un papel mucho más influyente o incluso decisivo a través de nuevos instrumentos. Dicha meta es asumida por la presente investigación partiendo para ello de los conceptos, componentes y medidas básicas de la accesibilidad en el contexto de los entornos de movilidad, para profundizar en los entornos peatonales como entornos de calidad peatonal que refuerzan la accesibilidad e integración del transporte público.

4.1 . Accesibilidad peatonal: concepto y componentes

4.1 . 1 . El concepto de accesibilidad y sus implicaciones

La primera definición de accesibilidad se atribuye a Hansen (1959), que la define como *el potencial de oportunidades para la interacción*, recalando que se trata de una definición que mide *la intensidad de posibilidades para la interacción* y que por tanto es una generalización de *la relación población sobre la distancia* (Stewart). El propio autor matiza que su definición difiere de la comúnmente utilizada, en la que la accesibilidad hace referencia a la *facilidad para la interacción*. Posteriormente, la definición de accesibilidad que frecuentemente ha sido utilizada es la que hace referencia a la accesibilidad como *la facilidad para obtener bienes, servicios y actividades* ((Dalvi & Martin, 1976; Geurs & Ritsema van Eck, 2001; Litman, 2003). Sin embargo, esta definición “estándar” de accesibilidad puede ser complementada por otras definiciones dando lugar a una definición más rica en matices. Así pues, la accesibilidad puede definirse como ***la facilidad y calidad con la que la población puede alcanzar potencialmente bienes, servicios, actividades o lugares mediante procesos de interacción y de intercambio, y que permite a la población cubrir las necesidades básicas a fin de mantener su calidad de vida*** (definición construida a partir de Engwicht (1993), Hansen (1959), Lotfi y Koohsari (2009), Morris Dumble y Wigan (1979)).

En este contexto, planificar en base a la accesibilidad implica considerar aspectos interdependientes como la proximidad, los usos del suelo y la red de transporte, desde una nueva perspectiva que integre la planificación urbana y de la movilidad (Curtis & Scheurer, 2010), permitiendo así alcanzar una movilidad sostenible (Banister, 2008). Sin embargo, son habituales las definiciones de accesibilidad como la que realizan Bertolini, leClerq y Kapoen (2005) según la cual la accesibilidad es *la cantidad y diversidad de lugares que pueden ser alcanzados en un tiempo o coste determinado*. Esta definición muestra la reducción sobre la definición de accesibilidad,

obviando otras cuestiones que deben ser tenidas en cuenta más allá de medidas de distancia o velocidad, como la conveniencia o el confort, entre otros (Litman, 2016). Esta simplificación del concepto de accesibilidad, en el que se prima el factor movilidad sobre el resto, tiene gran repercusión a la hora de aplicarlo a modos no motorizados, como los desplazamientos a pie, ya que los peatones, al tiempo que se desplazan, interactúan con el entorno y con otros peatones dando lugar a procesos de socialización (Gehl, 1971) y de intercambio comercial y cultural (Venturi, Brown, & Izenour, 1977).

4.1 . 2 . Componentes y factores de la accesibilidad

A la vista de lo expuesto, es necesario conocer qué componentes y factores intervienen en el concepto de accesibilidad. Según Geurs & Ritsema van Eck (2001) la accesibilidad podría descomponerse en cuatro componentes: un *componente de usos del suelo*, un *componente de transporte*, un *componente individual* y un *componente temporal*. Cada uno de estos componentes alberga distintos factores que afectan a la accesibilidad (Figura 4.1) y que se detallan en la Tabla 4.1. Si bien estos componentes y factores hacen referencia a la accesibilidad respecto a cualquier modo de transporte, el gráfico 4.1, la tabla 4.1 y comentarios siguientes están trabajados especialmente desde el punto de vista de la accesibilidad peatonal. De esta manera, el *componente de usos del suelo* contiene los factores de *demanda* de acceso a una determinada oportunidad, así como el factor *usos del suelo*, el cual hace referencia a las características de densidad y diversidad de dichos usos. El *componente de transporte* hace referencia a factores propios del modo de transporte, su infraestructura y su gestión, y el factor *movilidad* hace referencia a las características propias del modo como velocidad, distancia, etc. Por su parte, el factor *modos de transporte* alude a las opciones disponibles a la hora de llevar a cabo un desplazamiento, así como a la integración e intermodalidad.

También se encuentra el factor *prioridad*, es decir, la estrategia que se lleva a cabo para un determinado modo de transporte respecto a los demás. Para finalizar, cabe hacer referencia a los factores que señala Litman (2011) de conectividad de la red y diseño viario, que son considerados en esta tesis como de estructura urbana y diseño urbano, respectivamente. Esta adaptación de los conceptos se debe a que, cuando nos referimos a accesibilidad peatonal, estos factores adquieren matices que se alejan de la idea de componente de transporte hacia el componente de usos del suelo. Considerar la estructura urbana en vez de la conectividad supone tener en cuenta otras medidas como la integración espacial. Del mismo modo, considerar el diseño ur-

bano en detrimento del diseño viario supone ir más allá de la consideración de la calle reducida a aceras por las que circula el peatón. Finalmente, estarían los citados *componentes individual y temporal*, que contemplan los requerimientos de los peatones y la disponibilidad horaria de las oportunidades a las que se quiere acceder.

Esta descripción de componentes y factores de la accesibilidad peatonal resulta fundamental para entender las diferentes medidas en la evaluación de la accesibilidad al transporte público y su implicación en la integración del transporte público en las ciudades.

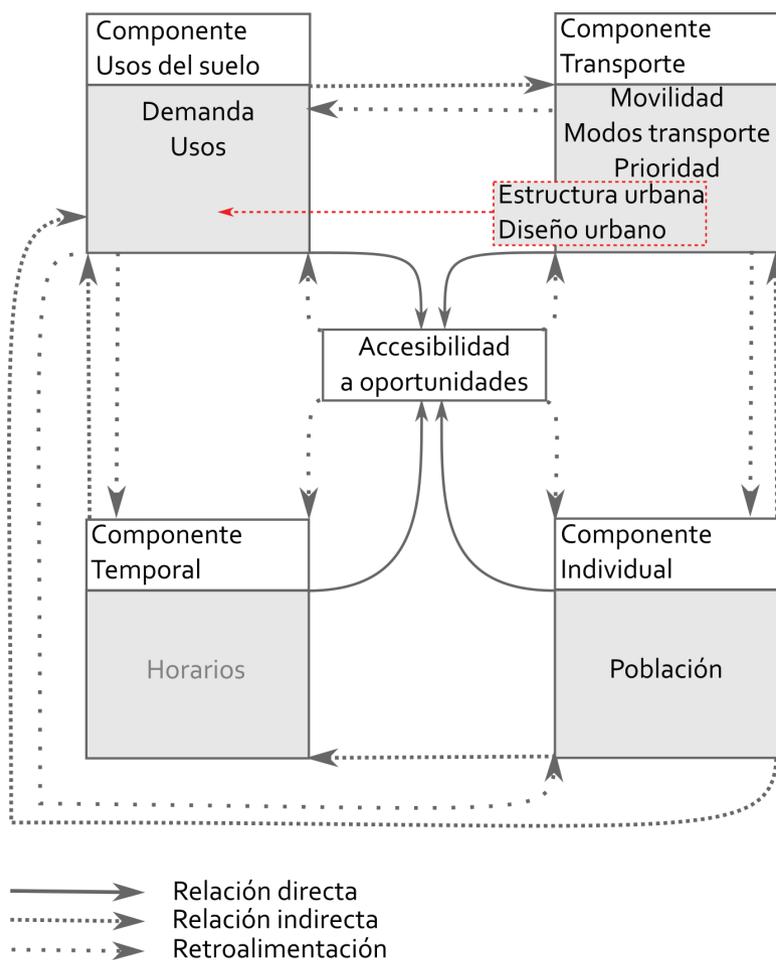


Figura 4.1. Componentes y factores de la accesibilidad peatonal.
Fuente: elaboración propia a partir de Geurs & Ritsema van Eck (2001) y Litman (2011)

Tabla 4.1.
Factores que afectan a la accesibilidad peatonal.

| Factor | Descripción | Indicadores frecuentes | Posibles mejoras a introducir en la planificación |
|---------------------|---|-------------------------------------|--|
| Movilidad | Características del desplazamiento | Distancia, velocidad | Distancia y velocidad adaptadas según entorno urbano y social |
| Demanda | Cantidad de movilidad peatonal hacia bienes, servicios y actividades. | Demanda | Encuestas sobre desplazamientos peatonales más exhaustivas |
| Modos de transporte | Calidad e integración de los modos de transporte vinculados | Indicadores de calidad, centralidad | Más evaluaciones multimodales y planificación integrada |
| Estructura urbana | Características de las posibles rutas | Integración, conectividad, rectitud | Medidas de como la integración espacial y la conectividad afectan a la distancia |
| Usos del suelo | Características de los usos del suelo | Densidad, diversidad | Medidas de como los factores de uso del suelo afecta a la distancia |
| Diseño urbano | Características de las calles, espacios públicos y edificios | Anchura de acera, arbolado | Medidas de la influencia del diseño urbano en la movilidad y elección de ruta |
| Población | Características socio-demográficas | Edad, género, posesión de vehículo | Medidas de como las características afectan a la distancia |
| Prioridad | Estrategias para la eficiencia | - | Considerar estrategias de priorización |

Fuente: elaboración propia a partir de Talen (2002) y Litman (2011)

4.2. Accesibilidad peatonal al transporte público como medida de integración

4.2.1. Accesibilidad para la integración

Considerar la accesibilidad supone una buena aproximación con la que integrar el transporte público en las ciudades (Bertolini, 2012; Bertolini et al., 2005). Bajo esta perspectiva los modos de transporte, como los metros ligeros -LRT- (Ferbrache & Knowles, 2016) o los autobuses rápidos -BRT- (Munoz-Raskin, 2010), a pesar de no estar exentos de dificultades a todos los niveles (Hidalgo & Graftieaux, 2008), se revelan como modos de alta capacidad para la integración y articulación en las ciudades, aportando accesibilidad y equidad (Nikitás & Karlsson, 2015; Victoria Transport Policy Institute, 2015a). No obstante, para alcanzar una

óptima integración es necesario que se cumplan una serie de recomendaciones enfocadas a tal fin, como por ejemplo, el aumento de calle peatonalizada, la regeneración urbana o la integración modal entre otras (Hass-Klau & Crampton, 2002). Con esta perspectiva orientada a fomentar la integración entre usos del suelo y transporte público, surge la ya citada planificación orientada al transporte (Transit-Oriented Development – TOD-), promoviendo entornos de parada de transporte con alta densidad poblacional y diseño urbano de calidad enfocado a modos no motorizados. Con un enfoque similar o complementario surge el diseño sensible con el contexto (Context Sensitive Design – CSD -) que resalta la importancia de considerar el entorno en el cual va a tener lugar una intervención o proyecto (Valenzuela-Montes & Soria-Lara, 2016).

Respecto a esta visión, es reseñable cómo la mayoría de los indicadores y factores de éxito están vinculados con las paradas, cuyos objetivos principales en la planificación de su localización, según Vuchic (2005), son seis: (i) máxima población servida, (ii) mínimo tiempo de trayecto, (iii) máxima cobertura, (iv) máxima atracción para la captación de pasajeros, (v) mínimo coste de servicio, y (vi) atención a otros requerimientos (usos del suelo, intermodalidad, etc.) Estos objetivos a tener en cuenta en la localización de las paradas de metro ligero están en su mayoría relacionados con la accesibilidad peatonal, por lo que enriquecer y potenciar su consideración en el proceso de planificación de los sistemas de metro ligero repercutirá positivamente en el propio uso de este modo de transporte público (Murray, Davis, Stimson, & Ferreira, 1998). La parada de transporte público es una de las cuestiones principales en los proyectos de transporte público, siendo además necesario que, como destaca Vuchic (2005), dicha ubicación responda a criterios de mayor cobertura posible y atracción de la máxima población, así como a criterios de planificación orientada al transporte (Transit-Oriented Development -TOD-) como la necesidad de desarrollos urbanos con calidad y densidad en el entorno de 500 metros de la parada, calidad de las condiciones para caminar y disponibilidad de viviendas (Victoria Transport Policy Institute, 2015b). En esta línea, la localización de las paradas supone unos de los aspectos más importantes para la integración del transporte público, ya que es en estos puntos en los que existen flujos de subida y bajada de peatones que van a interactuar con el entorno, dando lugar a que estos entornos de movilidad (Bertolini & Dijst, 2003) funcionen de manera diferente en función de las características propias de flujos de tráfico, densidades residenciales y usos del suelo (Soria-Lara, 2011; Soria-Lara, Valenzuela-Montes, & Pinho, 2015).

4.2.2. Evaluación de la accesibilidad

Para la evaluación de la accesibilidad peatonal al transporte público existen diversas medidas, según recaiga el foco en uno u otro de los componentes señalados en el epígrafe anterior. De este modo, y siguiendo el trabajo sobre medidas de accesibilidad realizado por Geurs y Ritsema van Eck (2001), las medidas de accesibilidad pueden clasificarse en tres grupos: medias basadas en la infraestructura, medidas basadas en la actividad y medidas basadas en la utilidad. Cada uno de estos grupos de medidas posee una serie de ventajas y desventajas respecto a la consideración de los componentes y factores de la accesibilidad.

Las medidas basadas en la infraestructura permiten valorar el nivel del servicio del transporte en un área determinada. El nivel de servicio, o Level of Service (LOS) en su término anglosajón, es una medida para evaluar el grado de acomodación de las estaciones de transporte, las bicicletas y peatones en el entorno viario (Transportation Research Board, 1985). Esta medida fue desarrollada principalmente en Estados Unidos para hacer las ciudades más habitables y reforzar la multimodalidad. No obstante, la evaluación que se recoge en el reconocido manual Highway Capacity Manual se basa en los trabajos desarrollados, entre otros, por Fruin (1971) para evaluar la capacidad y requerimiento de espacio (Dixon, 1996). Posteriormente, la evaluación del nivel de servicio se ha ido enriqueciendo con la incorporación de otros indicadores, como la anchura de acera (Mori & Tsukaguchi, 1987), la separación lateral, tipo de vehículos, volumen y velocidad del tráfico (Landis, Vattikuti, Ottenberg, McLeod, & Guttenplan, 2001), señalización para peatones o medianas (Baltes & Chu, 2002; Petritsch et al., 2005), así como otros indicadores ambientales relacionados con la contaminación del aire o niveles de ruido (Sarkar, 2003). El éxito de este tipo de medida radica en la facilidad de entendimiento, con una escala de A a F según el grado de adecuación, así como su facilidad de incorporación en la planificación y la toma de decisiones (Figura 4.2.). En contraposición, este tipo de medida no considera de forma diferenciada la atracción que generan los diversos usos del suelo.

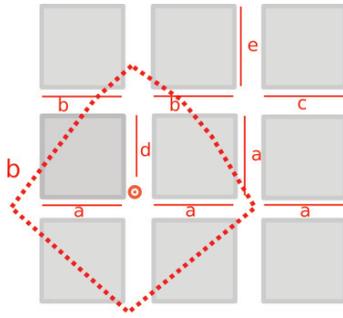


Figura 4.2. Esquema de medida de accesibilidad basada en los niveles de servicio
Fuente: elaboración propia.

Por su parte, las medidas basadas en la actividad o uso pueden dividirse en varios tipos, siendo las más comunes las medidas de distancia, las medidas de contorno y las medidas de potencial o gravitacionales. Las medidas de distancia son las medidas más ampliamente utilizadas, dada su facilidad de aplicación, ya que únicamente contemplan una distancia o tiempo máximo. Esta medida es la considerada con mayor frecuencia en el contexto del transporte, en el que se toma como referencia el concepto de distancia peatonal (*walking distance*), como medida de la distancia que puede ser recorrida a pie en una fracción de tiempo determinada. Esta distancia peatonal al transporte público viene determinada principalmente por el propio modo de transporte, estableciéndose comúnmente la distancia de 400 y 800 metros (cuarto y media milla, respectivamente) (Guerra, Cervero, & Tischer, 2011). Como principales desventajas se encuentran la falta de consideración de los diferentes usos del suelo y las características de los diferentes grupos de población. Además, esta distancia establecida puede diferir considerablemente de la distancia aceptable ya que, en palabras de (Gehl, 1971), la distancia puede ser muy corta o muy larga en función de cómo se perciba

dicha distancia. En este sentido, la distancia aceptable es un equilibrio entre la longitud del recorrido y su calidad.

Las medidas de contorno – también conocidas como de proximidad – consideran el número de oportunidades alcanzables en una distancia o tiempo determinado. Así pues, la accesibilidad aumenta en la medida en que aumenta el número de oportunidades. Por contra, asume que todas las oportunidades son igual de demandadas con independencia de que éstas se sitúen a una mayor o menor distancia.

Las medidas de potencial fueron definidas por primera vez por Hansen (1959). Según estas medidas, la influencia de las oportunidades decae en función de la distancia. En este sentido cada tipo de oportunidad tendrá una curva de decaimiento del acceso diferente (Iacono, Krizek, & El-Genedy, 2010). Si bien este tipo de medida realiza una consideración diferenciada de los usos del suelo, tiene como desventaja el hecho de que asume que toda la población posee el mismo nivel de acceso.

Finalmente, las medidas basadas en la utilidad incorporan una mejor perspectiva del comportamiento, ya que miden la accesibilidad en función de las características socio-demográficas propias del individuo junto con características modales, según la cuales la población escoge aquella alternativa que está asociada a una mayor utilidad (Koenig, 1980). Si bien este grupo de medidas tienen la ventaja de un mejor ajuste a la realidad al considerar las necesidades de las personas respecto a una oportunidad, su aplicación requiere de una compleja base teórica para poder ser aplicada, y no permite la comparación entre zonas (Handy & Niemeier, 1997)

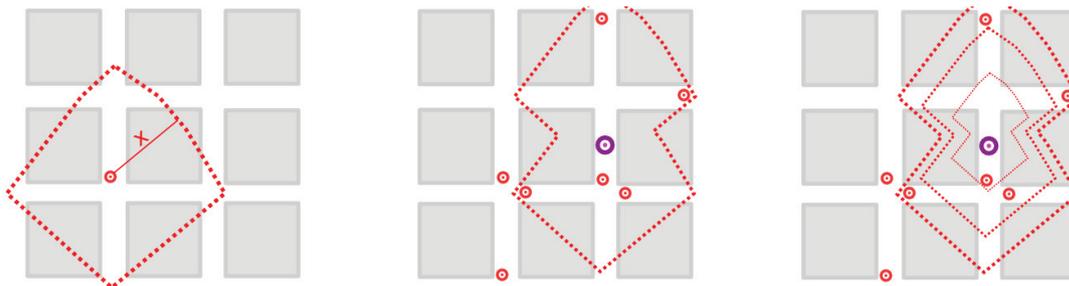


Figura 4.3. Esquema de medida de accesibilidad basada en (de izquierda a derecha) distancia, contorno y potencial
Fuente: elaboración propia.

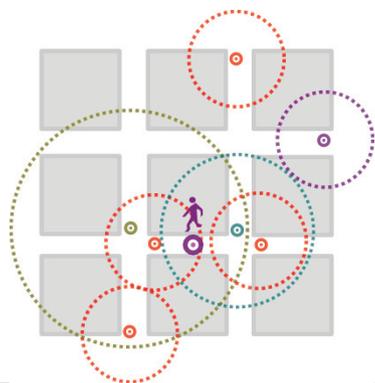
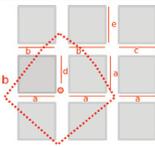
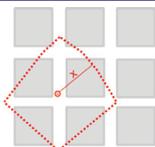
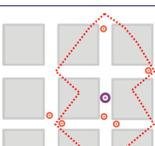
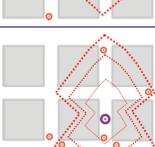
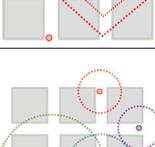


Figura 4.4. Esquema de medida de accesibilidad basada en utilidad

Fuente: elaboración propia.

A la vista de los grupos de medida de la accesibilidad (Tabla 4.2) se puede apreciar que evaluar la accesibilidad no está exento de dificultades, ya que cuando se tienen en cuenta diversos factores relativos a los componentes de usos del suelo, del individuo o se amplían los factores del transporte, la complejidad de la medida se incrementa, disminuyendo su capacidad de ser aplicado y ser entendido con cierta facilidad. No obstante es en esta línea, de una mayor consideración de diferentes aspectos de los usos del suelo y la población, en la que es necesario avanzar para obtener evaluaciones de la accesibilidad peatonal, en este caso a las paradas de transporte público, más cercanas a la realidad (Geurs & van Wee, 2004).

Tabla 4.2. Comparativa de las medidas de accesibilidad comúnmente utilizadas

| Grupo de medidas | Tipo de medida | Componente (a) | | | | Aplicabilidad (b) | Comprensión (b) | |
|------------------|---|---|----------------|----------|------------|-------------------|-----------------|---|
| | | Transporte | Usos del suelo | Temporal | Individual | | | |
| Actividad | Infraestructura |  | ± | - | ± | - | + | + |
| | Distancia |  | + | - | ± | | + | + |
| | Contorno |  | ± | ± | ± | - | + | + |
| | Potencial |  | + | + | ± | ± | + | ± |
| Utilidad |  | + | + | ± | + | ± | ± | |

(a): + = satisfecho; ± = parcialmente satisfecho; - = no satisfecho

(b): + = fácil; ± = moderadamente difícil; - = difícil

Fuente: elaboración propia a partir de Geurs (2001)

Es por ello fundamental conservar aquellos rasgos de las medidas de accesibilidad que han sido un éxito, como son por ejemplo los niveles de servicio, ya que permiten una fácil comprensión y aplicación en la planificación y en la toma de decisiones. Del mismo modo, la simplicidad y facilidad de análisis en las medidas basadas en la distancia deben seguir estando presente, sin embargo, es necesario pasar de la consideración de una distancia preestablecida a una distancia aceptable, en la que se tenga en cuenta las características propias de la ruta (Gehl, 1971). Además, sería necesario que, manteniendo la facilidad de entendimiento y aplicación, se in-

corporasen las necesidades de la población, como lo hacen las medidas de accesibilidad basadas en la utilidad.

Por consiguiente, la tesis toma las medidas de niveles de servicio, distancia peatonal y cobertura de parada como medidas sobre las cuales aplicar la metodología que se desarrolla basada en la calidad del entorno peatonal, de tal forma que, manteniendo su fácil aplicabilidad y entendimiento, se enriquezcan con las características propias del entorno en el cual se aplica dicha medida de accesibilidad.

4.3. Los entornos peatonales como unidad de accesibilidad e integración del transporte público

4.3.1. Los entornos de movilidad

Para introducir el concepto de entorno peatonal es preciso, previamente, hacer referencia al concepto de entorno de movilidad. Los entornos de movilidad pueden ser definidos como el conjunto de condiciones externas que podrían tener influencia en la presencia de personas en un determinado lugar (Bertolini & Dijst, 2003). Por tanto, el concepto de entorno de movilidad se encuentra sustentado en el concepto de accesibilidad, en el que se conjugan el transporte y los usos del suelo. Por tanto, un entorno de movilidad sería aquel en el que las personas pueden llegar (nodo) y desarrollar diversas actividades (lugar) (Bertolini, 1999) En el caso particular de los entornos de movilidad en los que el modo de transporte considerado es la bicicleta o el peatón, se trataría de entornos de movilidad "lenta" (Bertolini & Dijst, 2003) o entornos de proximidad y alcance local (Soria-Lara, 2011; Soria-Lara et al., 2015) donde las necesidades de la población podrían ser cubiertas sin necesidad de utilizar modos motorizados. Estos entornos de movilidad deberían estar orientados a la generación de sinergias a partir de la relación peatón-transporte público, restringiendo el acceso de vehículos privados y favoreciendo la relación peatón-entorno.

4.3.2. El concepto de entorno peatonal

El concepto de entorno de movilidad peatonal o entorno peatonal aúna todas las características descritas anteriormente para la evaluación de la accesibilidad peatonal basada en la calidad. Zacharias (2001) define los entornos peatonales como "los espacios dominados por los desplazamientos a pie, donde otros modos, incluyendo vehículos a motor, pueden tener lugar, pero en el que los peatones tienen claramente la prioridad de movimiento". Además "la zona contigua a la zona de prioridad peatonal define el distrito peatonal porque el comportamiento y percepciones del entorno se distinguen claramente de aquellas que tienen lugar en las áreas circundantes." (Zacharias, 2001)

La idea de entorno peatonal no es reciente, ya que existe constancia de planificación orientada al peatón con control del vehículo privado desde los años 20 del siglo pasado. Sin embargo, el enfoque desde el que se ha llevado a cabo la planificación y gestión de estos entornos, sí ha variado a lo largo del tiempo. Así, en relación con el transporte público, las medidas de planificación que se han llevado a cabo han sido esencialmente procesos de peatonalización de calles que conectan zonas comerciales con paradas de transporte público (Hass-Klau, 1997; (Hass-Klau & Crampton, 2005; Hull, 2010). No obs-

tante, este tipo de intervenciones han dado paso a otras en las que pueden integrarse todos los modos de transporte, incluso el vehículo privado, pero dando prioridad al peatón y bicicleta como estrategia para la mejora de la accesibilidad y la generación de beneficios (tanto para a nivel individual como a la población en conjunto) (Litman, 2003a, 2011).

4.3.3. Componentes del entorno peatonal

Definido el concepto de entorno peatonal, sus antecedentes e implicaciones, es necesario conocer los componentes presentes en los entornos peatonales. Para ello es preciso recapitular algunos hechos expuestos anteriormente. En primer lugar, los entornos peatonales son entornos de movilidad "lenta" (Bertolini & Dijst, 2003) en los que tienen lugar simultáneamente funciones de nodo y de lugar (Bertolini, 1999), o en otras palabras, son lugares de accesibilidad peatonal.

Por tanto, en los entornos peatonales va a tener lugar una accesibilidad peatonal a diferentes oportunidades, como las paradas de transporte público. Además estos entornos peatonales están compuestos por los componentes y factores presentados en el epígrafe 4.1.2. al respecto de la accesibilidad.

Respecto al componente transporte, en los entornos peatonales tiene lugar una movilidad peatonal que a priori se caracteriza por velocidades medias al caminar de 4,5 – 5 km/h y distancias *aceptables* de 800 metros (Guerra et al., 2011). No obstante, estos indicadores relativos a la movilidad peatonal suelen variar en función del resto de factores que afectan a la accesibilidad peatonal, como las características de la población o las características del entorno urbano.

El entorno urbano tiene un papel principal respecto a la accesibilidad peatonal en el contexto de los entornos peatonales, ya que el entorno urbano va a determinar en qué medida va a tener lugar la movilidad y accesibilidad peatonal y con qué grado de calidad (Olszewski & Wibowo, 2005). Uno de los términos más frecuentemente usados en este con-

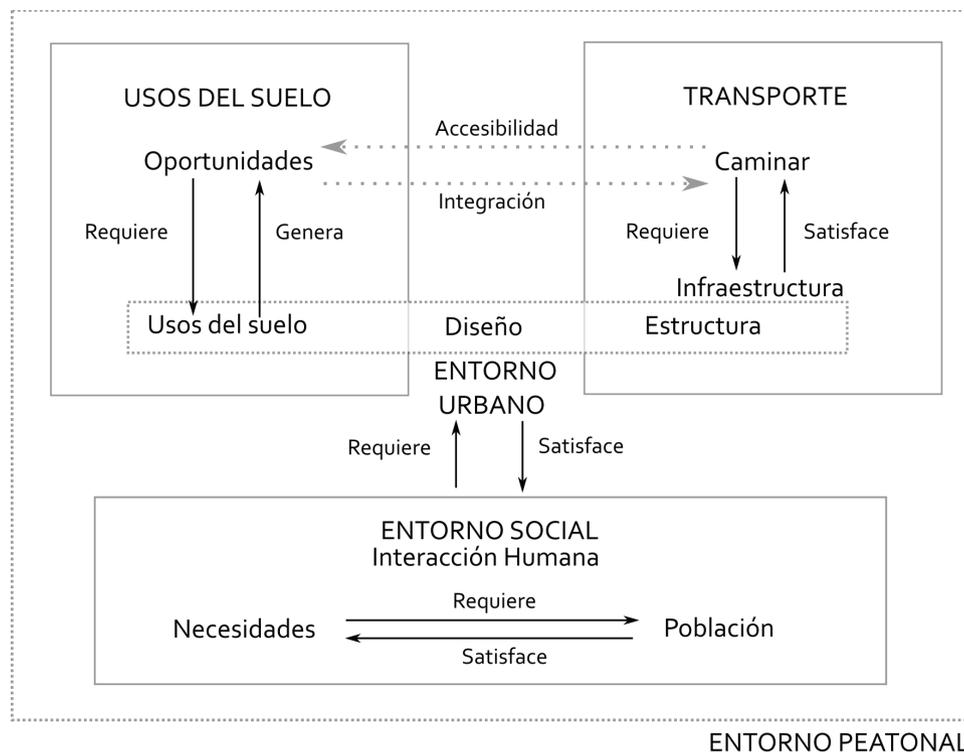


Figura 4.5. Conceptualización teórica de los Entornos peatonales
Fuente: elaboración propia a partir de Soria-Lara et al. (2015) y Geurs & Ritsema van Eck (2001)

texto es el concepto de peatonalidad¹ (walkability) del entorno urbano (Forsyth, Michael Oakes, Lee, & Schmitz, 2009; Forsyth & Southworth, 2008; Talen & Koschinsky, 2013). Este concepto se entiende como el grado en que el entorno urbano está adaptado para la movilidad peatonal (Gori, Nigro, & Petrelli, 2014) en base a un conjunto de factores y su calidad, ya sea en general o de forma específica para un aspecto particular, y cómo la población lo percibe (Adkins, Dill, Luhr, & Neal, 2012). El entorno urbano, en el contexto de los entornos peatonales, posee un conjunto de atributos, tanto objetivos como percibidos (Davison & Lawson, 2006) que están relacionados con la estructura urbana, los usos del suelo y el diseño urbano. Estos atributos pueden influir en distinta medida en la movilidad peatonal que tiene lugar en los entornos peatonales:

- La estructura del entorno peatonal determina el grado en el que el entorno es accesible desde el punto de vista de configuración espacial de las calles. La disposición de una calle respecto al conjunto, ya sea a nivel global o local, puede tener como consecuencia la mayor o menor integración de dicha calle y por lo tanto que sea más o menos susceptible de ser recorrida por la población (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, & Xu, 1993). Esta relación entre estructura urbana y accesibilidad está ampliamente desarrollada bajo la teoría de Space Syntax (Hillier & Hanson, 1984), en la que destaca el concepto de integración. Según esta teoría, un segmento de calle con mayor integración será más accesible, dado que la población tenderá a pasar por allí para alcanzar su destino.
- Respecto a los usos del suelo, este es uno de los factores del entorno peatonal más ampliamente evaluado desde el punto de vista de la accesibilidad. En este sentido, la densidad, la diversidad y el diseño (las 3D's) de los usos del suelo son factores determinantes en relación con la accesibilidad (Cervero & Kockelman, 1997). Por tanto, un entorno en el que la densidad y diversidad de usos sea elevada y con un diseño de

calidad, generará una mayor demanda de accesibilidad peatonal.

- Finalmente, el tercer grupo de factores de los entornos peatonales es el referente a un diseño urbano que favorezca la movilidad peatonal cubriendo las necesidades de accesibilidad, seguridad, confort y atractivo necesario para que la población lleve a cabo la acción de caminar (Alfonzo, 2005; Pozueta, 2009).

Respecto a la componente individual, las características de la población van a ser decisivas en el desarrollo de la movilidad peatonal. De esta forma, la edad, género, posesión de vehículos, etc., van a determinar cómo perciben el entorno peatonal como peatones y cómo van a comportarse como peatones.

Por tanto, evaluar la accesibilidad al transporte público desde el contexto de los entornos peatonales (Figura 6.6) no está exento de una complejidad significativa, ya que convergen aspectos subjetivos y objetivos que requieren de métodos mixtos que permitan comprender por qué las personas se mueven a lo largo de las rutas que perciben como más seguras o más atractivas (Adkins et al., 2012), en lugar de moverse a lo largo de otras rutas que pudieran ser más convenientes en función de la distancia.

¹ En esta tesis (como ya ha sido señalado), ante la no existencia de un término admitido por la R.A.E. para la traducción del concepto walkability, se ha optado por utilizar el término *peatonalidad*. No obstante podrían considerarse también los términos *paseabilidad* o *transitabilidad*.

4.4. Calidad del entorno peatonal para la evaluación de la accesibilidad al transporte público

La consideración de la calidad de los entornos peatonales permite una mejor evaluación de la accesibilidad peatonal al transporte público, teniendo en cuenta el grado de adaptación del entorno urbano a la movilidad peatonal. Además, dado que los entornos peatonales son entornos de prioridad para el peatón como estrategia para el fomento de la movilidad no motorizada, en los que se tienen en cuenta el diseño a escala humana, estos entornos dan lugar a una alta calidad de accesibilidad y una alta calidad del entorno (Banister, 2008)

Por otra parte, la evaluación basada en la calidad posee una ventaja importante, en contraposición con lo que sucede en el caso de las medidas de

accesibilidad basadas en la utilidad, y es su capacidad para comparar entornos urbanos en función de unos valores críticos de referencia. Este hecho permite que el nivel de abstracción en el análisis de la planificación del transporte se reduzca. En este sentido, si bien hay una opinión creciente sobre la importancia de definir unos valores de referencia en el diseño urbano, rara vez son llevados a la práctica (Dixon, 1996; Nijkamp, 2004). Los umbrales de calidad permite estandarizar los resultados obtenidos del análisis de factores y facilita la comparación de alternativas (Nijkamp, 2004)

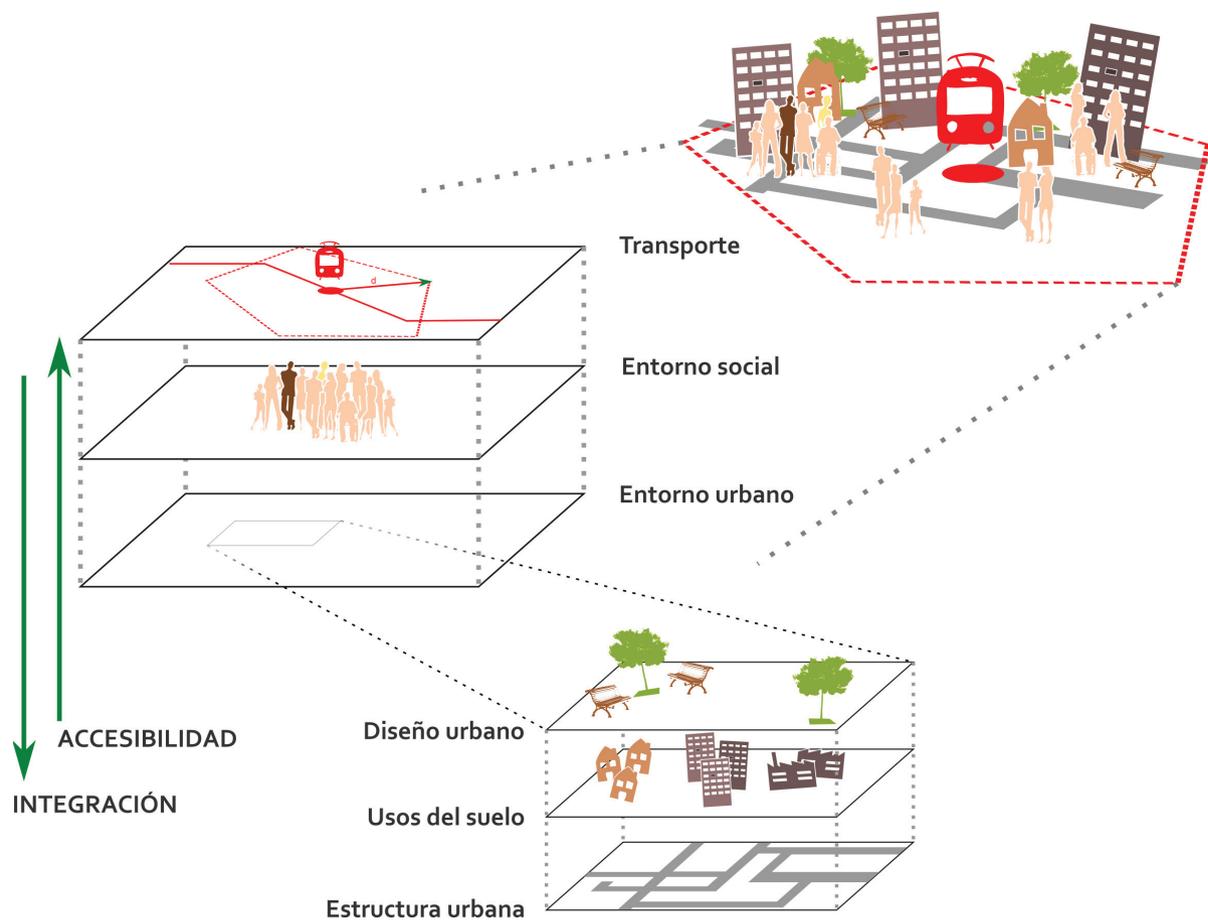


Figura 4.6. Esquema, en capas, de la accesibilidad y la integración del transporte público en el entorno peatonal
Fuente: elaboración propia

No obstante, analizar la calidad del entorno peatonal para la evaluación de la accesibilidad al transporte público supone hacer frente a una alta complejidad, derivada del número de componentes y factores que deben tenerse en cuenta. Se asume que al hablar de accesibilidad peatonal, la componente de transporte se mantiene estable y no requiere de una infraestructura específica como tal. Por otra parte, la utilización del concepto de calidad implica que, además del análisis de las características de la población y del entorno como componente de la accesibilidad (componente individual y usos del suelo, respectivamente), debe tenerse en cuenta la influencia que ambos componentes ejercen entre sí. Todo ello manteniendo el mayor grado de aplicabilidad y facilidad de entendimiento por parte de los actores implicados.

Profundizando en esta cuestión, conocer la influencia que posee cada uno de los factores del entorno urbano sobre la movilidad y accesibilidad peatonal tampoco está carente de dificultad, ya que es necesario que la percepción subjetiva y de las necesidades del peatón se traduzcan en factores objetivos y cuantificables (Ewing, Handy, Brownson, Clemente, & Winston, 2006; McCormack, Cerin, Leslie, Du Toit, & Owen, 2008). Entre estas necesidades del peatón están la accesibilidad, la seguridad, el confort y la atracción, que deben ser además satisfechas de manera secuencial para que tenga lugar la acción de caminar por parte del peatón (Alfonzo, 2005; Alfonzo, Boarnet, Day, McMillan, & Anderson, 2008).

4.4.1 . Componente usos del suelo o entorno urbano

La evaluación de la calidad del entorno urbano requiere evaluar los factores relativos a estructura urbana, usos del suelo y diseño urbano. Para tal finalidad, existe una amplia gama de medidas disponibles que pueden agruparse en tres tipos (Brownson, Hoehner, Day, Forsyth, & Sallis, 2009).

- El primer grupo, denominado como medidas de percepción del entorno urbano, contiene algunas de las herramientas más comúnmente utilizadas, tales como Neighbourhood Environment Walkability Scale (NEWS) (Brown &

Werner, 2009; Cerin, Macfarlane, Ko, & Chan, 2007; Leslie et al., 2005); así como otro tipo de encuestas enfocadas en la evaluación de la percepción de las características del diseño urbano y la accesibilidad peatonal a los servicios urbanos (ver, por ejemplo, Kelly et al. (2011); Wood, et al. (Wood, Frank, & Giles-Corti, 2010). Este tipo de medidas se caracteriza por su alto grado de subjetividad, estando por tanto muy condicionado por las características propias de la población (componente individual de la accesibilidad).

- El segundo grupo de medidas proviene de la observación, y son también conocidas como auditorías, que aportan información detallada y específica de cada calle. Este tipo de medidas varían en su objetividad, ya que depende de si la medida se realiza mediante la aplicación de indicadores o es por el contrario una medida del estado en que se encuentra un determinado factor. En este último supuesto, habría una menor objetividad al depender de la visión subjetiva de la persona que recorre las calles realizando la auditoría (Clifton, Livi Smith, & Rodriguez, 2007).
- El tercer grupo está compuesto por medidas basadas en los sistemas de información geográfica (SIG). Estas medidas son un gran avance, ya que la tecnología disponible está permitiendo análisis espaciales de usos del suelo y otras variables urbanas con un alto grado de desagregación y detalle (Brownson et al., 2009).

Estos grupos de medidas deben ser aplicados sobre los factores del entorno urbano que se quiere evaluar. El número de factores que son susceptibles de ser analizados puede llegar a ser considerablemente elevado, lo que da lugar, sobre todo en el caso de las medidas observacionales y SIG, a un alto coste de análisis de todos y cada uno de los factores presentes. Es por este motivo que a la hora de seleccionar factores e indicadores asociados a esos factores es preciso tener en cuenta los criterios de relevancia, aplicabilidad y entendimiento (Niemeijer & de Groot, 2008). Estos criterios deseables en la selección de indicadores aparecen recogidos por estos autores en la sección de criterios frecuentemente utilizados en la "dimensión política y de gestión" (Niemeijer & de Groot, 2008, p. 18)

- a). Relevancia: este criterio implica la relevancia del factor en el tema tratado, a fin de reducir el número de factores y sus indicadores lo más posible, preservando su capacidad para analizar la faceta deseada del entorno urbano. Esta relevancia puede ser evaluada por la frecuencia de aparición en la literatura.
- b). Aplicabilidad: el criterio de aplicabilidad radica en la facilidad de evaluar un factor en función de la información existente y su disponibilidad en fuentes de acceso público.
- c). Comprensión: los factores e indicadores utilizados deben ser de fácil comprensión por parte de los agentes involucrados.

Estos criterios para la selección de factores e indicadores tienen una fuerte relación con las medidas de accesibilidad descritas en el epígrafe 4.2.2., ya que esas medidas se sustentan en el análisis de diferentes factores, y serán por tanto más aplicables y comprensibles cuando más aplicables y comprensibles sean los indicadores que utilizan para analizar los diferentes factores considerados.

4.4.2. Componente individual o entorno social

Al objeto de evaluar la calidad del entorno peatonal es preciso, no sólo diseccionar la relación o relaciones que se establecen entre los peatones y el entorno urbano por el que éstos transitan, sino también conocer qué condiciones propician o desincentivan la movilidad peatonal (Ewing & Handy, 2009). Inicialmente, el estudio de los condicionantes de la movilidad peatonal cubría aspectos como la seguridad, la conveniencia, la continuidad, el confort, la coherencia y el atractivo (Fruin, 1971), aspectos que, con posterioridad, fueron reagrupados en cuatro bloques: accesibilidad, seguridad, confort y atractivo (Alfonzo, 2005; Alfonzo, Boarnet, Day, McMillan, & Anderson, 2008; Pozueta, 2009). Es por ello que, en la medida en que tales condicionantes sean satisfechos, el entorno peatonal poseerá la calidad necesaria para que el peatón se desplace, lo que incidirá de manera decisiva en la accesibilidad al transporte público (Olszewski & Wibowo, 2005). De los cuatro aspectos condicionantes citados an-

teriormente, la accesibilidad tiene una dimensión eminentemente física, mientras que los tres aspectos restantes poseen una mayor implicación perceptual. Además, dichos aspectos se encuentran vinculados mediante una relación secuencial (Alfonzo, 2005), en la que la accesibilidad es el aspecto condicionante que debe satisfacerse en primera instancia. El siguiente aspecto que se debería evaluar sería la seguridad, para, posteriormente, poder analizar el aspecto del confort y, finalmente, el de atracción.

Por otra parte, dichas percepciones y necesidades de los peatones, están determinadas por características socio-demográficas de la población (Hess, 2012; Lee, Mama, Medina, Ho, & Adamus, 2012; Owen, Humpel, Leslie, Bauman, & Sallis, 2004). Avanzando un poco más en esta cuestión, es común introducir elementos relacionados con aspectos socioeconómicos de la población y hábitos de movilidad (Bentley, Jolley, & Kavanagh, 2010; Forsyth et al., 2009) según diversos factores como el sexo, la edad (Borst et al., 2009; Gallimore, Brown, & Werner, 2011) o la raza (Lee et al., 2012). Estas características van a tener una influencia directa en algunas medidas de accesibilidad como la distancia de acceso, fruto de la disminución de la velocidad peatonal en diversos grupos de población, como las personas mayores (Gutiérrez-Puebla & García-Palomares, 2008)

4.4.3. Medidas de accesibilidad basadas en la calidad del entorno peatonal

A la vista de todo lo descrito anteriormente en referencia a los componentes de los entornos peatonales que intervienen en la accesibilidad, sería lógico pensar que un entorno cuyas características sean favorables a la movilidad peatonal es un entorno que pueden generar más atracción hacia la parada de transporte público, más allá de la concepción de la tradicional medida de accesibilidad basada en una distancia peatonal preestablecida en función del modo de transporte (El-Geneidy et al., 2014; Olszewski & Wibowo, 2005; Rodríguez, Brisson, & Estupiñán, 2009). Siguiendo este razonamiento, un entorno urbano de calidad puede dar lugar

a que la distancia peatonal aceptable al transporte público se incremente (Gehl, 1971; Park, Deakin, & Jang, 2015). Del mismo modo, esta concepción basada en la calidad del entorno permitiría que en los entornos peatonales las medidas basadas en la infraestructura, como los niveles de servicio, presenten mejores niveles de servicio peatonal lo que tendrá como resultado un mayor uso del transporte público (Estupiñán & Rodríguez, 2008).

Bloque III

METODOLOGÍA GENERAL

Índice

| | |
|--|----|
| BLOQUE III: METODOLOGÍA GENERAL | 55 |
| CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA | 57 |
| 5.1. Revisión de las figuras de planificación | 59 |
| 5.2. Revisión conceptual | 59 |
| 5.3. Medidas analíticas | 60 |
| 5.4. Diseño metodológico | 61 |
| CAPÍTULO 6: ÁMBITO DE TESTEO | 63 |
| 6.1. La ciudad | 66 |
| 6.2. Movilidad urbana y proyecto de metro ligero | 71 |
| 6.3. Los entornos de movilidad | 80 |

capítulo 5
Metodología

5.

58

Como ya se plantea en la introducción, la metodología empleada en esta tesis intenta responder a la complejidad de las cuestiones urbanas, especialmente aquellas que atañen al peatón y sus desplazamientos en el entorno urbano.

Puesto que se trata de una tesis como compendio de publicaciones, el capítulo de metodología es, probablemente, algo diferente al que pueda encontrarse en una tesis monográfica, ya que cada uno de los artículos presentados incluye su propia metodología para alcanzar los objetivos específicos planteados en cada trabajo. Si bien en la normativa que afecta a esta tesis no se establece qué contenido ha de incluir el capítulo de metodología, nosotros hemos optado porque este capítulo recoja de forma transversal lo planteado en los artículos y cómo cada uno de ellos responde a su vez a una metodología de orden superior para resolver la tesis en su conjunto.

Así pues, esta tesis está conformada por la revisión de las figuras de planificación, las revisiones conceptuales, que finalmente convergen en el diseño de metodologías, con el objetivo de obtener una visión holística sobre la materia. A continuación se detalla cada uno de ellos en el mismo orden de aparición en la tesis.

5.1 . Revisión de las figuras de planificación

Como punto de partida resultaba imprescindible conocer en qué punto se encuentra la planificación respecto a la integración del transporte y la relación peatón-entorno. Por ello, el Capítulo 7 parte, como introducción y contexto, del análisis de las estrategias para la integración entre los instrumentos de planificación en diversos ámbitos y escalas. Con esta finalidad, se contrasta la planificación (metropolitana, urbanística y de la movilidad) con los propios proyectos de metro ligero de Granada, Málaga y Sevilla. El análisis se enmarca en el ámbito territorial andaluz en el que surge la investigación que sirve de estímulo para la evaluación de la relación entre transporte público y desarrollo urbano, que a su vez fomenta en esta tesis doctoral la finalidad de

vislumbrar innovaciones estratégicas e instrumentales a las que pueda dar lugar un modo de transporte con alto potencial de integración urbana, como el metro ligero.

5.2 . Revisión conceptual

Los artículos 1 y 2 (Capítulo 7 y 8 respectivamente) llevan a cabo revisiones del estado del arte respecto a diferentes conceptos relacionados con la accesibilidad. Estas revisiones pretenden ahondar en el conocimiento de la accesibilidad como estrategia de integración identificada en la revisión de las figuras de planificación (Capítulo 7). Por un lado, el **Artículo 1** analiza el estado del arte respecto al concepto de distancia peatonal, sus variaciones según el modo analizado, los tipos de medida y los factores vinculados, todo ello con el objetivo de evaluar sus implicaciones en la accesibilidad peatonal al transporte público y su integración. Con tal finalidad, mediante una búsqueda por concepto, se analizan las referencias existentes en las bases de datos Scopus y Web of Science. Además, se lleva a cabo un análisis de palabras claves mediante el lenguaje de programación Python, permitiendo procesar el total de palabras clave utilizado en el conjunto de artículos y ver las relaciones entre ellas. Los resultados de esta revisión han sido la base para un análisis conceptual en profundidad sobre los factores que son considerados en la movilidad peatonal (Artículo 2), así como la base para analizar la distancia peatonal a las paradas de metro ligero en función de la calidad del entorno peatonal (Artículo 7). Si bien el contenido del artículo fue trabajado previamente, resultaba necesario enfatizar (mediante otro artículo complementario) las tendencias en las distintas medidas de la distancia peatonal y sus repercusiones.

El **Artículo 2** evalúa, mediante el análisis del estado del arte en la bibliografía especializada, las diferentes perspectivas, dimensiones y factores que intervienen en la movilidad peatonal. Para ello se lleva a cabo una revisión basada en palabras clave en las bases de datos de Scopus y Web of Science, y se analiza, a través del contenido de cada artículo, la perspectiva y factores que consideran los auto-

res. Esta revisión permite identificar los factores del entorno urbano más relevantes respecto a la movilidad peatonal y por extensión a la accesibilidad peatonal, y establece la base de los artículos que componen el capítulo 9 (Artículo 5, 6, 7). Al igual que sucedía en el artículo 1, el contenido de este artículo fue trabajado desde el comienzo de la tesis, pero resultaba conveniente resaltar el estado del arte respecto a los factores que influyen en la movilidad peatonal y la peatonalidad.

Ambas revisiones del estado del arte realizadas en los Artículos 1 y 2, han permitido, como se ha mencionado anteriormente, sentar las bases sobre las cuales proceder con los métodos empíricos-analíticos de los posteriores artículos, tal y como se recoge en el epígrafe siguiente.

5.3. Medidas analíticas

Las medidas analíticas constituyen la base de los artículos 3 y 4. Antes de proceder a comentar las medidas empleadas en cada uno de ellos conviene diferenciar los tipos de medidas para el análisis del entorno urbano. Según Brownson, Hoehner, Day, Forsyth, & Sallis (2009) es posible agrupar las medidas del entorno urbano en tres tipos:

- El primer tipo de medidas es el denominado, **medidas de percepción** del entorno urbano, según las cuales son los propios individuos los que responden a cuestiones sobre el entorno urbano, ya sea por medio de cuestionarios, entrevista con expertos, paneles Delphi u otros. El principal inconveniente de este tipo de medidas es el bajo número de respuestas obtenidas, que está directamente relacionado con la extensión de los cuestionarios.
- El segundo tipo de medidas son las **medidas observacionales**, también conocidas como auditorías. Este tipo de medidas se llevan a cabo mediante instrumentos y protocolos para evaluar el entorno físico desde la observación. La principal contrapartida de este tipo de medida se encuentra en los elevados recursos necesarios (temporales y de personal) para auditar las distintas calles o segmentos de calle.

- El tercer tipo de medidas corresponde a **medidas basadas en los SIG** (Sistemas de Información Geográfica). Este tipo de medidas hacen referencia a todas aquellas cuestiones del entorno urbano que tengan una componente espacial. En este sentido es frecuente encontrar, bajo esta tipología, análisis de densidades de población, diversidad de usos del suelo, medidas de accesibilidad o patrones de calles. A pesar de la revolución que este tipo de medidas ha supuesto en el ámbito de las diferentes disciplinas, su uso puede requiere de recursos temporales y económicos elevados.

Una vez descritos brevemente los tres tipos de medidas del entorno urbano se puede apreciar que cada una de ellas tiene su contexto de utilidad, sus ventajas e inconvenientes. Por ello, la tesis se nutre de los tres tipos de medidas, intentando lograr un efecto sinérgico entre ellas a la vez que se intenta minimizar los costes individuales de la implementación en conjunto.

En este sentido, el **Artículo 3** (Capítulo 8) desarrolla principalmente medidas basadas en los SIG y de manera secundaria se apoya en medidas fruto de la observación del propio autor de esta tesis. En este artículo, además del software ArcGIS 10 de ESRI se contó con la ayuda del software DepthMap desarrollado por Alan Penn en el Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) de la University College of London. Con este software se llevó a cabo un análisis de la influencia de la estructura urbana en la movilidad del peatón siguiendo la Teoría del Movimiento Natural desarrollada en el contexto del Space Syntax (Hanson & Hillier, 1984), teoría bajo la que se han analizado aspectos como la conectividad, la integración o la profundidad visual.

El **Artículo 4** (Capítulo 8) aplica las medidas de percepción, aunque considerando, complementariamente, medidas tanto observacionales como basadas en los SIG. Más específicamente, el artículo 4 se basa en el diseño de una encuesta sobre la movilidad peatonal, hecho que le da el carácter de medida de percepción aunque se introducen bloques de preguntas basadas en preferencias de ruta y preferencia visual. Las preguntas sobre preferencia de ruta permiten indagar en la relación entre forma urbana y elección de ruta por parte del encuestado, mientras que el bloque de preguntas sobre prefe-

rencia visual permite, a través de fotografías, que el encuestado lleve a cabo una auditoría sobre diversos factores de las calles fotografiadas. La encuesta fue creada online mediante la plataforma LimeSurvey y posteriormente fueron analizadas las respuestas con los programas estadísticos IBM SPSS 20.0 y GNU PSPP.

En los artículos 5, 6 y 7 se emplean medidas analíticas. No obstante, se comentan en el siguiente apartado, ya que la aportación principal en dichos artículos es el diseño y aplicación de una metodología propia.

5.4. Diseño metodológico

Los artículos 5, 6 y 7 presentan el diseño de metodologías, siendo este el objetivo principal en el artículo 5, mientras que en los artículos 6 y 7 se presenta de manera secundaria al desarrollar herramientas basadas en la metodología diseñada en el artículo 5 y aplicadas en diferentes contextos relacionados con la accesibilidad al transporte público.

El **Artículo 5** (Capítulo 9) desarrolla una metodología denominada *Caracterización Peatonal de Entornos de Movilidad* (CPEM). Esta metodología se fundamenta principalmente en medidas SIG y complementadas con medidas de observación desarrolladas en los artículos previos. Esta metodología permite evaluar los entornos de movilidad desde el punto de vista de su calidad para satisfacer las necesidades del peatón respecto de caminar, como son la accesibilidad (física), seguridad, confort y atractivo. La calidad de los entornos es evaluada en función de estándares y recomendaciones para cada uno de los factores analizados.

Por su parte, el **Artículo 6** (Capítulo 9) aplica la metodología desarrollada en el artículo 5 a una de las herramientas más extendidas en el ámbito del transporte: los Niveles de Servicio (LOS), que tuvo su origen en Estados Unidos y que posteriormente se adaptó al peatón (P-LOS). En la tesis se realiza una adaptación de los niveles de servicio, median-

te la caracterización de la calidad peatonal del entorno, diseñando así la herramienta denominada Q-PLOS (Quality of Pedestrian Level of Service), que permite evaluar de forma comparativa la integración espacial de diferentes paradas de transporte público desde la calidad del entorno para el peatón, fomentando así la accesibilidad. Para evaluar la calidad de los entornos de parada se analizan diferentes factores relativos a las necesidades respecto de caminar y se define su calidad por medio de umbrales de calidad. Finalmente, mediante la ponderación de cada uno de los factores evaluados según el valor que le otorga la población, se obtienen valores agregados de calidad.

El **Artículo 7** (Capítulo 9) por su parte lleva a cabo una aplicación de la metodología CPEM (Artículo 5) a la generación de Áreas de Servicio de las paradas de transporte público bajo la denominación de Q-WD (Quality of Walking Distance). Para ello se tienen en cuenta como base la medida de la distancia peatonal evaluada según encuesta como más propicia para que tenga lugar la integración del transporte público (Artículo 1) y la preferencia de la población recogida en el artículo 4. De este modo, el análisis de la calidad de los factores del entorno urbano y de los aspectos del entorno social muestra cómo se modifica la distancia peatonal en función de las características poblaciones y del propio entorno, pudiendo dar lugar a un aumento de la distancia peatonal que la población está dispuesta a recorrer para acceder a las paradas de transporte público.

A modo de síntesis de la metodología general de la tesis la Tabla 5.1 recoge las diferentes metodologías y medidas seguidas según el artículo.

Tabla 5.1.
Resumen de las metodologías seguidas en los artículos.

| Cap | Art | Descripción | Tipo de metodología | Tipo de medida | Escala | Fuentes | Software específico |
|-----|-----|--|-----------------------|--|-----------------------------|--|---|
| 7 | 1 | Distancia peatonal | Revisión | Palabras clave | Urbana | Scopus Web Of Science | Python |
| | 2 | Movilidad peatonal | Revisión | Palabras clave | Urbana | Scopus Web Of Science | |
| 8 | 3 | Configuración espacial | Analítica | • SIG | Urbana Entorno parada | Catastro | DepthMap ArcGIS 10 |
| | 4 | Encuesta percepción | Analítica | • Percepción • Observación • SIG | Urbana Detalle | Elaboración propia | LimeSurvey SPSS GNU PSPP ArcGIS 10 |
| | 5 | Calidad Peatonal del Entorno de Movilidad (CPEM) | Diseño de metodología | • Observación • SIG | Entorno parada | Catastro Mapa de Ruido Elaboración propia | ArcGIS 10 |
| 9 | 6 | Quality Pedestrian Level of Service (Q-PLoS) | Diseño de metodología | • Percepción • Observación • SIG | Entorno parada | Catastro Elaboración propia | ArcGIS 10 |
| | 7 | Quality of Walking Distance (Q-WD) | Diseño de metodología | • Percepción • Observación • SIG | Entorno parada | Catastro Elaboración propia | ArcGIS 10 QGIS |

Fuente: elaboración propia

capítulo 6
Ámbito de testeo



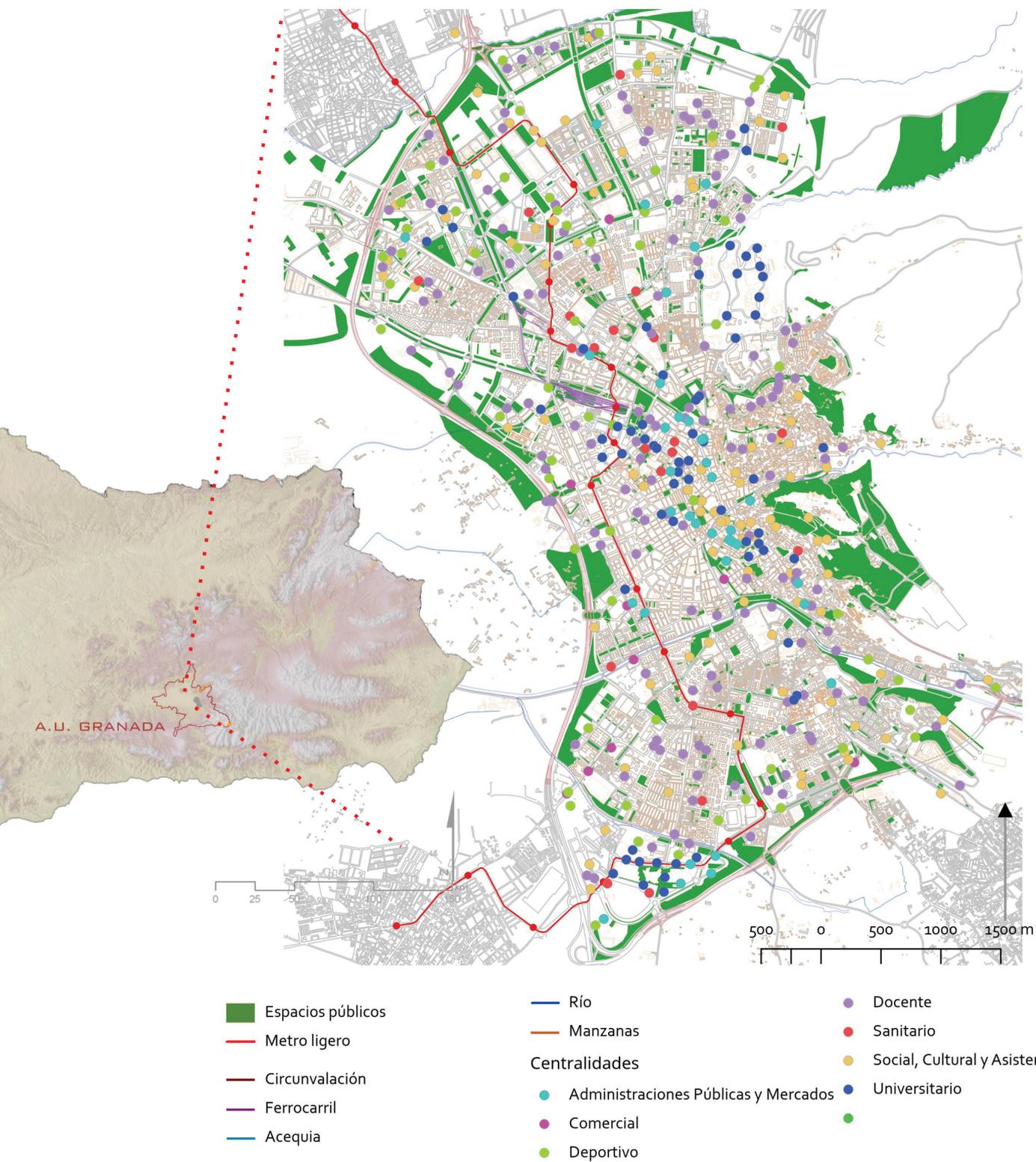


Figura 6.1. Marco general del ámbito de testeo: espacios públicos, centralidades y ejes estructurantes
Fuente: elaboración propia.

Se ha escogido la ciudad de Granada como núcleo urbano de testeo, del que se ha obtenido la información tanto de la población como del entorno urbano, así como para la aplicación de la metodología diseñada en la tesis (Figura 6.1). Granada se ha seleccionado por su tamaño: se encuentra en el rango de ciudades medias, con una población de 235.800 habitantes, con un diámetro de unos 7 kilómetros, y una distancia media al centro de 3 kilómetros. La longitud de calles peatonales es de unos 106 kilómetros sobre un longitud total de la red de 506 kilómetros (Ayuntamiento de Granada, 2013). Además, cabe reseñar algunos datos, como por ejemplo, el hecho de que el 80% de los desplazamientos peatonales tienen una duración inferior a 20 minutos; que el centro de la ciudad es la zona que recibe gran parte de los flujos peatonales de la ciudad; y que los diferentes barrios poseen, en general, niveles altos de autonomía en base a la distribución de servicios (Ayuntamiento de Granada, 2013). Todos estos hechos que favorecen la existencia de una movilidad local basada en la figura del peatón. Además, el sistema de transporte público está experimentando un proceso de reestructuración motivado por la puesta en marcha (probablemente en Septiembre de 2017) de una línea de metro ligero que pretende convertirse en un modo de transporte que estructure la movilidad en la ciudad y disminuyendo

el uso del vehículo privado. El proyecto de metro ligero recorre la ciudad de Granada de norte a sur, conectando, a lo largo de sus 16 kilómetros, con las principales centralidades urbanas y metropolitanas (hospitales, estaciones de autobuses y ferrocarril o universidad, entre otros) y los principales núcleos del cinturón metropolitano (Albolote, Maracena y Armilla). Este contexto de reestructuración de la movilidad urbana y metropolitana, unido a la capacidad de regeneración urbana que se le atribuye a este modo de transporte, supone una oportunidad y momento único para evaluar su integración a nivel de paradas, su relación con el entorno urbano y la accesibilidad peatonal.

Una vez realizada esta introducción sobre la oportunidad e idoneidad del “Laboratorio Granada” como ámbito de testeo, los epígrafes siguientes profundizan sobre diferentes aspectos y procesos acontecidos en la ciudad y que son clave para entender las aportaciones de los diferentes artículos que componen esta tesis.

6.1 . La ciudad

La ciudad se localiza en el borde oeste de la depresión de Granada, intersectada por el río Genil y por dos de sus afluentes; el Beiro y el Darro, hecho que ha sido determinante en su desarrollo urbano. La ciudad tiene un diámetro norte-sur de unos 7 kilómetros, mientras que la distancia este-oeste es menor (3 kilómetros).

La estructura urbana de Granada está marcada por el gran desarrollismo que tuvo lugar en la ciudad a partir de los años 60, que se tradujo en una expansión urbana caótica y donde aparecen nuevos barrios al norte, sur y oeste de la ciudad que asedian el casco antiguo. Es entonces cuando se levantan tres barreras entre la ciudad y la Vega, correspondientes a la calle Pedro Antonio de Alarcón, camino de Ron-

da y calle Arabial (Barrios Rozúa, 2002). Esta expansión da lugar a una estructura urbana en la que los barrios-islas del Zaidín y la Chana quedan conectados a la ciudad de forma poco integrada. Además, la ciudad empieza a sufrir episodios de grandes atascos, se suprimen los tranvías y se abren un gran número de calles, eliminando también el arbolado para proveer de más espacio al vehículo privado.

Respecto a la población de Granada, según las últimas cifras oficiales del Instituto Nacional de Estadística (INE) la ciudad mantiene una evolución regresiva desde mediados de los años noventa, con una fuerte pérdida entre 1999 y 2009; algo más de diez mil habitantes (-4,3%) (Instituto Nacional de Estadística, 2017). Actualmente, según el Instituto

de Estadística y Cartografía de Andalucía (2016), Granada cuenta con una población de 234.758 habitantes y una superficie total de 87,93 Km², la densidad del municipio asciende a 2.664 hab/km² o 10.750 hab/km² si se considera únicamente el suelo urbano. No obstante, analizando la densidad de población por secciones censales se puede apreciar (Figura 6.2) cómo la mayor densidad de población se concentra en el centro de la ciudad, así como en los barrios del Zaidín y la Chana, principalmente.

De igual forma, las actividades económicas (Figura 6.3) se concentran en la zona Centro y a lo largo del eje Camino de Ronda, así como en la zona de Zaidín y Chana. Portanto, atendiendo a la densidad de población y a la densidad de actividades económicas, las zonas de Camino de Ronda, Centro, Chana y Zaidín resultan interesantes desde el punto de vista de la densidad.

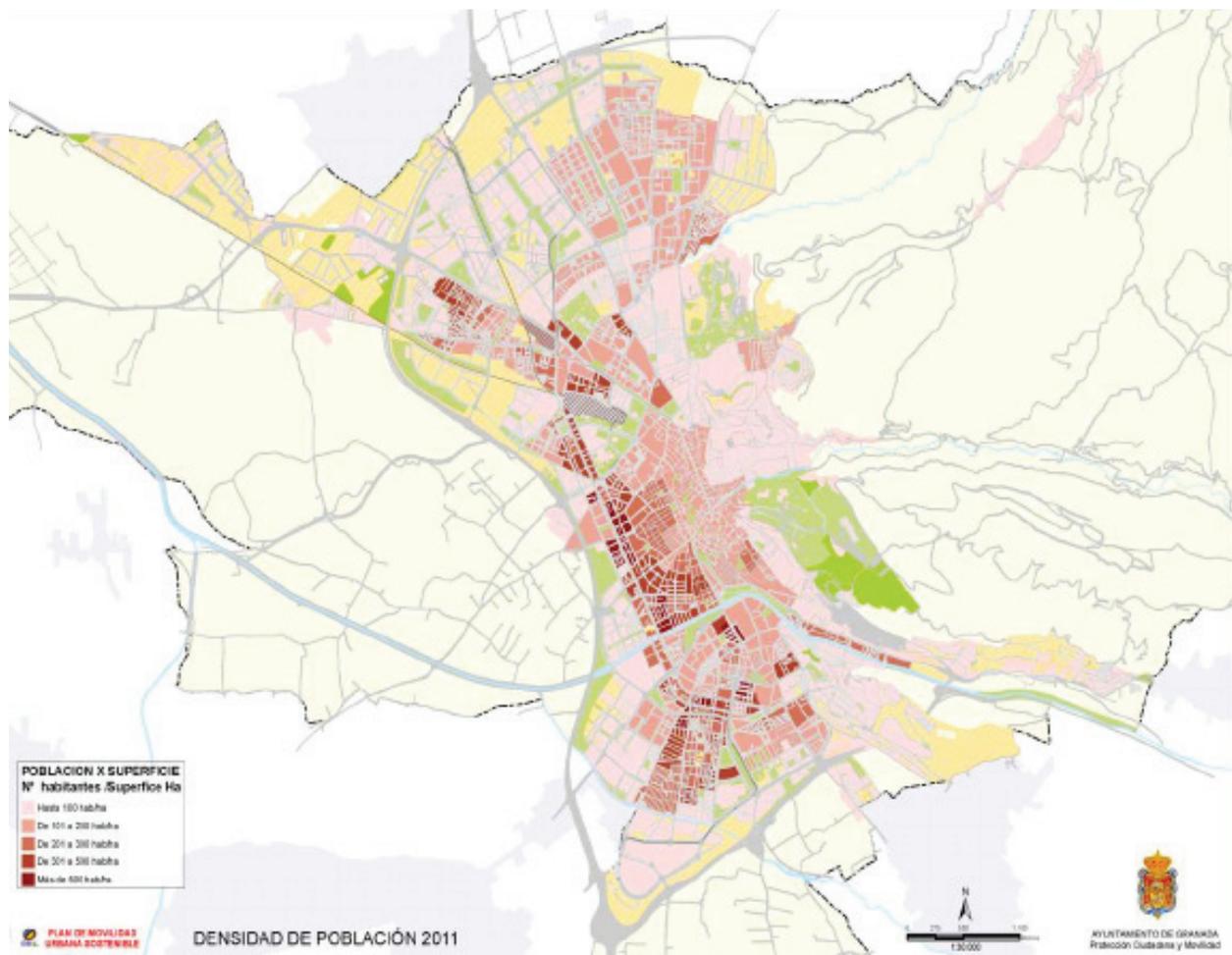


Figura 6.2. Densidad de población.
Fuente: Ayuntamiento de Granada (2013)

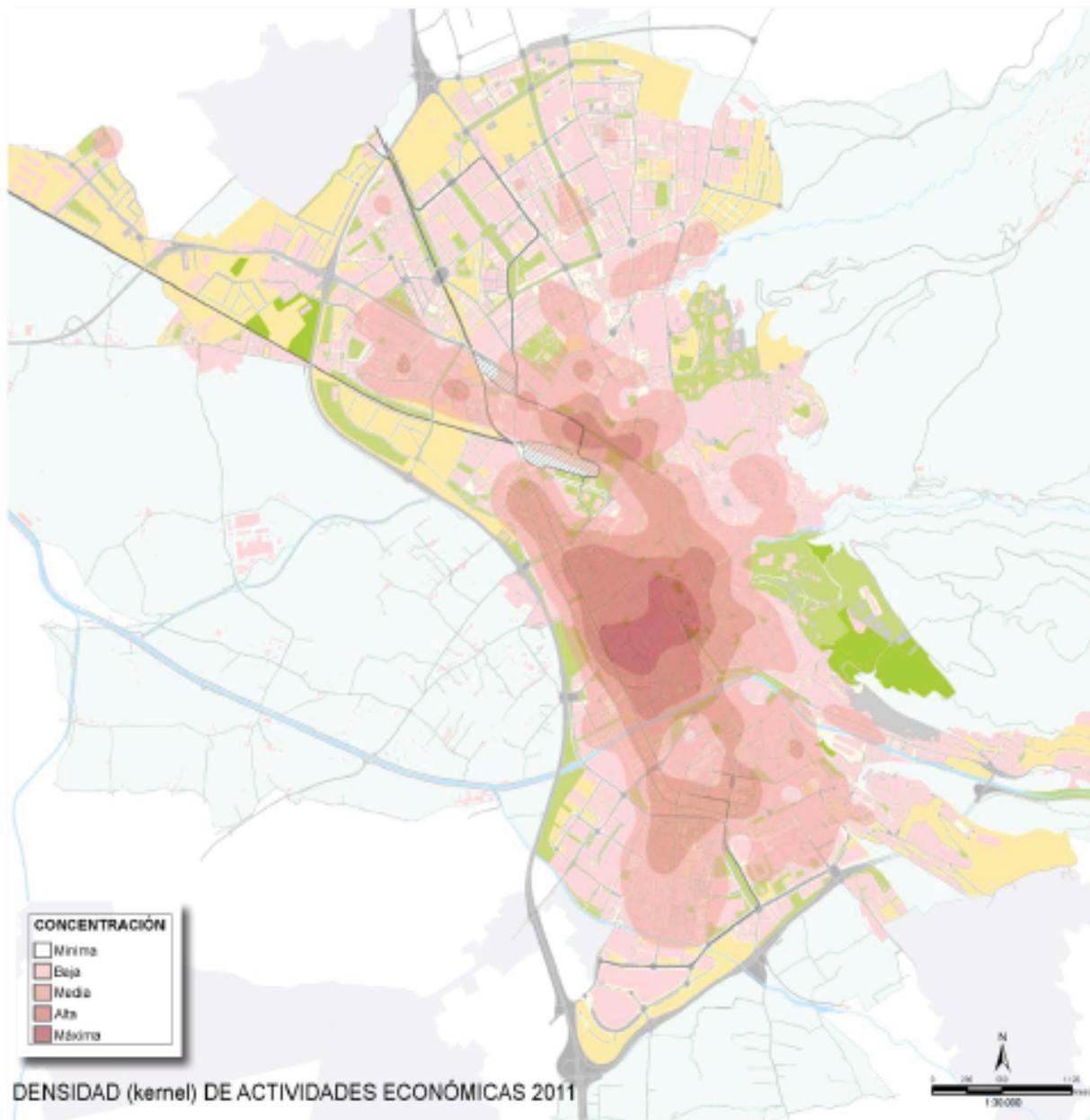


Figura 6.3. Densidad de actividades económicas.
Fuente: Ayuntamiento de Granada (2013)

Respecto a los usos del suelo (Figura 6.4), se puede observar cómo el centro de Granada está más asociado a usos residenciales y cómo a medida que aumenta la distancia al centro, lo hace también la superficie de usos de equipamientos, espacios libres, terciario o institucional privado. Merece la pena comentar brevemente algunas características sobre el sistema de espacios libres (Figura 6.5) dado el valor que tienen dichos espacios para la socialización, el intercambio cultural y comercial. Los espacios libres se distribuyen principalmente en la

periferia de la ciudad, con mayor intensidad en la zona norte, sin embargo es reseñable que muchos de estos espacios libres que señala el Plan General de Ordenación Urbana -PGOU- (Ayuntamiento de Granada, 2001) tienen un carácter lineal asociado a vías y líneas férreas. Por otra parte, se aprecia también que los espacios libres de mayor tamaño y que por tanto tienen mayores funciones asociadas se encuentran todos a los pies de la circunvalación, haciendo por tanto que su accesibilidad y beneficio para la población sea menor.

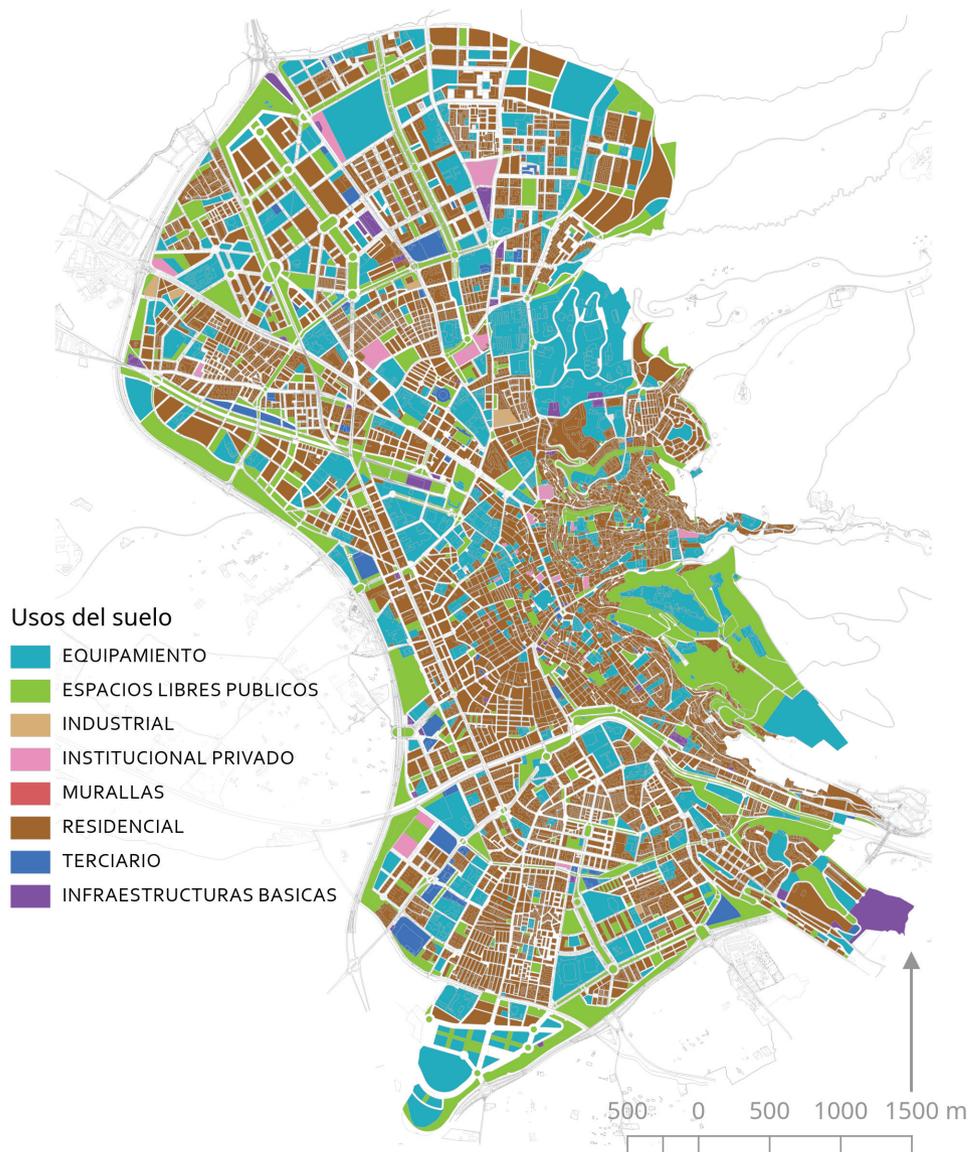


Figura 6.4: Usos del suelo.
Fuente: elaboración propia a partir del PGOU2001

A la vista de los datos sobre actividades económicas y distribución de los usos del suelo, cabe destacar que, si bien las zonas de Camino de Ronda, Zaidín y Chana presentan una menor diversidad de usos en términos de parcelas, en estas zonas tiene lugar una fuerte concentración y diversidad de actividades comerciales en los bajos comerciales de los edificios, lo que va a dar lugar a una fuerte movilidad por proximidad, como se muestra en el siguiente epígrafe.



Figura 6.5: Sistemas de espacios libres.
Fuente: elaboración propia a partir del PGOU 2001

6.2. Movilidad urbana y proyecto de metro ligero

En los años 60, con la popularización del vehículo privado, el sistema de tranvías existente se abandonó, hecho que poco a poco dió lugar a problemas de tráfico. Para atajar estos problemas se llevaron a cabo propuestas de remodelación urbana para dar más espacio al vehículo privado. Sin embargo, el problema persistió, por lo que se llevó a cabo la creación de una circunvalación que se justificó, en aquel momento, como la solución a los problemas de la ciudad, pero que finalmente se convirtió en un proyecto agravante más que resolutivo (Barrios, 2002) y que además supuso una barrera en la relación de la ciudad con la Vega.

En la historia urbana de Granada (Barrios Rozúa, 2002) aparecen claras alusiones a la expansión en el uso del automóvil y su efecto en la ciudad. Algunos de los ejemplos más destacados son el desarrollo de la trama de Gran Vía de Colón, el Camino de Ronda o la primera circunvalación (A-44). Por otra parte, del mismo modo en que el vehículo privado se hegemonizó como medio de transporte y permitió una mayor expansión en el desarrollo urbano, no tardarían en aparecer las consecuencias negativas del uso de este medio de transporte, como es el colapso de las vías (Figura 6.6).

En el último Informe del Observatorio sobre la Movilidad Metropolitana (Monzón, Cascajo, Díaz, & Barberán, 2016) la motorización en la ciudad de Granada se sitúa en cuarta posición en turismos (4,60 / 1000 hab.) y segunda en motos y ciclomotores (179 / 1000 hab.). Aunque estos datos varían en función del distrito considerado, siendo las cifras más elevadas para el distrito de Ronda (18,5%) pero el mayor índice de motorización se encuentra en distrito Beiro (553 turismos x 1000 habitantes) (Ayuntamiento de Granada, 2013). Además, según indica el Plan de Ordenación Territorial de la Aglomeración Urbana de Granada (Consejería de Obras Públicas y Transporte, 2005), la aglomeración posee una tasa de movilidad elevada, de 2,5 viajes por persona, superiores a las registradas para grandes aglomeraciones como las de Málaga (2,35), Sevilla (2,34) o Valencia (2,35). Por otra parte, respecto al

reparto modal de los viajes que tienen lugar en la ciudad, el 53% se realizan a pie, el 17,3% en transporte público y el 32,2% en vehículo privado.



Figura 6.6. Retenciones en la entrada de Méndez Nuñez.

Fuente. Elaboración propia

Ante la presencia masiva del vehículo privado en la ciudad de Granada, a lo largo del tiempo se han llevado a cabo diversos planes con los que frenar la presencia masiva del vehículo privado en el centro de la ciudad y barrios de ensanche. El Plan de Movilidad de la Zona Centro de Granada (Ayuntamiento de Granada, 1995) desarrolló una reordenación del tráfico en algunas zonas del centro histórico, haciéndolas de uso exclusivo para residentes, peatonalizándolas o reurbanizándolas, dado que el tráfico en estas zonas no favorecía la calidad ambiental adecuada a un área histórica e interrumpía "funcionalmente" los itinerarios peatonales de la ciudad histórica. Además, en las zonas centrales el transporte público comenzó a perder eficacia a causa de la congestión y los peatones encontraron muy deterioradas sus condiciones de desplazamiento. En definitiva los problemas de tráfico no sólo deterioraban las condiciones de habitabilidad sino que dificultaban de forma determinante la accesibilidad al centro en modos de transporte alternativos. En este contexto, se propuso la implantación de una línea de metro ligero que diera solución al colapso de las vías urbanas. Al mismo tiempo, el Plan de Mo-

vilidad Urbana Sostenible ha realizado la propuesta de una jerarquía viaria (Ayuntamiento Granada, 2013) con la intención de pacificar las calles para fomentar el transporte público y no motorizado frente al vehículo privado.

Profundizando en la movilidad urbana de Granada, el diagnóstico del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) (Ayuntamiento de Granada, 2013) indica que los desplazamientos en día laborable en el contexto urbano ascienden a 595.027. Del total de desplazamientos que se producen a diario, el 29,5 % se produce por motivo de trabajo, seguido por motivo de ocio (19,5%), estudios (18,4%), compras (18,1 %), sanidad (4,4%) y otros motivos (10,0%). Estos desplazamientos tienen lugar mayoritariamente a pie (53,7%), autobús urbano (20,3%), coche (19,2%), y posteriormente y en menor medida en moto (4,3%), en taxi (0,8%) y en bicicleta (0,4%). Estos datos muestran cómo el porcentaje de desplazamientos en vehículo privado supera a los desplazamientos en transporte público.

Por otra parte, y respecto a la distribución de la movilidad peatonal, esta se concentra de forma notable en las zonas centrales (Figura 6.7) y sur de la ciudad, entre las que destaca la zona de Camino de Ronda que se mantiene con una alta concentración de desplazamientos peatonales tanto en calidad de origen como de destino y con independencia del motivo del desplazamiento. Por otra parte, mientras que la zona de Fuentenueva atrae movilidad peatonal, las zonas de Zaidín y Cervantes son im-



Figura 6.7. Ilustración cotidiana de movilidad peatonal asociada a usos comerciales en el centro urbano de Granada (Calle Recogidas)
Fuente. Elaboración propia

portantes zonas de origen de desplazamientos a pie (Figura 6.8). En este sentido, las zonas de Camino de Ronda, Zaidín y Cervantes tienen un porcentaje de autonomía funcional cercano al 40% y en ellas se desarrolla una fuerte movilidad de proximidad en la que el 46% de los desplazamientos a pie tienen tiempo inferior a 10 minutos y el 79% es menos a 20 minutos (Ayuntamiento de Granada, 2013).

El proyecto de metro ligero va a conectar los núcleos metropolitanos de Albolote, Maracena y Armilla con la ciudad de Granada con un trazado de aproximadamente 16 kilómetros, a lo largo de los cuales se disponen un total de 26 estaciones de metro (23 en superficie y 3 subterráneas) (Tabla 6.2, Figura 6.9). El trazado y sus paradas conectan con algunas de las principales centralidades urbana y metropolitanas de Granada como son la estación de autobuses, hospital Virgen de las Nieves, estación de ferrocarriles, campus centro de la Universidad de Granada, Palacio de Deportes, campo de fútbol Nuevo Los Cármenes y Campus Tecnológico de la Salud.

Tabla 6.2.
Cuadro resumen metro ligero Granada "Metropolitano"

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Nº de líneas | 1 |
| Longitud total (m) | 15.923 |
| Nº de estaciones | 26 |
| N.º de estaciones soterradas | 3 |
| Estimación de viajeros (mill/año) | 12.9 |
| Pob. servida | 138.248 |
| Duración | 45' |
| Fase | Puesta en marcha |

Fuente: elaboración propia

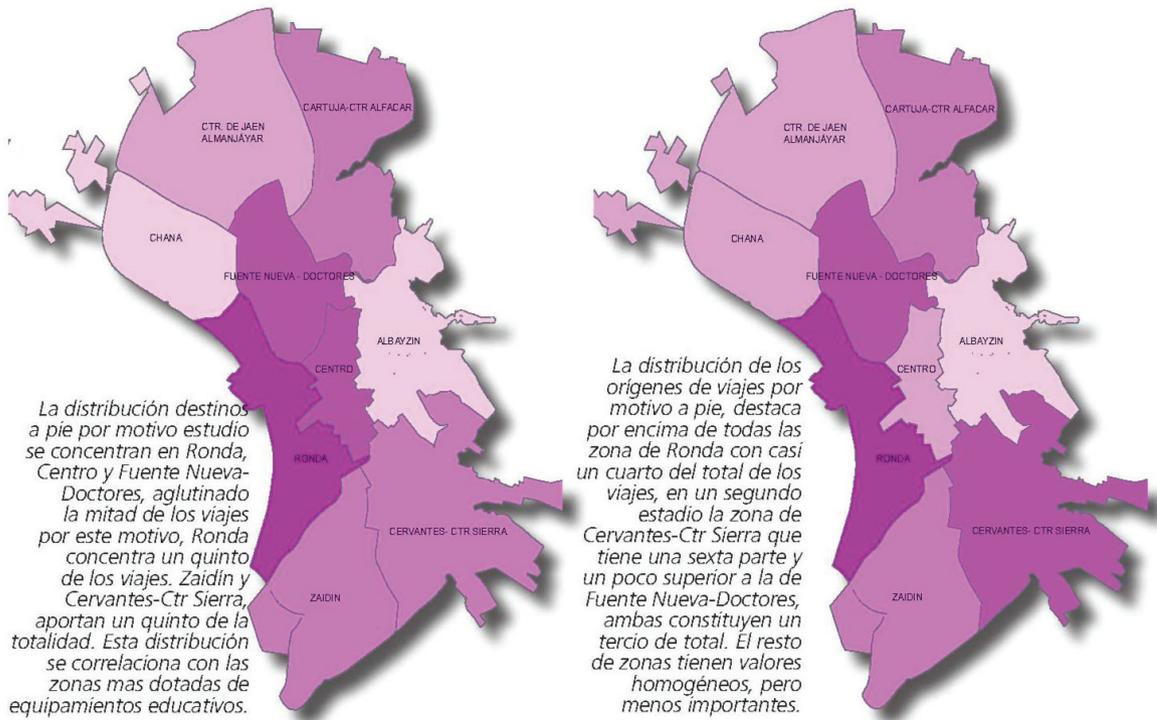
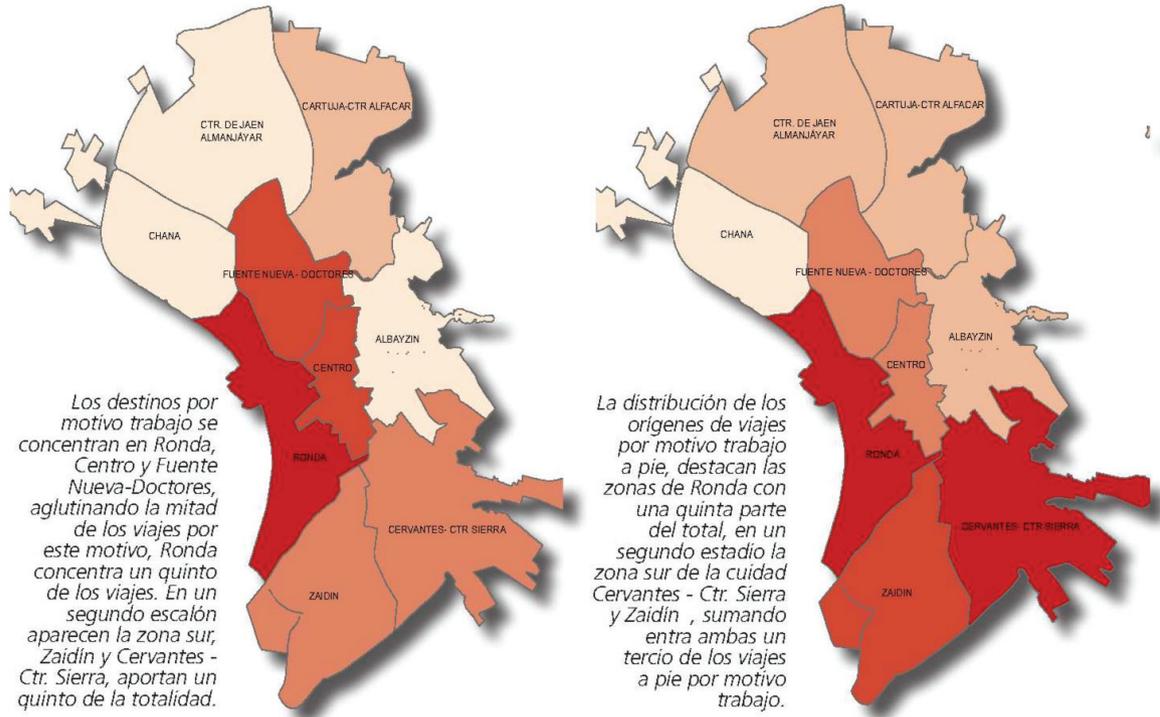


Figura 6.8. Origen y destino de los desplazamientos a pie con motivo de trabajo y estudios.
Fuente. Plan de Movilidad Urbana Sostenible (2013)



Metropolitano
de Granada

Plano Esquemático - Línea 1



Intercambiador de Bus Interurbano



Estación de Autobuses



Conexión con Línea LAC



Parking Disuasorio

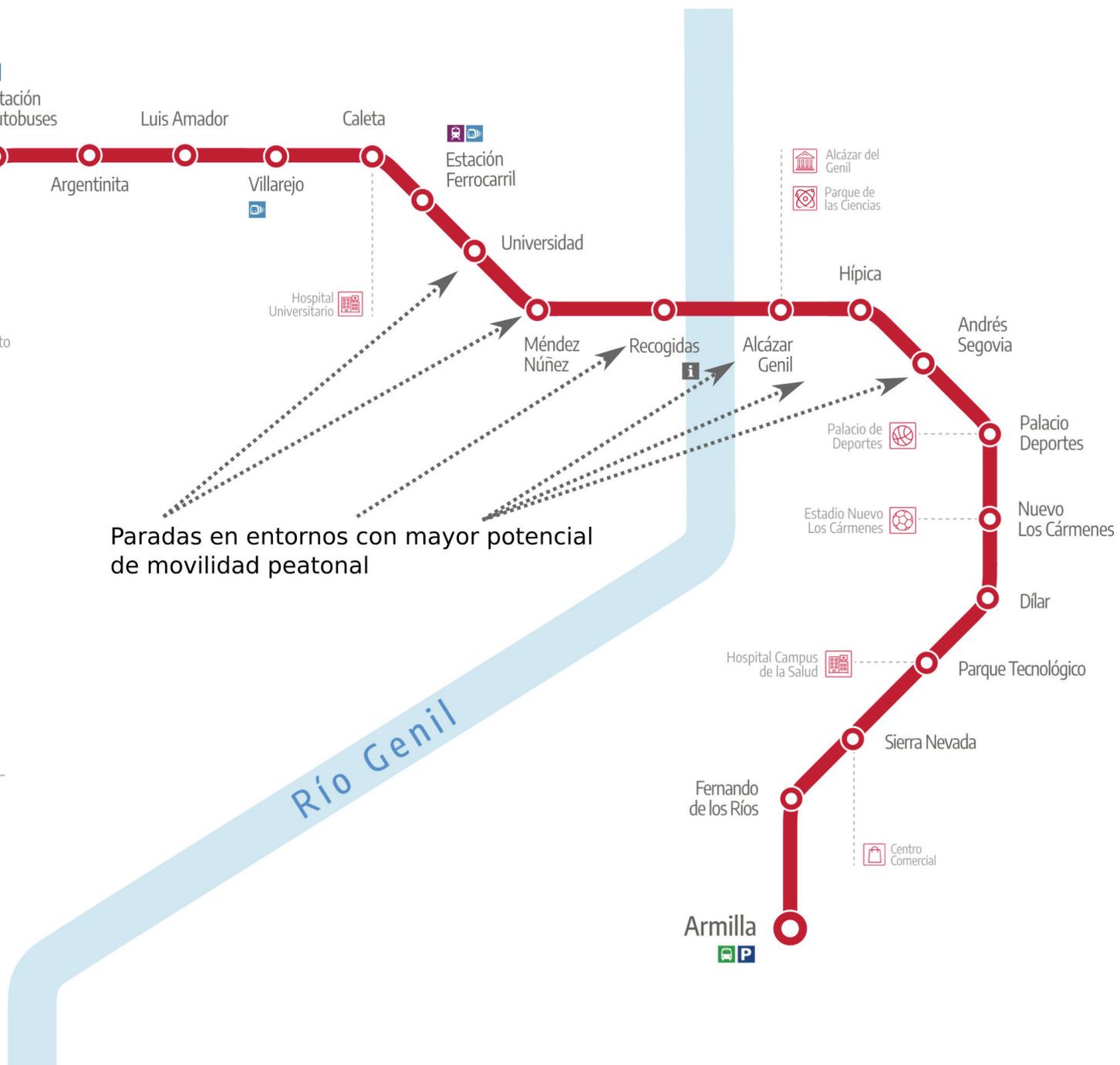


Estación de Ferrocarril y AVE



Punto de Información al Viajero

Figura 6.9. Localización de paradas en entornos con mayor potencial de movilidad peatonal, sobre el plano esquemático del Metropolitano de Granada. Fuente: adaptado a partir de Andreuvv (2017)



Por otra parte, la incorporación de la línea de metro ligero en el conjunto del sistema de transporte de la ciudad va a suponer la remodelación de las líneas de autobuses para un mejor funcionamiento del sistema. En este sentido, las líneas de autobuses metropolitanos que unen Albolote, Maracena y Armilla

con Granada se modificarán casi en su totalidad para alimentar al metro ligero en sus cabeceras. Del mismo modo, aquellas líneas de autobuses urbanos cuyo trazado coincide mayoritariamente con el trazado del metro ligero también se verán modificadas (Figura 6.10 y Figura 6.11).

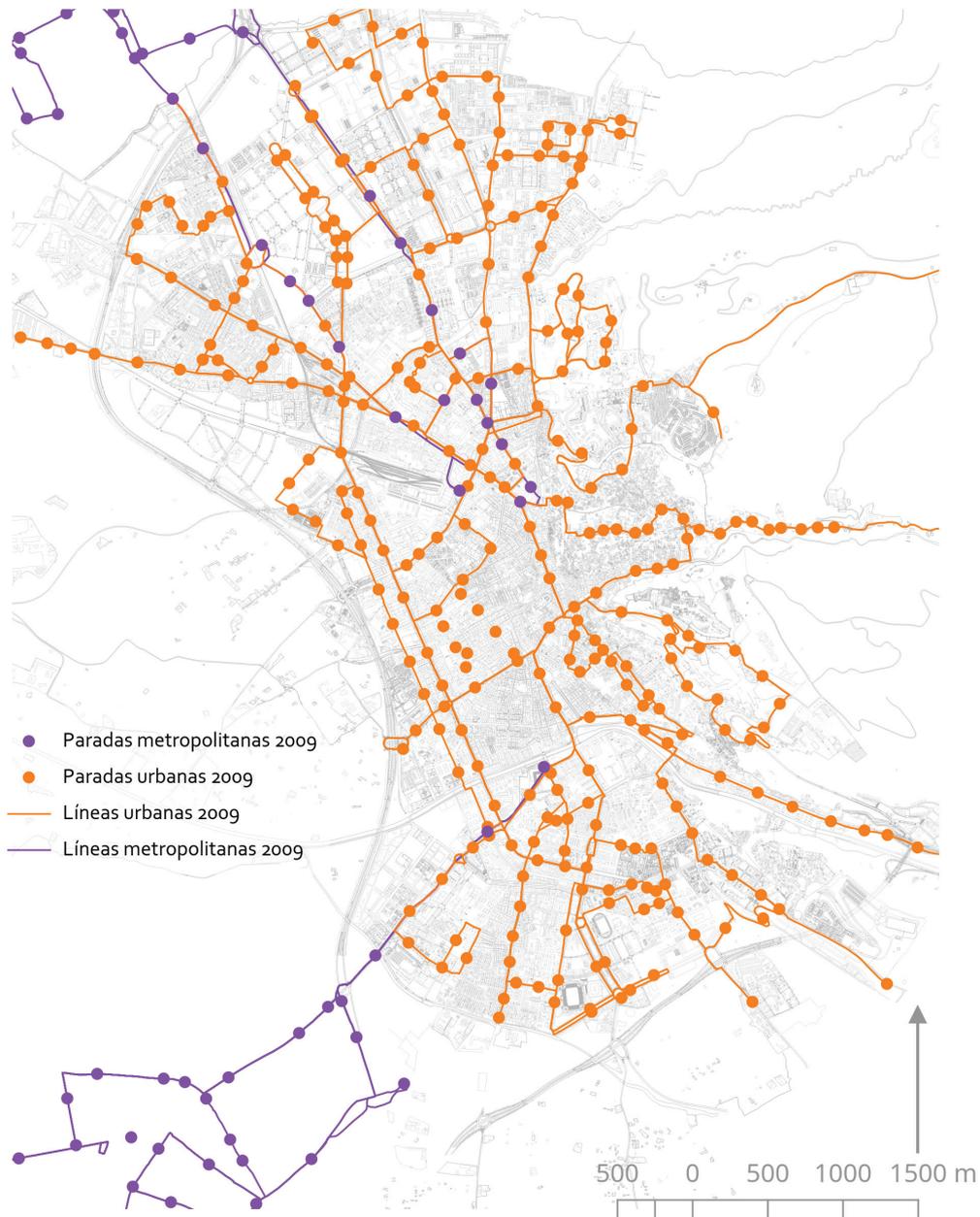


Figura 6.10. Red de transporte antes del Metropolitano.

Fuente: elaboración propia a partir del proyecto del Metropolitano, tomo II: Accesibilidad Intermodal. Valenzuela et al (2010)

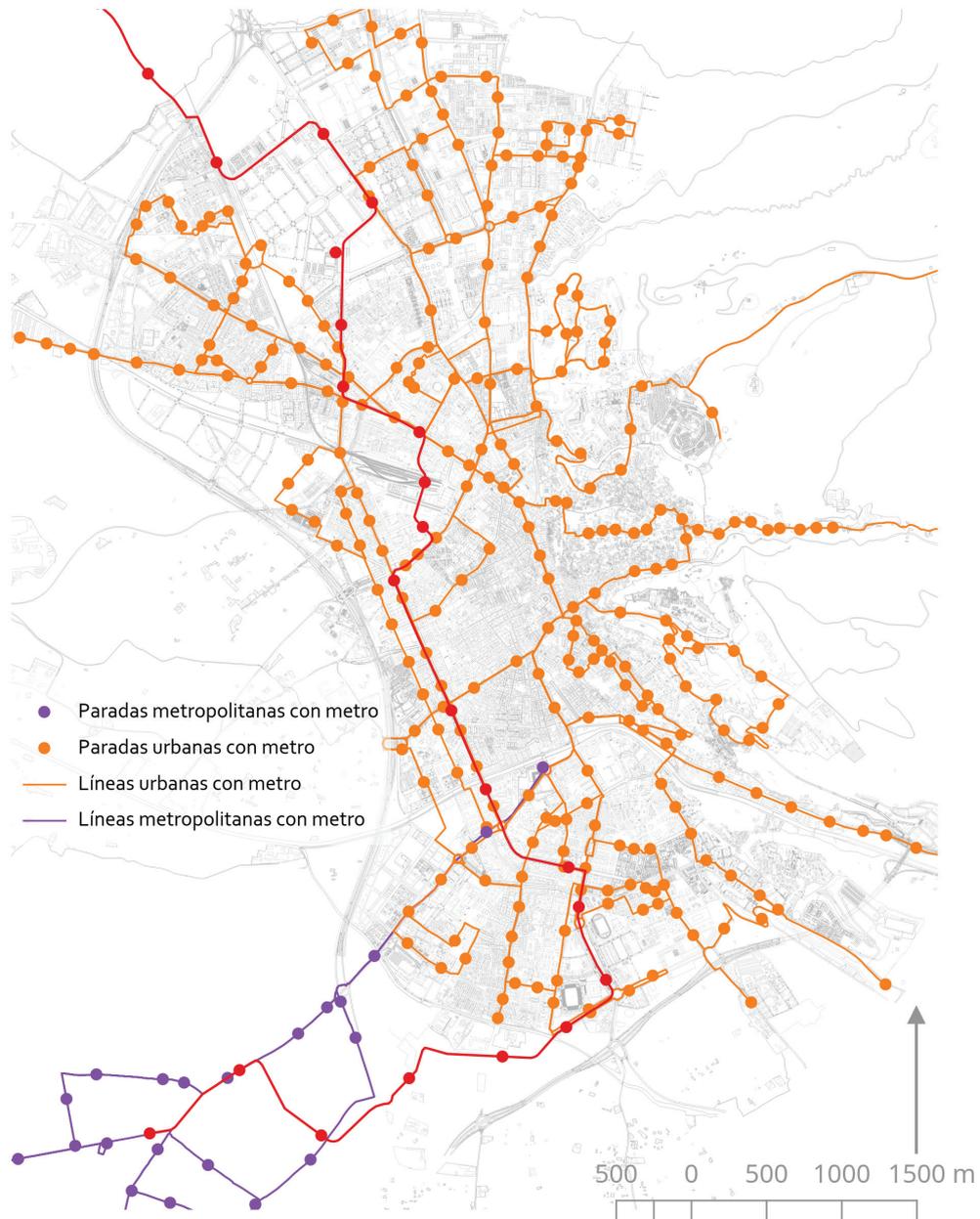


Figura 6.11. Red de transporte con del Metropolitano.

Fuente: elaboración propia a partir del proyecto del Metropolitano, tomo II: Accesibilidad Intermodal. Valenzuela et al (2010)

Esta modificación en la red de transporte público de Granada va a tener, en teoría, importantes beneficios para las secciones censales que se encuentran en el corredor del metro ligero, en las que se registra un incremento de la accesibilidad en transporte público como secciones de origen hacia el resto de secciones y como secciones de destino desde el resto de secciones (Figura 6.12)

Visto lo que supone la incorporación del metro ligero en el sistema de transporte urbano, es necesario entender diversos aspectos relacionados con la in-

tegración urbana del metro ligero en Granada. En este sentido, el trazado del metro ligero transcurre por zonas con diferentes características edificatorias y poblacionales, dando lugar a diferentes entornos de movilidad. No obstante, antes de proceder con la descripción de los entornos de movilidad existentes a lo largo del trazado del metro ligero, resulta interesante comentar algunas características de la estructura urbana de Granada. Con esta finalidad, y tomando como base la teoría de Space

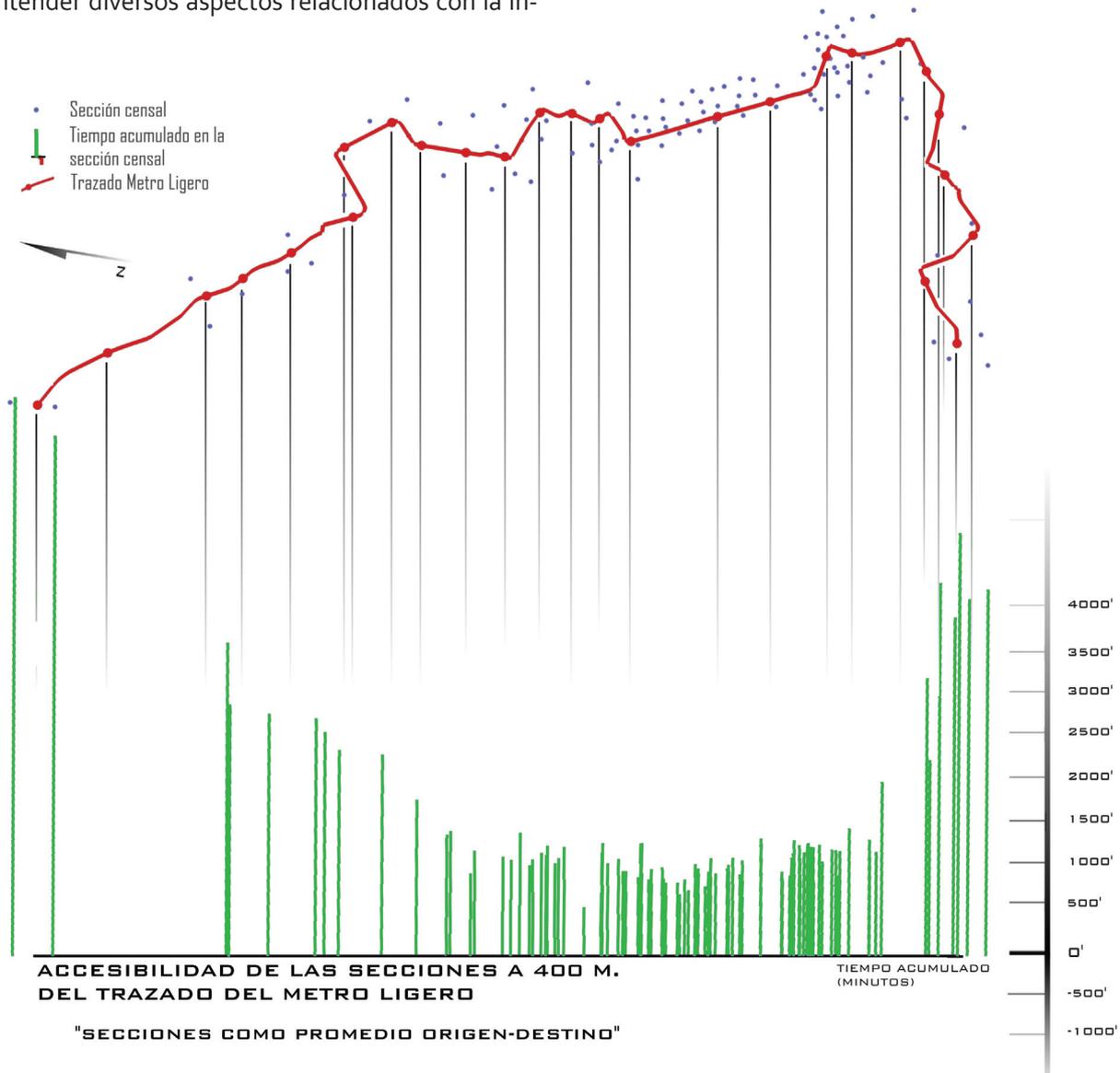


Figura 6.12. Ganancia de accesibilidad en las secciones censales en el corredor del metro ligero. Fuente. elaboración propia a partir del proyecto del Metropolitano, tomo II: Accesibilidad Intermodal (Valenzuela et al, 2010)

Syntax (Hillier & Hanson, 1984), que establece que la estructura determina por dónde va a tener lugar el "movimiento natural" de las personas, se puede analizar el grado de integración que cada segmento de calle posee dentro del conjunto y para una escala determinada (global si se trata para toda la ciudad o local si es para un barrio o entorno determinado) o, en otras palabras, la jerarquía que ocupa cada segmento. A este respecto, la integración local (HH-R3)

(Figura 6.13) permite comprobar que varias paradas de metro ligero se han ubicado en una zona de alta integración local, en la que además se localizan algunos espacios públicos. Esta convergencia resulta interesante desde el punto de vista de la movilidad peatonal, puesto que dichas paradas de metro ligero se encuentran en calles en las que tienen lugar desplazamientos de la población que allí habita.

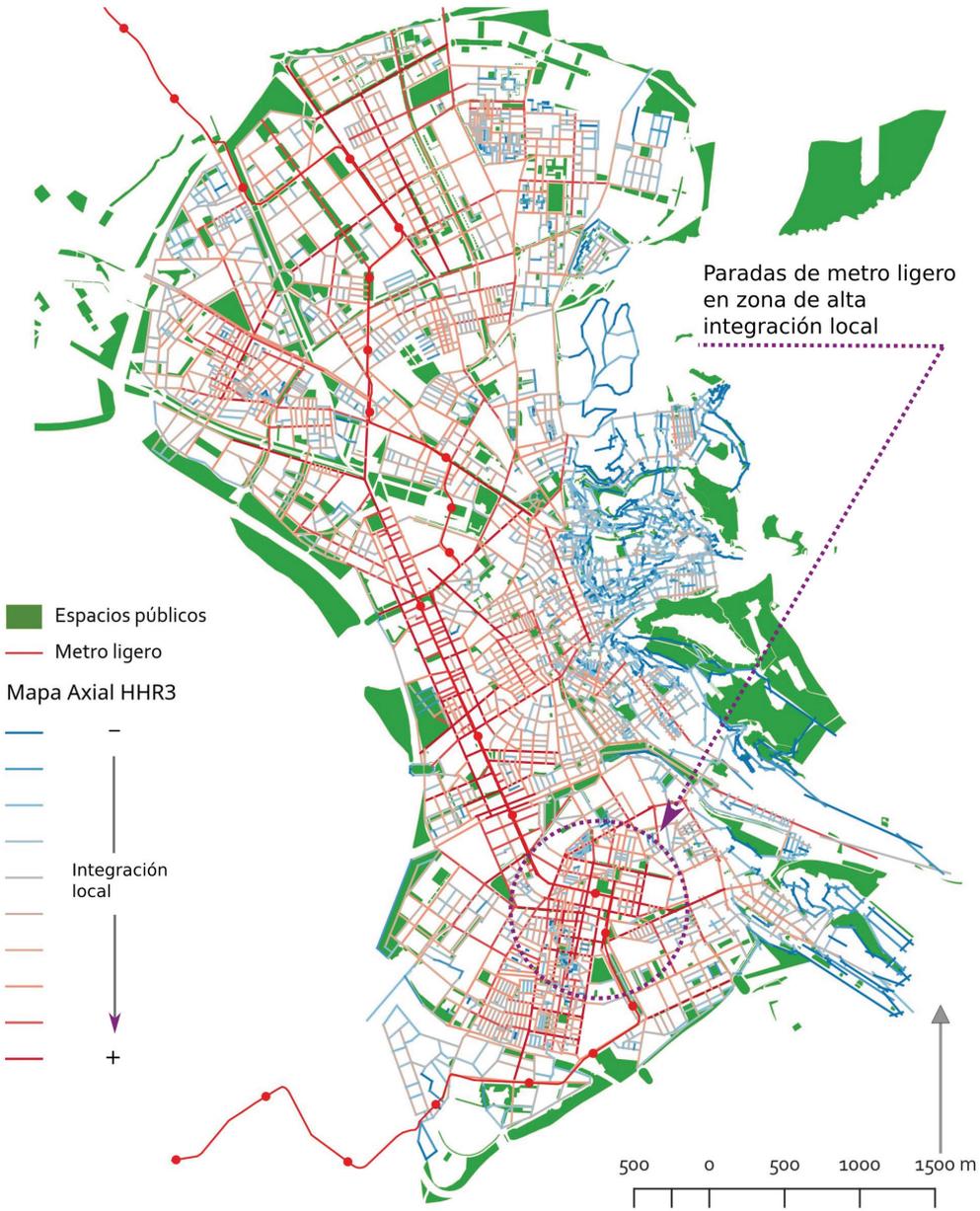


Figura 6.13. Relación entre la integración local, espacios públicos y paradas de metro ligero. Fuente. Elaboración propia

6.3. Los entornos de movilidad

Según Soria-Lara (2011) pueden diferenciarse 5 tipos de entornos de movilidad: de proximidad y alcance local, de proximidad y distribución circulatoria, de circulación motorizada, de centralidad metropolitana y de estaciones de transporte público. A continuación se detallan brevemente cada uno de ellos siguiendo la tesis realizada por Soria-Lara (2011).

- Entorno de movilidad y alcance local: entorno con fuerte dimensión local en la que los flujos de movilidad son locales por lo que las necesidades pueden quedar cubiertas sin necesidad de modos motorizados. Destacan por su alta densidad residencial, alta densidad comercial con amplia distribución horaria.
- Entorno de proximidad y distribución circulatoria: concurren una fuerte dimensión local con distribución de tráfico. En este sentido concurren demandas locales (proximidad) con alto tránsito motorizado debido a la intersección con ejes transversales importantes. Estos entornos poseen una alta densidad residencial y alta densidad de actividades comerciales.
- Entorno de circulación motorizada: se caracteriza por una débil dimensión local y una fuerte componente de circulación motorizada que se ve favorecida en ocasiones por el propio diseño. En estos entornos la densidad residencial es baja, al igual que la densidad de actividades.
- Entorno de centralidad metropolitana: se caracteriza por una fuerte especialización urbana (uso industrial- tecnológico y equipamientos públicos) lo que los erigen como zonas de atracción de movilidad. Poseen una baja densidad residencial y una alta densidad de actividades aunque limitadas (actividad laboral).
- Entorno orientado a estaciones de transporte público: son un caso particular de centralidad metropolitana que está marcado por la localización de estaciones de transporte como la

estación de autobuses y la estación de trenes. Su densidad residencial y tránsito motorizado es variable, y la presencia de actividades económicas de servicio está relacionado con las estaciones de transporte.

Los métodos desarrollados en nuestra tesis se van a testear sobre los entornos de movilidad de proximidad y alcance local, de los que precisamente Soria-Lara (2011) afirma que para una integración más eficiente del transporte público, debería darse un mayor protagonismo al peatón. Por otra parte, y dado el carácter comparativo de la metodología que proponemos (Artículo 5), se testea también en entornos de movilidad de proximidad y distribución (Artículo 3), y en entornos de movilidad de circulación motorizada (Artículo 5, 6, 7). Finalmente, cabe mencionar que si bien Soria-Lara (2011) establece los entornos de movilidad a partir de una delimitación espacial circunscrita al tramo entre dos estaciones de metro ligero, en esta tesis la delimitación espacial se encuentran circunscrita a las estaciones del Metropolitano, ya que se evalúa la accesibilidad peatonal a paradas de transporte público (Figura 6.15).

Por otra parte, es preciso tener presente que aunque los entornos de movilidad están basados en indicadores (datos de movilidad motorizada, densidad poblacional, actividades económicas, etc.) cada uno de estos entornos está compuesto por calles que presentan diferentes diseños urbanos y diferente función. En este sentido, se pueden localizar en los entornos de movilidad motorizada calles de tipología residencial de baja y de alta densidad, y bulevares con baja y alta densidad. Por su parte en el entorno de movilidad de proximidad y distribución se encuentran calles con una función de distribución de tráfico, residencial de alta densidad poblacional y comercial con alta densidad poblacional. Finalmente en los entornos de proximidad y alcance local se pueden localizar calles con tipología comercial con alta densidad poblacional, distribuidor de tráfico con alta densidad poblacional y bulevar con alta densidad poblacional (Figura 6.16)

Como nota final de este capítulo sobre el ámbito de testeo, cabe destacar que si bien la incorporación de una línea de metro ligero va a conllevar modificaciones en el diseño urbano, dichas modificaciones se suscriben casi en exclusiva al ámbito de la sección de calle por la que transcurre el trazado del metro ligero. Esto da lugar a que en cierta medida, se dejen al margen todas las cuestiones

relacionadas con las calles aledañas al trazado que se encuentran dentro del ámbito de influencia de las estaciones de metro. Una de las aportaciones de esta tesis es precisamente la consideración de todas las calles del entorno de las estaciones, permitiendo una visión más de conjunto que a su vez va a permitir una mejor evaluación de la integración del transporte público.

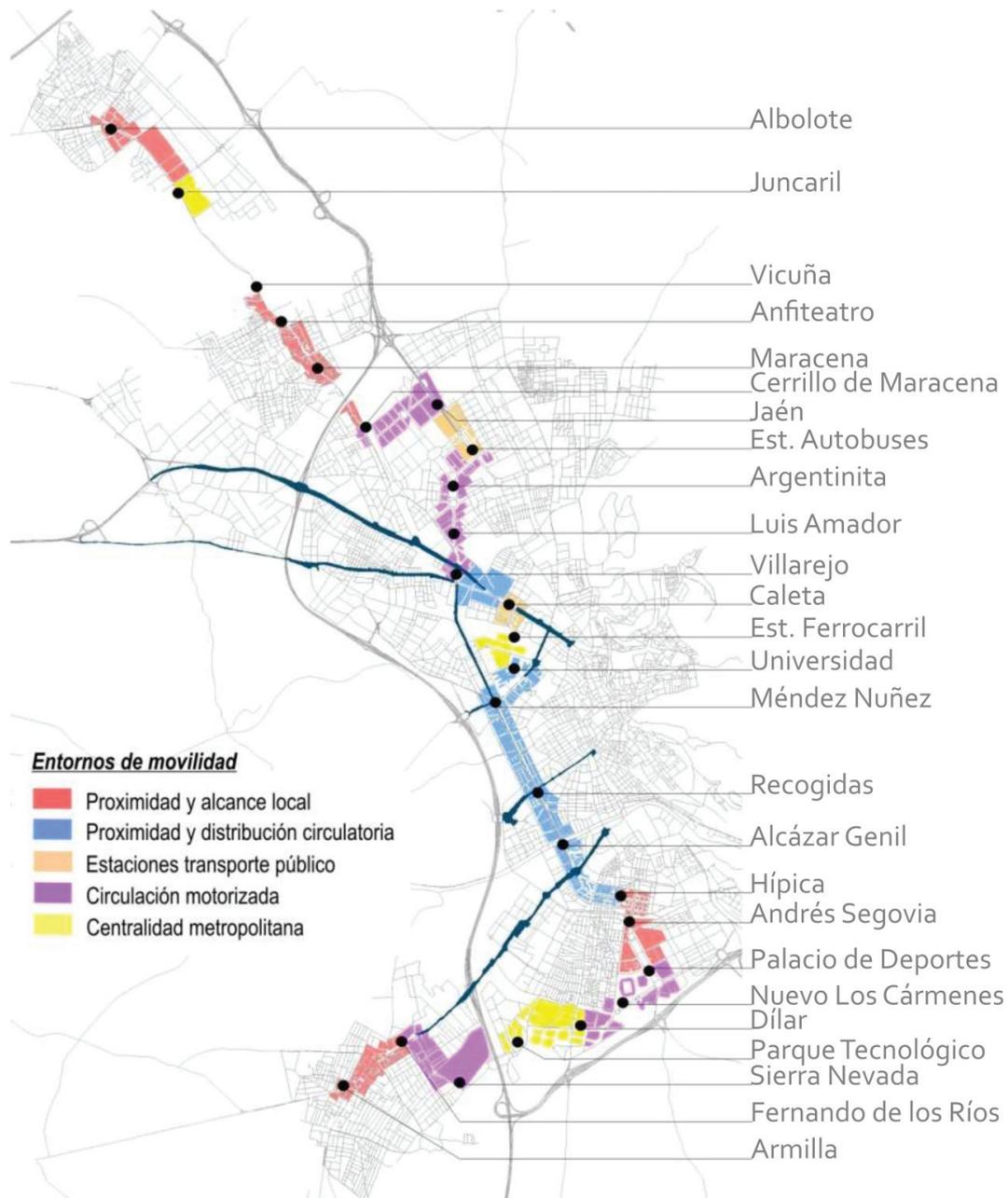


Figura 6.14. Entornos de movilidad urbana del corredor de metro ligero.
 Fuente: adaptada de Soria-Lara (2011)

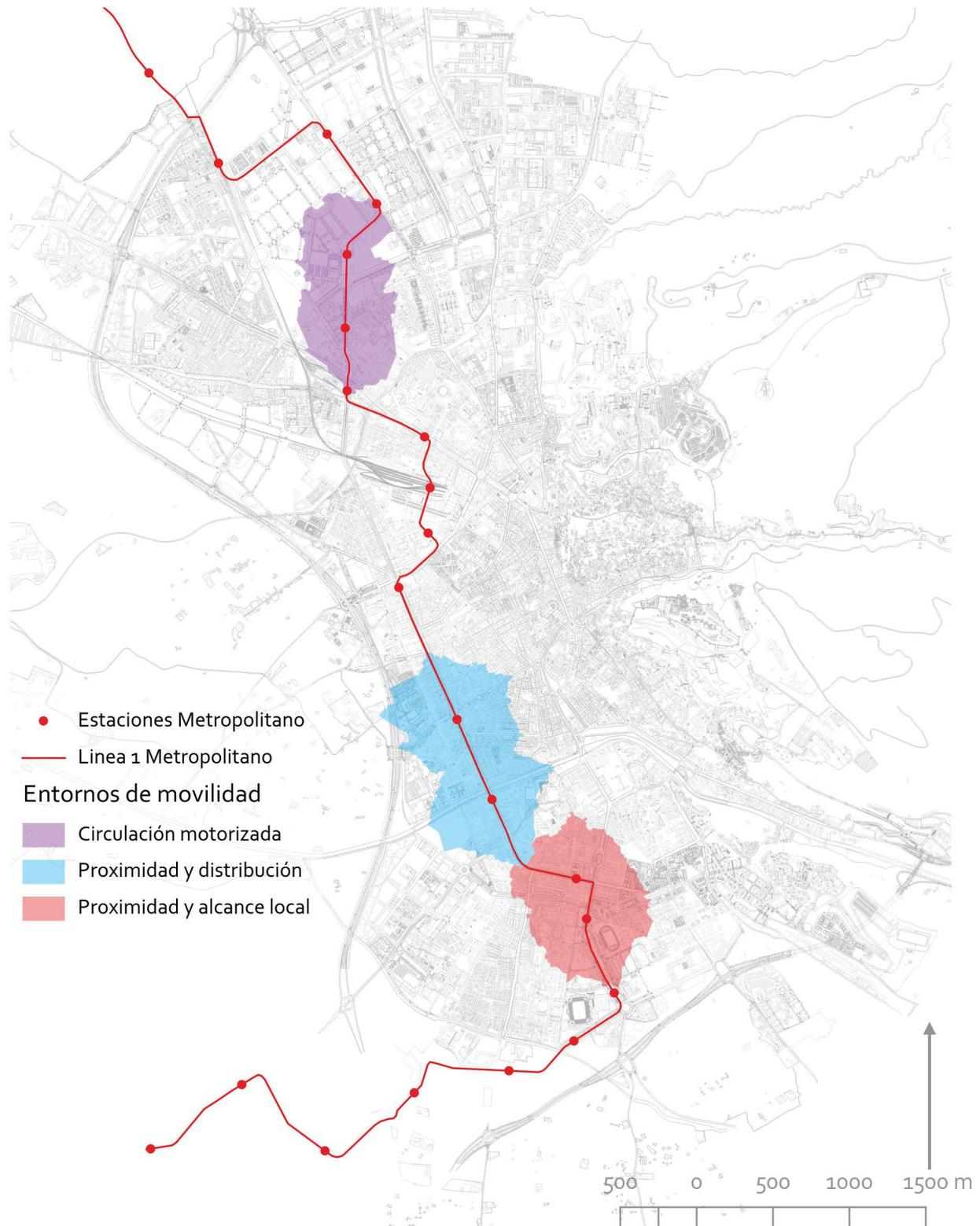


Figura 6.15. Entornos de movilidad urbana para el testeo metodológico.
 Fuente: Elaboración propia a partir de Soria-Lara (2011)

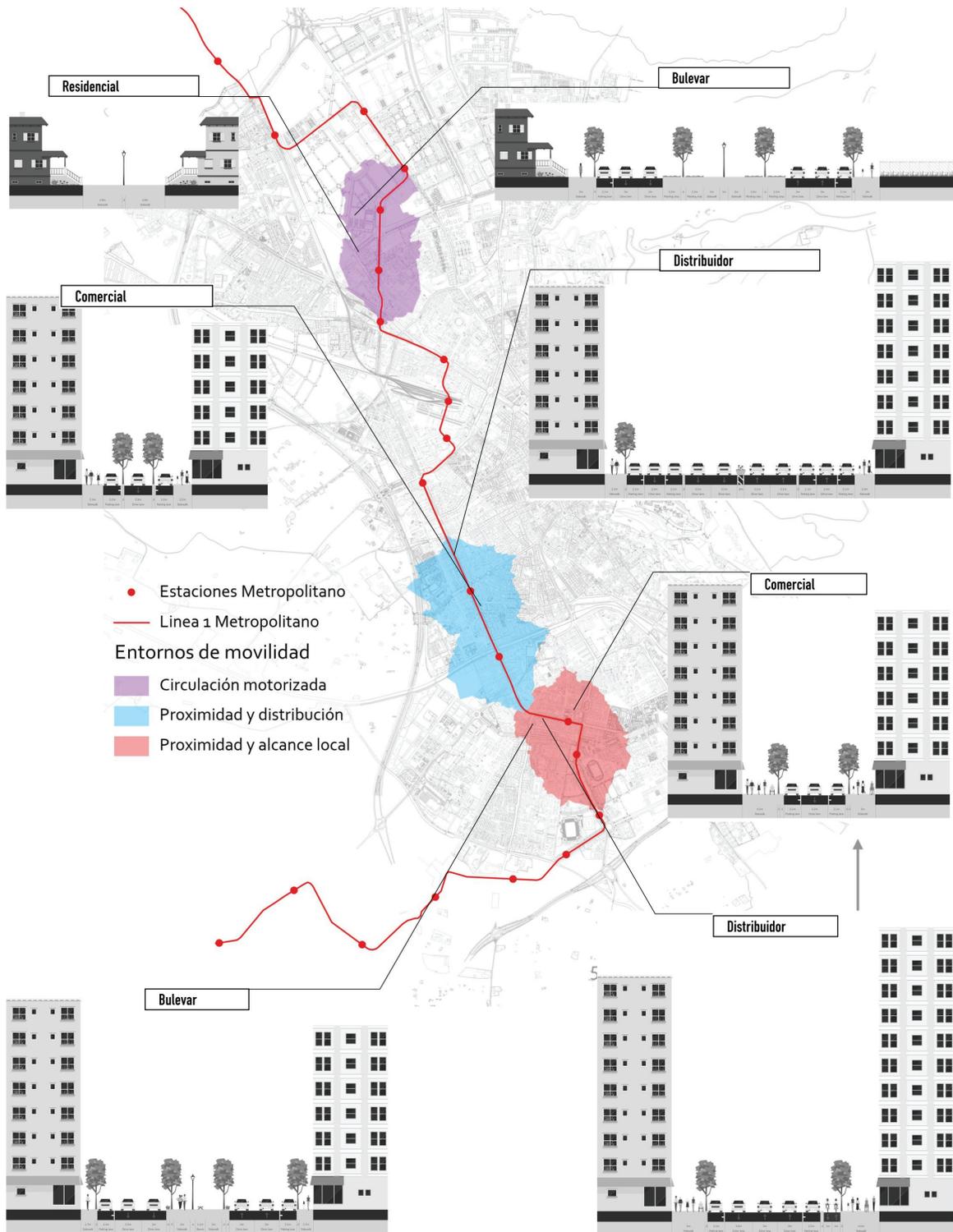


Figura 6.16. Ejemplo de tipologías de calle en los entornos de movilidad.
 Fuente: Elaboración propia con Streetmix

Bloque IV
RESULTADOS

Índice

| | |
|---|-----|
| BLOQUE IV: RESULTADOS | 85 |
| CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO Y ACCESIBILIDAD PEATONAL | 91 |
| CONTEXTUALIZACIÓN ESTRATÉGICA | 95 |
| 1. Introducción | 95 |
| 2. Integración, multi-instrumentalidad y factores de éxito | 96 |
| 3. Planes y proyectos en la movilidad metropolitana andaluza | 97 |
| 4. Medidas innovadoras | 102 |
| 5. Sinergias y estrategias de integración | 110 |
| 6. Conclusiones | 115 |
| ARTÍCULO 1 | 117 |
| 1. Introducción | 119 |
| 2. Antecedentes: La distancia peatonal en el contexto de la integración espacial del transporte público | 120 |
| 2.1. Una planificación de la movilidad más sostenible | 120 |
| 2.2. La integración urbana del transporte público | 121 |
| 2.3. El entorno de parada | 121 |
| 2.4. Los peatones como usuarios potenciales del transporte público | 122 |
| 2.5. Hacia medias integradoras de accesibilidad peatonal al transporte público | 123 |
| 3. Metodología de revisión | 123 |
| 4. Resultados | 125 |
| 4.1. Frecuencia bibliográfica de la "distancia peatonal" y conexiones con otros conceptos. | 125 |
| 4.2. Modos de transporte | 126 |
| 4.3. Enfoques sobre la medida de la distancia peatonal | 126 |
| 4.4. La relación distancia-entorno en el transporte público | 130 |
| 5. Discusión | 132 |
| 6. Conclusiones | 133 |
| 7. Bibliografía | 134 |
| CAPÍTULO 8: DESCIFRANDO LA MOVILIDAD PEATONAL: LA COMPLEJA RELACIÓN PEATÓN - ENTORNO | 141 |
| ARTÍCULO 2 | 145 |
| 1. Introducción | 147 |
| 2. Metodología | 148 |

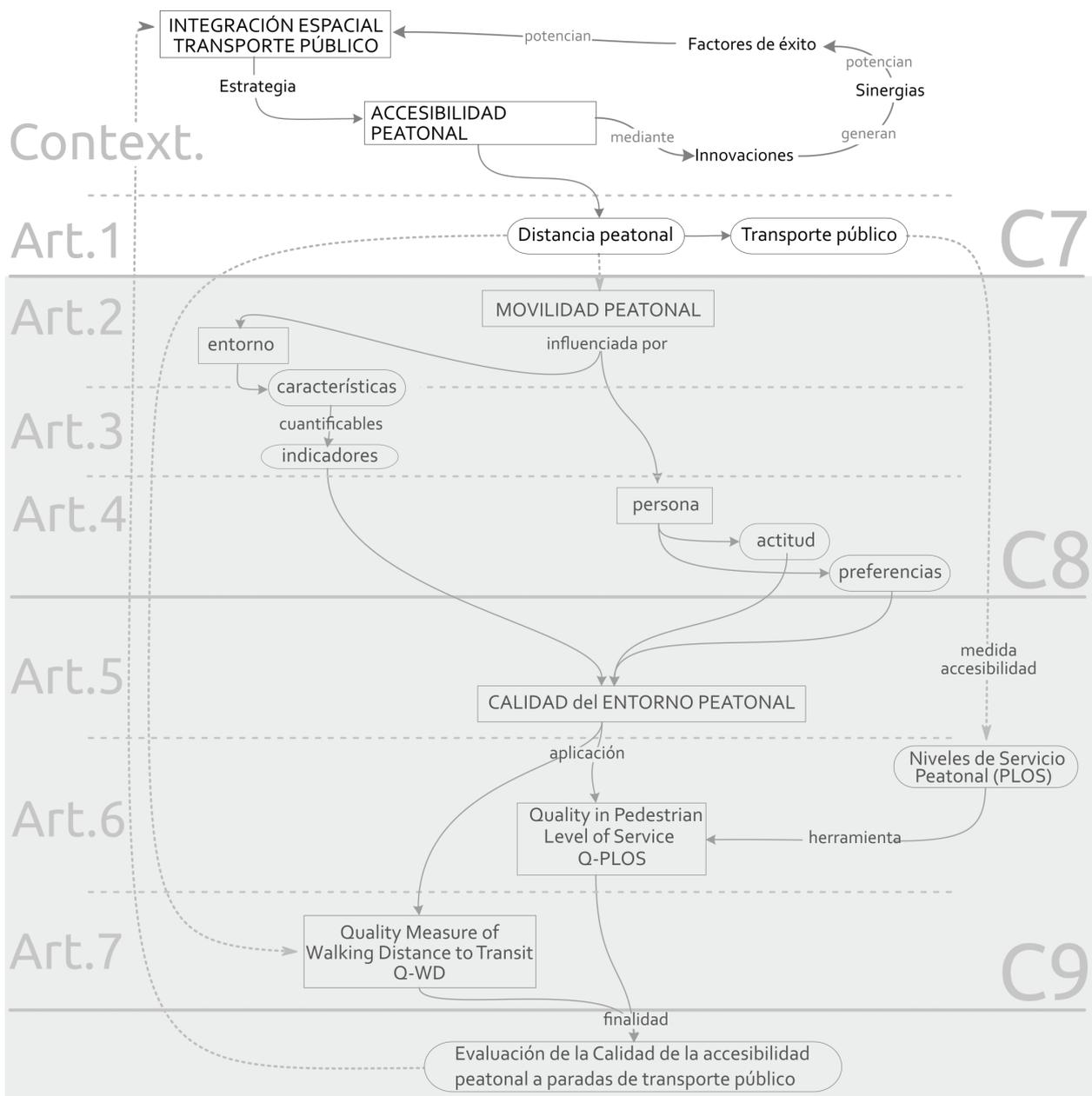
| | | |
|------------|---|-----|
| 2.1. | Selección de referencias | 149 |
| 3. | Caracterización de los entornos urbanos respecto a la movilidad peatonal. | 151 |
| 3.1. | Fase I: Enfoques de la movilidad peatonal en entornos urbanos | 151 |
| 3.2. | Fase II: Factores de los entornos urbanos relacionados con la movilidad peatonal. | 154 |
| 3.3. | Fase III: Valoración de los factores urbanos en relación con la movilidad peatonal | 160 |
| 4. | Conclusiones | 163 |
| 5. | Referencias | 164 |
| ARTÍCULO 3 | | 171 |
| 1. | Introducción | 173 |
| 2. | Conceptos: acotaciones y matizaciones | 175 |
| 3. | Metodología para evaluar la ubicación de las paradas según su accesibilidad peatonal. | 176 |
| 4. | El sistema de metro ligero de Granada como contexto de aplicación. | 177 |
| 5. | Cobertura de servicio | 178 |
| 6. | Atracción peatonal | 180 |
| 6.1. | Conectividad | 181 |
| 6.2. | Integración | 182 |
| 7. | Discusión. Medidas de integración para mejorar la accesibilidad peatonal | 186 |
| 8. | Conclusiones | 188 |
| 9. | Referencias | 188 |
| ARTÍCULO 4 | | 193 |
| 1. | Introducción | 195 |
| 2. | Background | 196 |
| 2.1. | Pedestrian mobility | 196 |
| 2.2. | Walking environments | 197 |
| 2.3. | Measuring the pedestrian-environment relationship | 197 |
| 3. | Methodology | 199 |
| 3.1. | Study area | 199 |
| 3.2. | Population perception analysis | 200 |
| 3.3. | Data analyses | 203 |
| 4. | Results | 204 |
| 4.1. | Socio-demographic characteristics. | 204 |
| 4.2. | Attitudes towards walking. | 204 |
| 4.3. | Urban structure. | 205 |

| | | |
|---|--|-----|
| 4.4. | Urban design. | 206 |
| 4.5. | Visual preferences about street typology. | 206 |
| 5. | Discussion | 208 |
| 6. | Conclusions | 211 |
| 7. | References | 211 |
| | Appendix. Survey on the perception of the walkability in Granada | 217 |
| CAPÍTULO 9: EVALUANDO LOS ENTORNOS DE MOVILIDAD A TRAVÉS DE LA CALIDAD PEATONAL | | 225 |
| ARTÍCULO 5 | | 229 |
| 1. | Introducción | 231 |
| 2. | Factores determinantes de la calidad peatonal de los “entornos de movilidad” | 232 |
| 2.1. | Entornos de movilidad | 232 |
| 2.2. | Factores determinantes de la calidad peatonal | 233 |
| 3. | Método para caracterizar la calidad peatonal de entornos de movilidad (CPEM) | 235 |
| 3.1. | Fase I: Selección de indicadores | 236 |
| 3.2. | Fase II: Estandarización de resultados | 238 |
| 3.3. | Fase III: Aplicación al caso de estudio. Entornos de movilidad en el área metropolitana de Granada | 238 |
| 4. | Aplicación del método CPEM y resultados obtenidos | 242 |
| 4.1. | Accesibilidad | 242 |
| 4.2. | Seguridad | 242 |
| 4.3. | Confort | 244 |
| 4.4. | Atractivo | 245 |
| 5. | Discusión y conclusiones | 246 |
| 6. | Referencias | 249 |
| ARTÍCULO 6 | | 255 |
| 1. | Introduction | 257 |
| 2. | Research method | 259 |
| 1.1. | Method | 259 |
| 2.1. | Testing area. Metropolitan Area of Granada | 266 |
| 3. | Results and discussion | 268 |
| 3.1. | Accessibility | 269 |
| 3.2. | Safety | 269 |
| 3.3. | Comfort | 271 |
| 3.4. | Attractiveness | 271 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.5. | A summary of the results obtained from the indicators | 271 |
| 4. | Conclusions and further research | 273 |
| 5. | References | 274 |
| ARTÍCULO 7 | | 279 |
| 1. | Introduction | 281 |
| 2. | Antecedentes | 282 |
| 3. | Metodología | 284 |
| 3.1. | Método | 285 |
| 3.2. | Ámbito de testeo | 288 |
| 4. | Resultados y discusión | 289 |
| 4.1. | Calidad peatonal de los entornos de movilidad | 290 |
| 4.2. | Calidad de la distancia peatonal a las estaciones de metro ligero | 291 |
| 4.3. | Implicaciones de la calidad de la distancia peatonal en la evaluación de la población servida | 292 |
| 5. | Conclusiones y líneas futuras | 294 |
| 6. | Referencias | 295 |

capítulo 7

Integración del transporte público y accesibilidad peatonal



contextualización estratégica

Movilidad sostenible de las áreas metropolitanas andaluzas: metro ligero e innovación

artículo 1

Análisis conceptual de la distancia peatonal al transporte público: Hacia un enfoque más integrador

Título:

MOVILIDAD SOSTENIBLE DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS ANDALUZAS: METRO LIGERO E INNOVACIÓN

Basado en las publicaciones:

Valenzuela, L., Soria, J., **Talavera, R.**, & Rivas, J. y. (2009). El metro ligero como factor de innovación ambiental en las áreas metropolitanas andaluzas. *Consejería de La Presidencia de La Junta de Andalucía*

Valenzuela-Montes, L. M., Soria-Lara, J. A., & **Talavera-García, R.** (2011). Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía Y Ciencias Sociales*, 15. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=yv4JPVwl&eid=2-s2.0-79958123916&md5=85cf4c42184c215585a487560b5b69>

Movilidad sostenible de las áreas metropolitanas andaluzas: metro ligero e innovación

1 ■ Introducción

Hablar de nuevas pautas para una movilidad sostenible supone afrontar los problemas derivados del creciente uso del automóvil, para de este modo diseñar instrumentos de planificación y gestión más eficiente (Newman y Kenworthy, 1998). El uso generalizado del automóvil como modo de transporte en las ciudades y áreas metropolitanas tiene como consecuencia el incremento de los impactos ambientales, la pérdida de habitabilidad de la ciudad, la disminución de la equidad social y/o la pérdida de eficiencia económica, entre otros. En este contexto, parece evidente la necesidad de diseñar enfoques conceptuales y metodológicos que sustenten la integración positiva entre la necesidad de desplazamientos y las propuestas urbanas desde la óptica de una movilidad sostenible (Banister, 1999; Bovy, 2000; Geerlings y Stead, 2003; Williams, 2005; Bertolini 2006, 2008; Curtis, 2007; Hull, 2008). A tal efecto, y como se mostró en el Capítulo 4, desde el paradigma de la movilidad sostenible (Banister, 2008) pueden describirse una serie de principios orientados a estructurar objetivos de movilidad. Tales principios son:

- Planificar una movilidad orientada al ciudadano, es decir, planificar la ciudad a una escala más local, donde el concepto de proximidad (Pozueta, Lamíquiz y Porto, 2009) tenga una mayor relevancia.
- Reducción de los viajes en coche, como paso principal para cambiar las actuales tendencias de movilidad. Con tal fin, pueden apreciarse distintas medidas de gestión de la circulación en la vía que permitan mejorar la calidad de vida, como puede ser, limitaciones de velocidad de circulación, reducción de carriles de tráfico a fa-

vor de plataformas reservadas para el transporte público, etc.

- Promover sistemas de transporte público más eficientes y que supongan una alternativa real al vehículo privado en viajes motorizados. Algunas recomendaciones en este sentido pueden estar encaminadas a la optimización de itinerarios, frecuencias de paso y/o prioridad de circulación frente al automóvil.
- Puesta en valor de la vía como espacio público, reduciendo el protagonismo del tráfico privado en la vía a favor de los sistemas de transporte público, junto con un diseño que favorezca el uso de dicha vía como lugar de relación social para el ciudadano.
- Realizar un uso eficiente de las mejoras tecnológicas, a través de inversiones en los diferentes sistemas de transporte público, e incentivando el uso de vehículos más eficientes ambientalmente en el caso de la movilidad privada.
- Promover sistemas de sensibilización ciudadana mediante campañas de información, demostraciones, marketing, etc.

Desde la óptica de un modelo cada vez más aceptado de planificación de la movilidad sobre la base de la sostenibilidad ambiental, y atendiendo de manera específica al papel de la planificación y diseño urbano como elementos influyentes en la misma, es preciso argumentar que deberían ser dos los factores principales sobre los que desarrollar herramientas de intervención que se muevan en la dirección apuntada:

La oferta urbana como parámetro de acceso modal, ya que las características del espacio urbano relacionadas con factores como la diversidad, multifuncionalidad o densidad, son determinantes para poner en valor, en primer, lugar una movilidad local basada en el concepto de proximidad, y en segundo lugar, promover un acceso motorizado en transporte público.

Promover una funcionalidad sostenible de infraestructuras y ejes viarios: que permita un funcionamiento más eficiente de los diferentes sistemas de transporte público, a la vez que se recuperan como espacio de relación social por parte del ciudadano. Este último aspecto es especialmente significativo en el caso de los ejes viarios (Porto y Pozueta, 2009).

2. Integración, multi-instrumentalidad y factores de éxito

Considerar la estrategia integrada de intervención en el transporte y la movilidad, entendiendo este como un instrumento de utilidad para promover una planificación basada en modelos de gestión de la demanda donde el medio urbano y territorial poseen un papel destacado (Owens, 1995), permitiría dar respuesta a los problemas de movilidad ocasionados por el vehículo privado, especialmente los ambientales (Guy & Marvin, 1995). Atendiendo al concepto de estrategia integrada de intervención pueden identificarse los siguientes principios fundamentales definidos por May, Kelly y Shepherd (2006):

La búsqueda de sinergias entre las diferentes medidas propuestas, en cuanto a que unas medidas incrementen la aceptabilidad, efectividad y/o rendimiento económico de las otras.

La superación de las posibles barreras de implementación, que pueden ser de tipo administrativo, económicas o de aceptación social, según sea la naturaleza de las medidas a evaluar.

Por otra parte, resulta oportuno considerar el concepto de multi-instrumentalidad como herramienta clave para hacer efectivo el planteamiento de las diferentes estrategias integradas orientadas a una movilidad sostenible. A diferencia de dichas estrategias, la multi-instrumentalidad busca la máxima complementariedad, no ya de medidas y/o propuestas, sino entre instrumentos de ejecución de dichas medidas. Desde este punto de vista, el concepto de multi-instrumentalidad debería ser entendido como aquel proceso de integración e implantación de instrumentos, basado en la búsqueda

de complementariedades entre los mismos, con el fin de alcanzar un objetivo común (Viera y Viegas, 2007), en este caso una movilidad más sostenible desde el punto de vista ambiental.

En esta línea, se vienen incentivando distintas políticas y estrategias para promover, en el ámbito europeo, modelos de movilidad más sostenibles (EC, 2007) que den respuesta a muchos de los problemas existentes, e impulsando modos de transporte como el metro ligero y fomentando la intermodalidad (Hass-Klau y Crampton, 2002; Zamorano, Bigas y Sastre, 2007). El metro ligero se convierte, de esta manera, en uno de los principales instrumentos de cambio en las aglomeraciones metropolitanas (Hass-Klau y Crampton, 2003), y de ahí, que sea oportuno identificar y entender su capacidad transformadora (Cascetta y Pagliara, 2008), y como ésta puede ser instrumentalizada por parte de las figuras de planificación (May y Tigh, 2006; Vieira, Moura y Viegas, 2007).

En este contexto, resulta interesante el debate sobre cómo contribuir, desde políticas vinculadas al transporte, a diseñar de una manera más eficiente nuestro entorno urbano (Bertolini, 2006; Trip, 2007; Hull, 2008), respondiendo a cuestiones no solo urbanas, sino también ambientales, sociales, económicas o tecnológicas.

3. Planes y proyectos en la movilidad metropolitana andaluza

La Comunidad Autónoma de Andalucía es un espacio con fuerte tendencia a la metropolitanización (Ministerio de Vivienda, 2004) en las que las aglomeraciones metropolitanas de Sevilla y Málaga superan la cifra de 1.000.000 habitantes, Cádiz y Granada rondan los 600.000, Córdoba supera los 300.000 habitantes, y existen al menos otras nueve áreas urbanas en torno a los 150.000 habitantes, entre las que destacan capitales de provincia como Almería, Huelva y Jaén. Los problemas ambientales, urbanísticos y sociales derivados de la relación entre los actuales patrones de movilidad y el sucesivo proceso de metropolitanización, al menos en las principales aglomeraciones urbanas andaluzas (Sevilla, Málaga, Bahía de Cádiz, Granada) donde predomina el uso del transporte privado en un 67% (Monzón, Pardeiro y Pérez, 2006), han generado a lo largo de la última década una serie de debates sobre la necesidad de implantar el metro ligero como eje estructurante de la nueva política de movilidad e intermodalidad en dichas regiones.

Desde la administración regional surgen, en este contexto, una serie de políticas e instrumentos, al amparo competencial establecido por la Ley 2/2003 de Ordenación de los Transportes Urbanos y Metropolitanos de Viajeros en Andalucía, basados principalmente en el fomento del uso del transporte público y la intermodalidad, la elaboración de planes técnicos de movilidad, y la creación de 5 consorcios de transportes (Sevilla, Málaga, Granada, Cádiz y Campos de Gibraltar). La Consejería de Obras Públicas y Transportes plasma en el Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (2007-2013) su apuesta de mejorar las infraestructuras de transporte público mediante la creación de sistemas de metro ligero, tranvía y cercanías en las principales aglomeraciones urbanas, y su interés en la creación de tranvías urbanos en Sevilla, Jaén, Córdoba o Jerez de la Frontera (Tabla 1), otorgando al metro ligero el papel de medio de transporte principal en la generación de externalidades positivas derivadas de la política de movilidad metropolitana andaluza, aspirando por tanto, a ser elemento protagonista en la transformación de dichos espacios. De lo anteriormente expuesto

nace el interés de esta publicación por evaluar la capacidad transformadora de los sistemas de metro ligero.

Dentro de este contexto global andaluz son reseñables aquellas áreas metropolitanas donde el proyecto de metro ligero (Figura 1) está en funcionamiento, como Sevilla y Málaga, o en fase de pruebas como el metro de Granada, y dónde además los datos demográficos básicos y de movilidad (Tabla 2), expresan la mayor complejidad de estas tres áreas metropolitanas.

Estos datos demográficos y de movilidad muestran el alto índice de motorización del Área Metropolitana de Granada incluso a nivel nacional, situándose en segunda posición, por encima de ciudades como Barcelona y Madrid. Por otra parte, Granada presenta el mayor porcentaje de población servidapor paradas de transporte público en su área metropolitana, seguida de Sevilla y Málaga aunque estos porcentajes se homogenizan cuando se evalúa su capital. En lo que respecta al porcentaje de población que se desplaza y al tiempo medio empleado en dichos desplazamientos, se constata una homogeneidad en las tres áreas metropolitanas. Es necesario hacer constar que el tiempo diario medio de desplazamiento (min) -ver Tabla 2- se refiere al tiempo medio teniendo en cuenta la movilidad total, es decir, todos los motivos y flujos de movilidad.

Por último, se puede destacar que estos datos ponen de manifiesto una movilidad basada en el transporte privado, dando lugar a colapso de la red viaria, tiempos de desplazamiento elevado y en definitiva una movilidad ineficiente, ante lo que la administraciones públicas aspiran a dar respuesta con medios de transportes innovadores, eficientes y sostenibles, como los sistemas de metro ligero. En esta línea, es posible identificar sinergias entre las diferentes figuras de planificación así como con el propio proyecto de metro ligero (Tabla 3), que permiten valorar la potencialidad como vías de integración ambiental, social y económica de estos proyectos estructurantes de la movilidad metropolitana.

Tabla 1.
Principales proyectos de metro ligero en la comunidad autónoma andaluza

| | Nº de líneas | Longitud total (m.) | Nº de paradas | Estimación de viajeros (mill/año) | Población servida | Duración | Fase |
|----------------|--------------|---------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------|---|
| Almería | 1 | 10.000 | 17 | - | 99.000 | 18' | Estudio informativo de alternativas. Anteproyecto |
| Bahía de Cádiz | 1 | 24.000 | 18 | 3.2 | 233.483 | 35' | En servicio parcial |
| Córdoba | 3* | 20.000 | - | - | - | - | *Estudio de viabilidad. Anteproyecto en redacción |
| Granada | 1 | 15.923 | 26 | 12.9 | 138.248 | 45' | En pruebas |
| Huelva | 1 | 10.000 | - | - | - | 12' | Estudio de viabilidad |
| Jaén | 1 | 4.700 | 10 | 3 | - | 12' | Sin servicio |
| Málaga | L 1 | 9.800 | 14 | 17.4 | 202.824 | 18' | En servicio |
| | L 2 | 6.700 | 10 | | | 15' | En servicio |
| Sevilla | L 1 | 18.897 | 22 | 20.4 | 227.974 | 39' | En servicio |
| | L 2,3,4 | - | - | - | - | - | En redacción |

Fuente: elaboración propia a partir de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. 2009 y 2017.

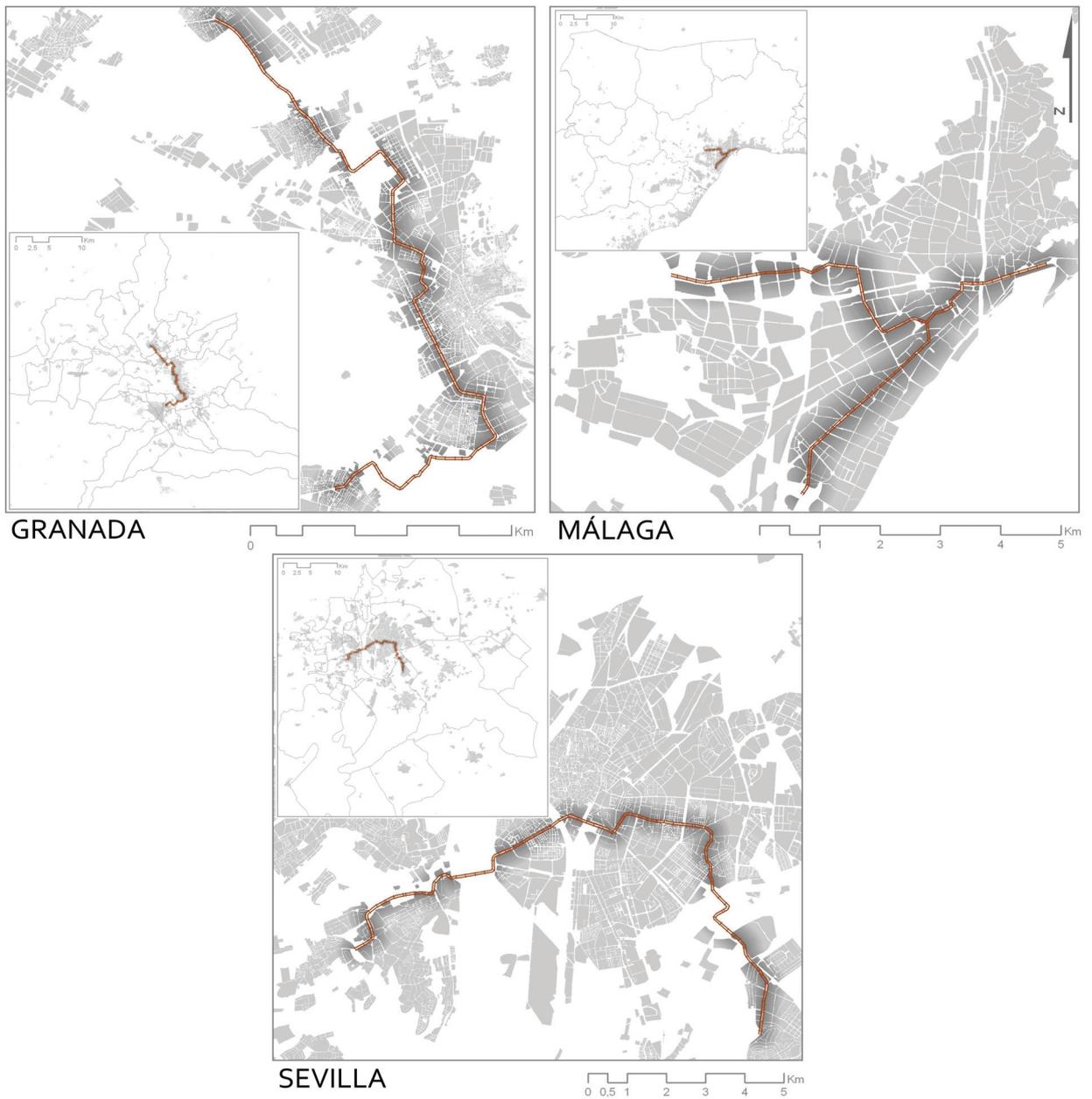


Figura 1. Propuesta de sistemas de metro ligero en las áreas metropolitanas de Granada, Málaga y Sevilla.
 Fuente: Adaptado a partir de Valenzuela et al. (2011).

Tabla 2.
Principales características de las áreas metropolitanas de Granada, Málaga y Sevilla

| Área Metropolitana | | Superficie (km2) | Población (hab.) | Densidad (hab./km2) | Número de Municipios | Ratio. Ciudad/AM | Índice Motorización (veh./1000 hab) | turismos - motos | Población < 300 m parada transporte público (%) | Población que se desplaza (%) | Tiempo diario medio de desplazamiento (min) |
|--------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|---|-------------------------------|---|
| Granada | Área metropolitana | 861 | 489.480 | 569 | 32 | 48 % | 500 - 196 | 93 % | 75 | 65 | |
| | Ciudad principal | 19 | 236.207 | 12.176 | | | 518 - 199 | 96 % | | | |
| Málaga | Área metropolitana | 1.258 | 944.815 | 751 | 13 | 59 % | 487 - n.d. | 74 % | 74 | 62 | |
| | Ciudad principal | 395 | 561.250 | 1.422 | | | 476 - n.d. | 96 % | | | |
| Sevilla | Área metropolitana | 1.851 | 1.246.460 | 674 | 32 | 54 % | 470 - 122 | 80 % | 81 | 70 | |
| | Ciudad principal | 141 | 669.145 | 4.735 | | | 489 - 128 | 95 % | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de Monzón et al. (2009).

Tabla 3.
Planes y proyectos metropolitanos respecto a la implantación de los sistemas de metro ligero

| | Ámbito | Documentos | Año | Acrónimo |
|---------|-----------------------------------|--|------|----------|
| Granada | Planificación Metropolitana | Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Granada | 1999 | POTAU Gr |
| | Planeamiento Urbanístico | Plan General de Ordenación Urbana de Granada | 2007 | PGOU Gr |
| | Planes de Movilidad Metropolitana | - | - | - |
| | Planes de Movilidad Urbana | Plan de Accesibilidad de Granada. Estrategias y actuaciones para la movilidad sostenible | 2003 | PMU Gr |
| | Metro Ligero | Estudio Informativo de la Línea de Metro de Granada | 2002 | PML Gr |
| Málaga | Planificación Metropolitana | Plan de Ordenación Territorio de la Aglomeración Urbana de Málaga | 2007 | POTAU Ma |
| | Planeamiento Urbanístico | Plan General de Ordenación Urbana de Málaga | 2008 | PGOU Ma |
| | Planes de Movilidad Metropolitana | - | - | - |
| | Planes de Movilidad Urbana | Anejo 5 PGOU Málaga: Plan Director de Bicicletas | 2008 | PMU Ma |
| | Metro Ligero | Estudio Informativo de la Red de Metro de Málaga | 2002 | PML Ma |
| Sevilla | Planificación Metropolitana | Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla | 2007 | POTAU Se |
| | Planeamiento Urbanístico | Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla | 2006 | PGOU Se |
| | Planes de Movilidad Metropolitana | Plan de Transporte Metropolitano del Área Metropolitana de Sevilla: Plan de Movilidad Sostenible | 2006 | PMM Se |
| | Planes de Movilidad Urbana | Plan de la Bicicleta de Sevilla | 2007 | PMU Se |
| | Metro Ligero | Proyecto básico general de la red de metro de Sevilla y programación de fases. | 2001 | PML Se |

Fuente: Valenzuela et al. (2011)

4. Medidas innovadoras

La exploración de los planes y proyectos de las áreas metropolitanas posibilita la identificación, caracterización y valoración de las medidas, más o menos innovadoras, que son vinculables a la implantación de los sistemas de metro ligero, entendido por innovación ambiental urbana

"aquella serie de transformaciones y/o efectos positivos para el medio ambiente urbano, como consecuencia de la renovación y recualificación urbana, más o menos, inducidas por las medidas y proyectos relacionados con el desarrollo y la implantación del metro ligero".

Así, los principales factores o catalizadores considerados a la hora de señalar estas medidas innovadoras son: la regeneración urbana, la calidad ambiental, las intervenciones físicas, las nuevas centralidades, la intermodalidad y la gestión eficiente de la movilidad orientada al transporte público (May, Jopson y Matthews, 2003). Constituyen, en realidad, los catalizadores o vías de integración sobre la base de un enfoque que pretende la retroalimentación positiva entre las figuras de planificación (territorial, urbanísticas y de movilidad) y los proyectos de diseño y construcción del metro ligero - tal y como se sugiere en la Figura 2 -.

El Tabla 4 viene a ser un catálogo de las innovaciones ambientales urbanas, en los planes y proyectos de las áreas metropolitanas de Granada, Málaga y Sevilla, clasificándose dichas medidas innovadoras, según su naturaleza y objetivos esenciales, en las siguientes tipologías:

- Ambientales: con objetivos vinculados especialmente a la búsqueda de mayores eficiencias en la utilización de recursos y una menor emisión de residuos.
- Urbanísticas: relacionadas con la transformación y reordenación viaria con el fin de promover una movilidad más sostenible.

- Gestión+calidad: que tratan de optimizar el funcionamiento del nuevo sistema de transporte público tras la implantación del metro ligero.
- Económicas: vinculadas a la generación de externalidades económicas que fomenten la utilización del transporte público a todos los niveles.
- Tecnológicas: que permitan una adaptación y mejora de la nueva red de transporte público en relación con la producción tecnológica del momento.
- Sociales: encaminadas a fomentar el uso y prestaciones sociales del transporte público y la movilidad sostenible.
- Modales: que permitan al usuario disponer del mayor número de medios de transporte público por cada destino.



Figura 2. Relaciones entre innovaciones, planes y proyectos de metro ligero.
Fuente: Adaptado de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

Atendiendo a las principales fuentes de las innovaciones vinculadas a los sistemas de metro ligero, es decir, las figuras de planificación y los propios proyectos de metro ligero expuestos en la Tabla 3 de la metodología, se observa (Figura 3) que destaca el plan de movilidad metropolitana de Sevilla, con 15 innovaciones, junto con el Plan General de Ordenación Urbana de Málaga (14 innovaciones) y el propio proyecto de metro ligero en Málaga, Granada y Sevilla, respectivamente (14, 12 y 10 innovaciones). Por otra parte, esto también refleja las dificultades para fomentar medidas innovadoras desde las figuras de planificación territorial, bien sea por su escala de trabajo, objetivos, o por su baja operatividad dentro del sistema de planificación andaluz.

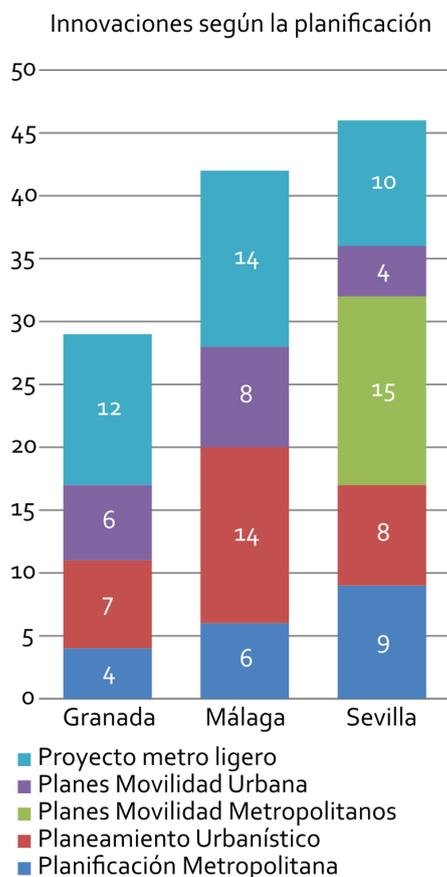


Figura 3. Innovaciones identificadas en los documentos de planificación.
Fuente: Adaptado de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

En cuanto a la distribución de esta batería de medidas por área metropolitana (Figura 4), según las tipologías previamente establecidas, es necesario mencionar que el caso de Sevilla es el que presenta un mayor número de las mismas; 46 innovaciones concentradas especialmente en innovaciones de tipo urbanístico, ambiental y de gestión+calidad, respectivamente. El segundo lugar corresponde al Área Metropolitana de Málaga con un total de 42, estando distribuidas también de forma mayoritaria entre innovaciones de tipo urbanístico y ambiental. Finalmente, el caso del Área Metropolitana de Granada es el que tiene un menor número de innovaciones (29 en total), resultado también, seguramente, de la menor madurez del proyecto con respecto a los otros dos ámbitos de estudio.

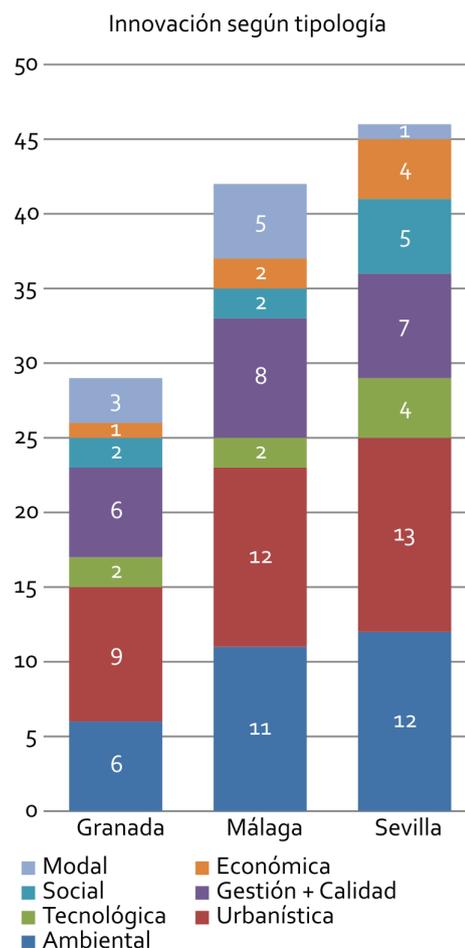


Figura 4. Innovaciones identificadas según tipologías.
Fuente: Adaptado de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

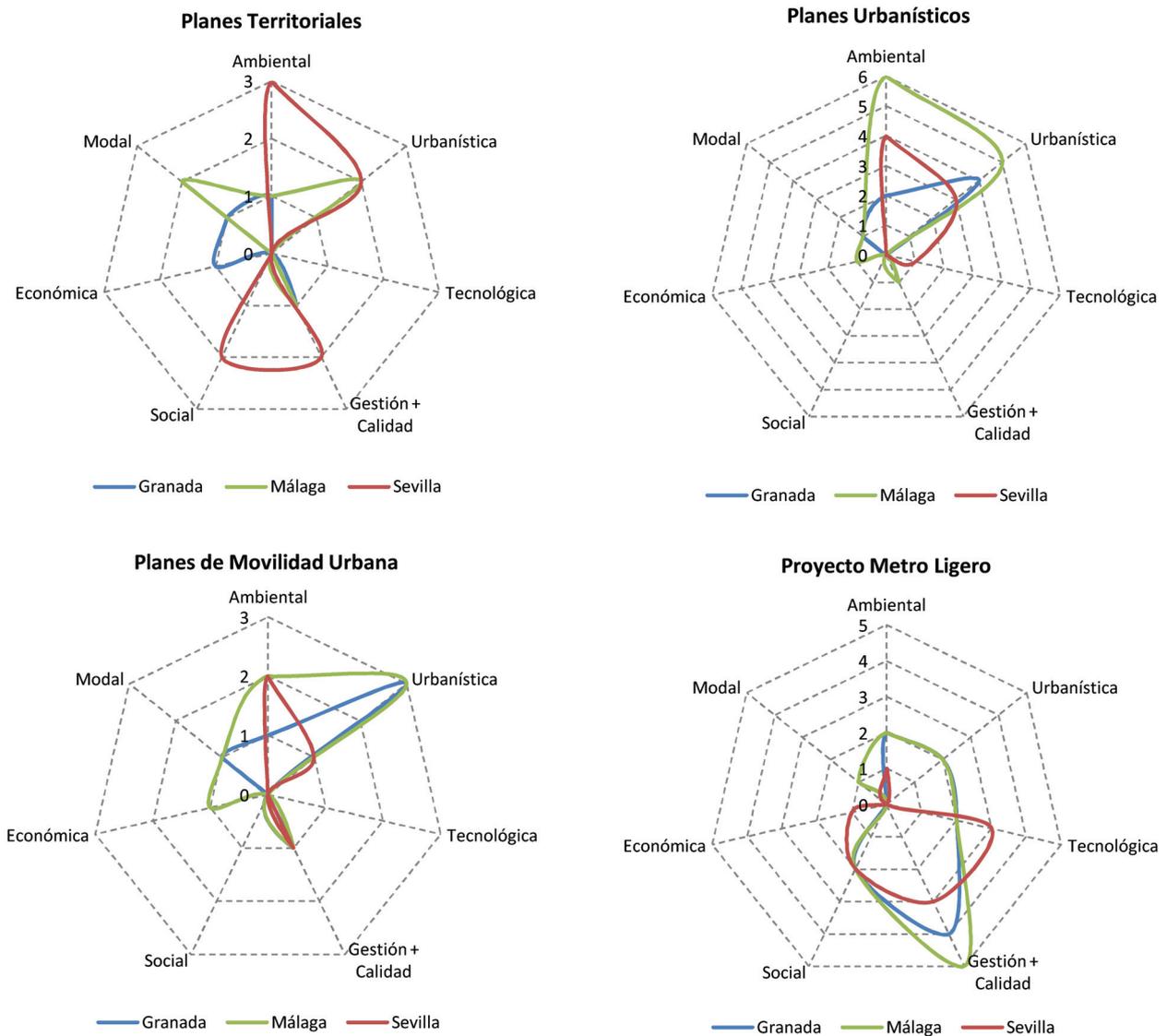


Figura 5. Número de innovaciones por tipología y ámbito geográfico.
Fuente: Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

Profundizando en la distribución de innovaciones en los respectivos planes y proyectos analizados (Figura 5), y excluyendo de la comparación el caso de los planes de movilidad metropolitanos (ya que es el Área Metropolitana de Sevilla el único que posee dicha figura, por tanto carece de posibilidad comparativa) puede verse cómo los planes territoriales son los que poseen mayores diferencias en la tipología de sus innovaciones entre unas áreas metropolitanas y otras. Así por ejemplo, el 33% de las innovaciones presentes en el plan territorial de Sevilla son de tipo ambiental, relacionadas especialmente con la disminución de la contaminación atmosférica y acústica, mientras que en Málaga predominan por igual las de tipo urbanístico y modal con un total del 66% de las innovaciones, estando fuertemente vinculadas con la generación de intercambiadores y criterios de ordenación que fomenten restricciones en el tráfico privado. Finalmente, en el caso del Área Metropolitana de Granada, se reparten con idéntica proporción (25%) dentro del plan territorial o metropolitano, innovaciones ambientales, de gestión+calidad, económicas y modales.

En el resto de figuras de planificación existe mayor homogeneidad entre las propuestas presentes en unos y otros ámbitos de estudio. En el caso concreto de los planes generales de ordenación urbana, predominan mayoritariamente las innovaciones de tipo urbanístico (66.6% Granada, 35.5% Málaga y 37.3% Sevilla) y ambiental (28% Granada, 42% Málaga y 50% Sevilla), estando fuertemente encaminadas al rediseño de la sección viaria por donde transcurren las líneas de metro ligero o con el fomento de una ordenación viaria que incremente las barreras al uso del automóvil privado.

En cuanto a los planes de movilidad urbana, estos poseen características similares a los planes generales de ordenación urbana, con un predominio de las innovaciones de tipo urbanístico, especialmente como consecuencia de su escala de trabajo. De esta forma, para el caso concreto de Granada, el 50% de las innovaciones son urbanísticas, derivadas del diseño, localización y gestión de aparcamientos, junto con el diseño de itinerarios peatonales en la línea de metro ligero. En el caso del plan de movilidad urbano de Málaga, destacan las innovaciones de carácter urbanístico y ambiental (25 y 37.8% respectivamente), predominando el fomento de una gestión más eficiente desde el punto de vista ambiental del uso de los aparcamientos, junto a un

diseño de la vía que fomente medios de movilidad alternativos, especialmente la bicicleta. Por último, el caso de Sevilla es similar a los dos anteriores, con el predominio de innovaciones tanto ambientales como urbanísticas.

Finalmente, existe una notable homogeneidad entre los distintos casos de estudio respecto a las medidas innovadoras generadas por los respectivos proyectos de metro ligero, donde destacan mayoritariamente las innovaciones de gestión+calidad, de manera especial en las Áreas Metropolitanas de Granada y Málaga (33 y 41% respectivamente), encaminadas de forma principal al incremento de las medidas de acceso, puntualidad e información ciudadana al transporte público. El caso de Sevilla es similar a los anteriores, pero además cobran protagonismo en su proyecto de metro ligero las innovaciones de carácter tecnológico (30%), fuertemente vinculadas al incremento de la seguridad para el viajero (por ejemplo los dispositivos de seguridad para acceso a trenes en paradas subterráneas).

Profundizando en las medidas innovadoras ambientales y urbanísticas, la figura 6 muestra el reparto de las medidas innovadoras de tipo urbanístico y ambiental por cada uno de los planes y proyectos consultados en cada área metropolitana. Cabe señalar especialmente, la mayor presencia de tales medidas en las áreas metropolitanas de Sevilla (38% de medidas urbanísticas y 41% de medidas ambientales) y Málaga (35% de medidas urbanísticas y 37% de medidas ambientales) con respecto a Granada (9% de las urbanísticas y el 6% de las ambientales). Por otro lado, conviene apuntar que dichas medidas urbanísticas y ambientales se identifican mayoritariamente en las figuras de planeamiento urbanístico, de la movilidad y proyectos de metro ligero (67% las de tipo urbanístico y 75% las de tipo ambiental), a diferencia de los planes con escala territorial, donde la aparición de tales medidas es mucho menor.

Por otra parte, el carácter espacial de la mayor parte de las medidas ambientales y urbanísticas las diferencia del resto, induciendo a analizar la influencia que sobre su viabilidad y éxito pueden tener determinados factores relacionados con la estructura de los entornos urbanos y los patrones de movilidad inducidos en términos de 3Ds: diversidad, densidad y/o diseño (Cervero y Kockelman, 1997, Cervero et al., 2009). En la mayoría de estas medidas innovadoras, su relación con factores como la diversidad, densidad y/o diseño urbano, se presenta como fundamental a la hora de introducir tales medidas en los espacios metropolitanos, por ejemplo, en torno a los trazados de los sistemas de metro ligero de Granada, Málaga y Sevilla. De esta manera, se podría decir que la densidad, la diversidad o el diseño son factores claves de cara a la posible viabilidad y/o éxito de tales innovaciones. Con el fin de ilustrar lo expuesto, la Tabla 5 muestra la conexión de cada una de las innovaciones urbanísticas y ambientales con cada una de las 3D's.

A la vista de las relaciones contenidas en la Tabla 5, se aprecia cómo, a diferencia de las medidas de tipo urbanístico, no todas las innovaciones ambientales están relacionadas con tales factores de diversidad, densidad y diseño, algo que ocurre con aquellas medidas ambientales con un carácter poco espacial, como por ejemplo, las relacionadas con la promoción de un uso de combustibles menos contaminantes. El resto de medidas de tipo ambiental, y especialmente orientadas a disminuir el efecto de determinados aspectos de la movilidad como el ruido o las emisiones atmosféricas, tendrían una mayor viabilidad en lugares con altas densidades de población, y más diversos en cuanto a su riqueza urbanística y tipo de actividades, ya que el efecto positivo de su implementación se vería reforzado en las condiciones descritas.

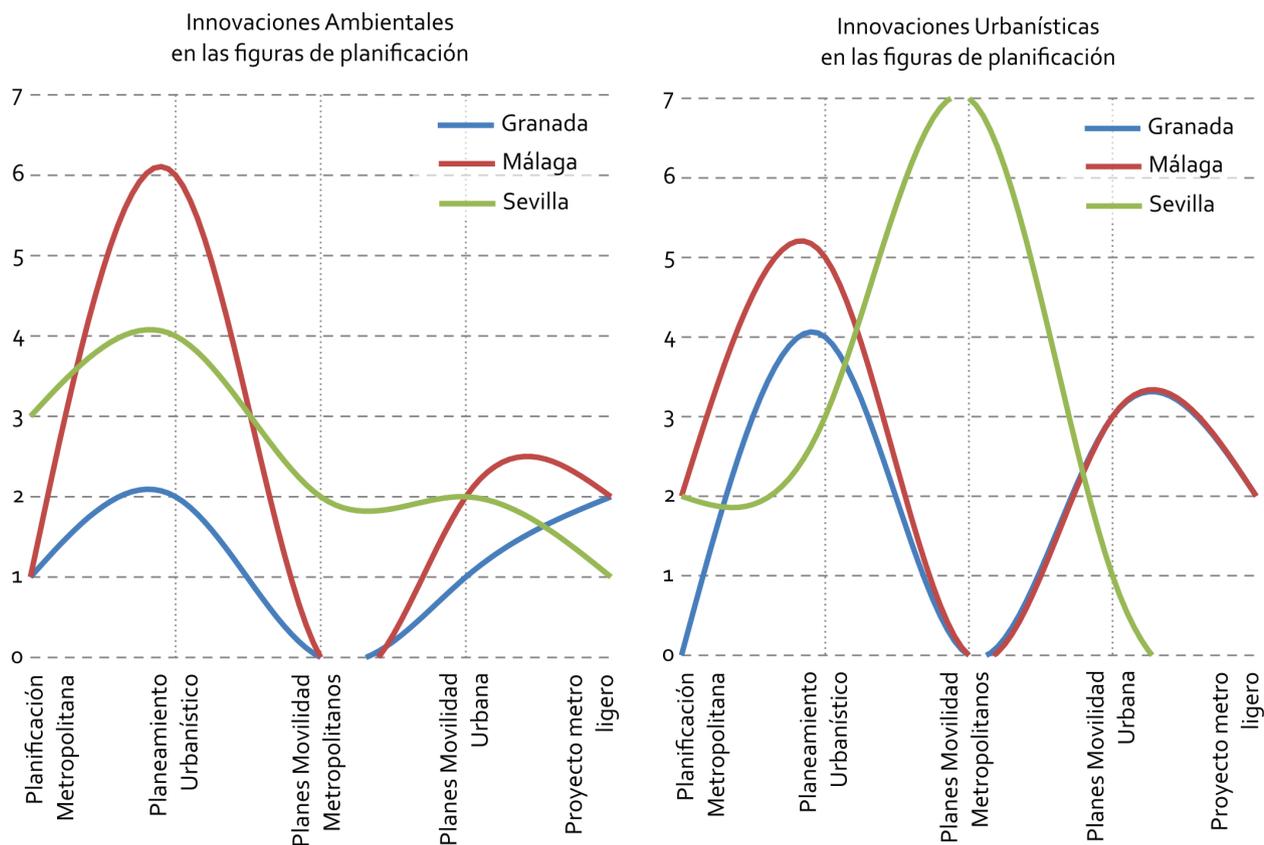


Figura 6. Medidas innovadoras de tipo urbanístico y ambiental por área metropolitana, plan y proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

En lo referente a las medidas de tipo urbanístico, se podría decir que existen un primer grupo de medidas vinculadas de una manera más específica a cuestiones relacionadas con la diversidad urbana, como por ejemplo, aquellas relativas a la localización de determinados tipos de equipamientos de transporte público o incluso de la localización del propio trazado de los sistemas de metro ligero. Un segundo grupo de medidas urbanísticas presentan una conexión directa con aspectos vinculados al di-

seño urbano y/o viario, como por ejemplo, las relacionadas con el aprovechamiento infraestructuras existentes o las relativas al uso de plataforma reservada para el transporte público y reparto modal de la vía. Finalmente, un último tipo de medidas son aquellas que guardan especial relación con la diversidad y densidad, especialmente las de restricción de tráfico rodado y promoción de itinerarios peatonales o red de carril bici.

Tabla 5.
Nivel de sinergia entre las medidas propuestas en los planes y proyectos evaluados

| | Planificación metropolitana | | | Planeamiento urbanístico | | | Plan de Movilidad metropolitana | | | Plan de movilidad urbano | | | Proyecto de metro ligero | | |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|----------|--------------------------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|--------------------------|----------|----------|--------------------------|----------|----------|
| | Granada | Málaga | Sevilla | Granada | Málaga | Sevilla | Granada | Málaga | Sevilla | Granada | Málaga | Sevilla | Granada | Málaga | Sevilla |
| Planificación metropolitana | Bajo | Medio | Muy bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo |
| Planeamiento urbanístico | Bajo | Bajo | Muy bajo | Medio | Medio | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Medio | Bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo |
| Plan de Movilidad metropolitana | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Muy bajo | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo |
| Plan de movilidad urbano | Medio | Bajo | Bajo | Medio | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Medio | Medio | Alto | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo |
| Proyecto de metro ligero | Muy bajo | Bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |

Alto

Medio

Bajo

Muy bajo

Fuente: elaboración propia a partir de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

5.

Sinergias y estrategias de integración

Caracterizadas las medidas innovadoras vinculadas a la implantación de los sistemas de metro ligero en las regiones de Granada, Málaga y Sevilla, cabe identificar las diferentes estrategias de integración de las medidas propuestas anteriormente, en concreto, aquellas que fomenten factores de éxito en la implantación de los sistemas de metro ligero y en consecuencia generen unos patrones de movilidad urbana y metropolitana más sostenibles.

Para determinar estas estrategias es necesaria una primera fase de identificación de las sinergias existentes entre las medidas expuestas anteriormente, y una segunda fase, donde en función del carácter sinérgico, las medidas son agrupadas constituyendo la base para el diseño de estrategias de integración potencialmente efectivas para contribuir a las pautas de movilidad sostenible.

La identificación de sinergias entre las diferentes medidas tienen como base los siguientes criterios (May y Roberts, 1995; Viera y Viegas, 2007):

- Mejora de la efectividad: la aplicación de una medida aumenta la efectividad de la otra.
- Mejora de la aceptabilidad: una medida incrementa la aceptación pública de otra.
- Mejora de la viabilidad económica: una medida aumenta la viabilidad económica de otras.

La Tabla 6 muestra la valoración del nivel de sinergia entre las medidas identificadas en cada plan y proyecto.

A la vista de esta valoración, se puede deducir que las Áreas Metropolitanas de Granada y Málaga son las que presentan un mayor grado de sinergia entre la totalidad de medidas propuestas, en comparación con el Área Metropolitana de Sevilla. De forma global estos resultados vienen a mostrar que a pesar de que en Sevilla se identifican una mayor batería de medidas vinculadas a la implantación del

sistema de metro ligero y a una política de movilidad sostenible, existe un menor grado de cohesión entre las mismas en comparación con los otros dos casos de estudio, Granada y Málaga, donde cabe atribuirles, en principio, una mayor correspondencia y cohesión entre las medidas.

Otro aspecto importante a resaltar de los resultados mostrados en el Tabla 5, es la forma en que tales sinergias se producen entre las diferentes escalas (regional, urbana y proyectual) ofreciendo una idea del grado de complementariedad entre escalas y planes. De este modo, a mayor nivel de sinergias entre dichas escalas se podría hablar de una propuesta de integración del sistema de metro ligero y apuesta por la movilidad sostenible más cohesionada en su conjunto. Así pues, el Área Metropolitana de Sevilla es la región de estudio que posee una mayor complementariedad entre la escala regional y urbana (presentando un nivel de sinergias medio-alto), a diferencia de los casos de Granada y Málaga, ambos con un nivel de sinergia bajo. Por otro lado, Sevilla posee menor complementariedad de las medidas propuestas entre la escala urbana y proyectual (nivel muy bajo), en comparación con los casos de Málaga y Granada (nivel medio de sinergias entre dichas escalas).

En función de la identificación de sinergias existentes, es posible agrupar las diferentes medidas en cinco estrategias de integración: de diseño urbano, de calidad ambiental, de accesibilidad a la red de transporte público, de intermodalidad y de gestión eficiente (ver Tabla 6), señalando la potencial relación de cada una de estas medidas con los criterios de mejora de las sinergias (efectividad, aceptabilidad, viabilidad económica). Tales estrategias son planteadas a modo de ejes estructurantes de la movilidad y el desarrollo metropolitano urbano, de modo que puedan ser útiles para fomentar externalidades positivas como consecuencia de la implantación de los sistemas de metro ligero. Cada una de estas estrategias viene definida por los siguientes aspectos:

- Calidad ambiental: basada fundamentalmente en alcanzar un balance ambiental positivo de la movilidad, en relación con la utilización de recursos y energía y la emisión de residuos de diferente tipo.
- Diseño urbano: como factor clave para hacer eficiente tanto la propia implantación de los sistemas de metro ligero, así como hacer viables unas pautas de movilidad más sostenible.
- Gestión eficiente: que garantice un funcionamiento eficiente de los diferentes sistemas de transporte público haciendo de ellos una alternativa real al uso del automóvil.
- Accesibilidad: como factor que convierte a la red de transporte público en un elemento accesible y seguro a todos los ciudadanos y regiones metropolitanas.
- Intermodalidad: que constituye un instrumento básico a partir del cual estructurar el diseño de la red de transporte metropolitana.

A la vista de la Tabla 6 resulta reseñable que las medidas de tipo ambiental y urbanístico son las que forman parte de una mayor número de estrategias (aunque con una destacada presencia en las estrategias de diseño urbano y calidad ambiental), básicamente debido a su fuerte carácter transversal, siendo esta una situación similar en las tres regiones metropolitanas.

Por otra parte, las innovaciones clasificadas como sociales, económicas, de gestión-calidad y tecnológicas, son fundamentales para la generación de sinergias que fomenten estrategias de integración basadas en la gestión eficiente, mientras que las medidas basadas en la modalidad son claves para el fomento de acciones de integración fundamentadas en la accesibilidad y la intermodalidad.

Finalmente, respecto al diseño e implantación de medidas en cada estrategia de integración es posible establecer una serie de líneas de acción (Tabla 7).

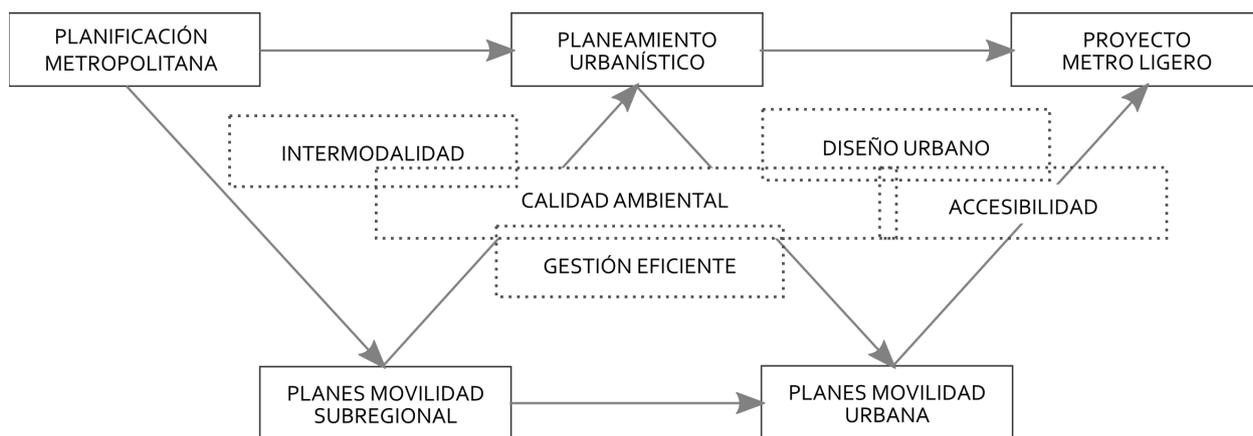


Figura 7. Figuras de planificación, escalas y estrategias.
Fuente: adaptado de Valenzuela, Soria y Talavera (2011)

Tabla 6.
Definición estratégica de integración a partir de las medidas identificadas y su carácter sinérgico

| ESTRATEGIAS | AMBIENTAL | | | | | | | | | URBANÍSTICA | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|---|----------|-----------------------------------|-----------------------------|---|---|---|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|---|-----------------|----------------------------------|--|--------------------------------|---|---|------------------------|-------------------------------------|--|---|
| | Restricción de acceso a vehículos de altas emisiones | Desaturación sonora por restricción de tráfico rodado | Red bici | Apantallamiento vegetal del ruido | Diseño asfáltico absorbente | Promoción de tubos de escapes insonoros | Apantallamiento acústico arquitectónico | Promoción de combustibles menos contaminantes | Bicicleta pública para alquiler | Uso de energía solar | Rediseño del Vial con preferencia para el peatón | Diseño de aparcamientos exclusivos para Motos y bicicletas en zonas congestionadas | Nuevos desarrollos urbanos sujetos movilidad en transporte público | Relocalización de aparcamientos de zonas saturadas | Diseño de aparcamientos ligados a estaciones intermodales | Peatonalización | Reducción aparcamientos rotación | Aparcamientos de uso exclusivo para usuarios de transporte público | Disminución del efecto barrera | Plataformas reservadas para el transporte público | Aprovechamiento infraestructuras existentes | Itinerarios peatonales | Diseño de aparcamientos disuasorios | Diseño de aparcamientos bici ligados a estaciones intermodales | |
| ESTRATEGIAS | CALIDAD AMBIENTAL | GRANADA | • | • | • | | | | | | • | | | | | • | • | | | | | | | | |
| | | MÁLAGA | • | • | • | • | • | | | • | • | | | | | • | • | | | | | | | | |
| | | SEVILLA | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | • | | | | | • | | | | • | | | |
| | DISEÑO URBANO | GRANADA | | | | | | | | | • | | | • | • | • | • | | | | | | | | |
| | | MÁLAGA | | | | • | | | | | • | | | • | • | • | • | • | | | | | | • | • |
| | | SEVILLA | | | | • | | • | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | • | | |
| | GESTIÓN EFICIENTE | GRANADA | • | • | | | | | | | | | | | | | • | | | | | | | | |
| | | MÁLAGA | • | • | | | | | • | | | | | | | | • | • | | | | | | | |
| | | SEVILLA | • | • | | | | | • | | | | | | | | • | • | | | | | | | |
| | ACCESIBILIDAD | GRANADA | | | | | | | | | • | | | • | • | • | • | | | | | | | | |
| | | MÁLAGA | | | | | | | • | | • | | | • | • | • | • | • | | | | | | | • |
| | | SEVILLA | | | | | | | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | • | | |
| | INTERMODALIDAD | GRANADA | • | | • | | | | | | • | | | | • | | | | | | | | | | |
| | | MÁLAGA | • | | • | | | | • | | • | | | | • | | | • | | | | | | | • |
| | | SEVILLA | • | | • | | | | • | | • | | | | • | | | • | | | | | • | | |
| | EFFECTIVIDAD | | X | | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| | ACEPTABILIDAD | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| | VIABILIDAD ECONÓMICA | | | | | | | | X | | | | X | | | | | X | | X | | | | | |

Fuente: Valenzuela, Soria y Talavera (2011).

Tabla 7.
Ejemplos de medidas según la estrategia y línea de acción

Estrategia de integración de calidad ambiental

| Control de emisiones atmosféricas | Control de la contaminación acústica | Eficiencia energética y de recursos |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Restricción de acceso a vehículos de alta emisión • Reducción de aparcamientos de rotación • Tarificación de acceso para no residentes | <ul style="list-style-type: none"> • Restricción de acceso a vehículos en vías saturadas acústicamente • Concienciación ciudadana | <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de energías alternativas • Diseño de itinerarios peatonales • Implantación de una red de carril bici |

Estrategia de integración de diseño urbano

| Intervenciones en suelo no consolidado | Intervenciones en suelo consolidado |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Patrón de ocupación del suelo | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor reparto modal de la vía • Sección viaria con menor efecto barrera y mayor prioridad al peatón. |

Estrategia de integración de accesibilidad

| Trazado de metro ligero | Acceso al transporte público desde vehículo privado |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación a las principales centralidades | <ul style="list-style-type: none"> • creación de aparcamientos disuasorios |

Fuente: elaboración propia a partir de Valenzuela, Soria y Talavera (2011).

6. Conclusiones

El análisis global de los planes considerados y, en concreto, la valoración de las medidas innovadoras propuestas en los mismos, vienen a evidenciar que no hay una política o unos principios de integración entre las propuestas vinculables a favor de unas pautas de movilidad sostenible. Este hecho viene determinado por la falta de objetivos y principios explícitos en los planes urbanísticos y territoriales respecto a la capacidad estructurante de los metros ligeros como un modelo alternativo de movilidad urbana. Lo mismo puede decirse en sentido contrario; se echa en falta una mayor visión integrada de los estudios, documentos informativos y proyectos elaborados para la implantación de los sistemas de metro ligero.

Las causas de esta situación obedecen tanto a razones suficientemente conocidas y escasamente afrontadas -por la tradicional separación entre infraestructuras y urbanismo-, como a la escasa coordinación entre planes y proyectos metropolitanos dada la ausencia de una verdadera gobernanza metropolitana que impulse y coordine estrategias de integración. Esto es lo que sucede por ejemplo con los consorcios de transporte metropolitano, cuyo enfoque técnico y ámbito administrativo de gestión resultan de carácter reduccionista y excesivamente sectorial.

En este sentido, son apreciables las muestras de sinergias que parecen explícitas entre planes y proyectos, pero el contraste entre las propuestas de unos y otros documentos revela aún más la escasez de ciertas medidas innovadoras, al igual que el enorme potencial sinérgico que aún hay que recorrer a la vista del cuadro relacional establecido entre medidas identificadas y estrategias de integración.

Respecto a las áreas metropolitanas, queda claro que el área de Sevilla es la que presenta un mayor número de medidas innovadoras seguida de las áreas de Málaga y Granada, respectivamente, lo cual está muy relacionado con el nivel de madurez de los proyectos de metro ligero en cada uno de los ámbitos de estudio, así como con la existencia de instrumentos y órganos de gestión que favorecen la adopción de este tipo de medidas. Las innovaciones urbanísticas son las que tienen una mayor presencia en los diferentes planes, seguidas de las innovaciones ambientales y las relativas a la gestión y calidad, quedando estas tres distantes del resto de tipologías de innovaciones (sociales, modales, económicas y tecnológicas).

Se evidencia, por tanto, la necesidad de profundizar aún bastante en la aplicación y desarrollo de modelos conceptuales tales como el de multi-instrumentalidad, que constituye una vía idónea y necesaria para aprovechar el escenario introducido por los sistemas de metro ligero para proyectar una movilidad más sostenible, desde una decidida concertación económica, urbanística, administrativa y metodológica que favorezca el fomento de buenas prácticas y factores de éxito explorados, entre otros por ejemplo: corredores urbanos dotacionales, difusión de la peatonalización, diseño urbano de la intermodalidad, articulación metropolitana, idoneidad urbana para la innovación o zonificación de las sinergias.

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.

Título:

ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA DISTANCIA PEATONAL AL TRANSPORTE PÚBLICO: HACIA UN ENFOQUE MÁS INTEGRADOR

Estado:

En prensa

Revista:

ACE. Arquitectura, Ciudad y Entorno

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| | | | - |

Autores

Talavera-García, R. y Valenzuela-Montes, L.M.

Revista indexada en:

Avery Index

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| - | - | 0,11 | Q4 |

Análisis conceptual de la distancia peatonal al transporte público: Hacia un enfoque más integrador

RESUMEN

La accesibilidad, basada en medidas derivadas de la distancia peatonal, se considera una estrategia para la integración del transporte público en los entornos urbanos. En este artículo se aporta una revisión original para analizar el concepto de distancia peatonal y su evolución en el tiempo, llevando a cabo un repaso de la literatura científica para indagar sobre: la evolución de diversos enfoques del concepto de distancia peatonal; su planteamiento según diferentes modos de transporte; el tipo de medida que se utiliza, las distancias peatonales que se consideran; y los factores ligados a la distancia peatonal que son tenidos en cuenta. A partir de ahí, los resultados obtenidos muestran cómo el metro ligero y el autobús tienen un mayor potencial de integración urbana, ya que en estos medios de transporte se lleva a cabo una evaluación de la distancia peatonal frecuentemente basada en consultas a la población y considerando un mayor número de factores ligados a la distancia peatonal. El artículo concluye evidenciando la necesidad de incorporar indicadores relativos al entorno urbano y la población para evaluar la accesibilidad basada en la distancia peatonal al transporte público, de tal modo que se fomenten redes de transporte más integradas ambientalmente y que respondan mejor a las necesidades de los usuarios.

Palabras clave: Transporte público; caminar; accesibilidad; diseño urbano.

ABSTRACT

The accessibility, based on measures derived from walking distance, is considered to be a strategy for public transport integration in urban environments. This article provides an original review to analyse the concept of walking distance and its evolution over time, undertaking a literature review about: the evolution in the different approaches on the concept of walking distance; its implications within the context of different transport modes; the type of measure in use; the distances considered; and the factors linked to walking distance that are taken into account. The results obtained show how light rail systems and urban bus transit have a greater urban integration potential. These transport modes tend to consider walking distance based on survey systems and considering a high number of factors linked to walking distance. The article concludes making clear the need to incorporate indicators related to the urban environment and the population in the assessment of the accessibility based on walking distance to public transport. This is expected to promote more environmentally integrated transport networks able to better meet the needs of users.

Key words: Public Transport; walking; accessibility; urban design.

1 ■ Introducción

La movilidad peatonal ha ganado importancia para el éxito de las ciudades en términos económicos, sociales, ambientales y políticos (ARUP Group 2016; Litman 2016; Lamiquiz-Dauden, Pozueta-Echavarrí y Porto Schettino 2009; van de Coevering y Schwanen 2006). Siendo además una pieza clave para el éxito del sistema de transporte público debido a que son los desplazamientos a pie los que alimentan el transporte público, así como también son a pie los desplazamientos finales para acceder a la vivienda, los puestos de trabajo o demás centralidades urbanas. De ahí que la distancia peatonal a la parada de transporte público condicione la propia accesibilidad a las mismas, por ser la base de las diferentes medidas, como por ejemplo, la medida de cobertura, la de contorno o las de nivel de servicio.

En este sentido la planificación orientada al transporte, también conocida como TOD's (Transit Oriented Development), establece, entre sus principios, distancias peatonales de entre 400 y 800 metros ($\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ milla respectivamente) según el modo de transporte y destino, a partir de las cuales se generan diferentes medidas de accesibilidad como, por ejemplo, la cobertura de parada (Guerra, Cervero y Tischer 2011; O'Sullivan y Morrall 1996). No obstante, a pesar del consenso general (promedio) a la hora de establecer una distancia peatonal a las paradas de transporte público o la generación de niveles de servicio a partir de dichas distancias, el concepto de distancia peatonal no es un concepto cerrado ni estático y son varios los autores que analizan y discuten desde hace tiempo la necesidad de incluir medidas enfocadas a reforzar los desplazamientos a pie, mediante el diseño urbano, como requisito para el éxito en la integración de los modos de transporte público en la ciudad (Cervero y Kockelman 1997; Hass-Klau y Crampton 2002; Olszewski y Wibowo 2005; Valenzuela-Montes et al. 2011). Además, dicha distancia peatonal puede variar o matizarse en función de características demográficas (Hess 2012) así como de características de diseño urbano (Ewing y Cervero 2010). Estas variaciones en la distancia peatonal sobre las que se evalúan las coberturas de paradas pueden dar lugar

a que en ocasiones los niveles de servicio establecidos se vean sobrepasados por la realidad (Bhuyan y Nayak 2013). A su vez, esta modificación se produce por la propia idiosincrasia del peatón, que le permite al mismo tiempo desplazarse y establecer interacciones tanto sociales como económicas (Venturi, Brown y Izenour 1977) con otros peatones (Gehl 1971) y con el entorno (Jacobs 1993).

Así pues, cabe plantearse algunas cuestiones clave respecto a la distancia peatonal al transporte público, ¿es la distancia de entre 400 y 800 metros adecuada como medida de accesibilidad para todos los modos y en todas las circunstancias? ¿Condiciona la distancia peatonal, como medida de accesibilidad, la integración del transporte público? Además, surgen otras cuestiones secundarias como, ¿qué modo de transporte público posee un mayor vínculo con el entorno urbano y social, y por tanto, una mayor integración? o ¿qué factores favorecen una mayor integración del transporte público respecto a la accesibilidad peatonal?

Por todo lo anteriormente comentado resulta oportuna una revisión, a través de la bibliografía especializada, del concepto de distancia peatonal y su relación con el transporte público. Esta revisión pretende generar conocimiento para contribuir a mejorar la integración del transporte público en la ciudad, a través de enfoques, referencias y estándares (guía y artículos), marcándose para ello el objetivo principal de la evaluación y evolución conceptual de las distancias peatonales consideradas para cada modo de transporte, así como la identificación de los factores que se relacionan con dicha distancia peatonal al transporte público.

El presente artículo presenta a continuación un apartado en el cual se analiza el estado del arte del concepto de distancia peatonal y su relación con diversos conceptos de la planificación urbana y del transporte. Posteriormente se presenta la metodología seguida para la revisión bibliográfica y de manuales. Le sigue el análisis de los resultados obtenidos, así como la discusión de los mismos. Fi-

nalmente estaría el apartado de conclusiones y de líneas de progreso planteadas a partir del presente artículo.

2. Antecedentes: La distancia peatonal en el contexto de la integración espacial del transporte público

La distancia peatonal es la base de diversas medidas de accesibilidad como las medidas de cobertura, medidas del nivel de servicio o medidas gravitacionales. Por consiguiente, y dado que la accesibilidad es una potencial estrategia para la integración espacial del transporte público, la distancia peatonal posee una fuerte vinculación con dicha integración. Además, dicha distancia se encuentra vinculada por un lado a la propia persona que se desplaza a pie, y por otro al entorno construido por el cual se camina. Todas estas relaciones que se establecen resultan de especial importancia para planificar modos

de transporte público más integrados, eficientes y sostenibles. Con este contexto, y tomando como referencia los trabajos realizados por El-Geneidy et al. (2014) y Park, Deakin y Jang (2015) según los cuales la distancia peatonal a las paradas de transporte público difieren de la preestablecida, se trata de evaluar qué cuestiones se encuentran tras dicha variabilidad en la distancia y su repercusión a la hora de integrar el transporte público en el entorno urbano. A continuación, se comentan con mayor detalle todas las relaciones anteriormente mencionadas.

2.1. Una planificación de la movilidad más sostenible

La alta dependencia del automóvil (Dupuy 1999; Newman y Kenworthy 1999) junto a las dinámicas territoriales de deslocalización de usos residenciales y desarrollo de entramado viario (Curtis, Renne y Bertolini 2009), ha dado lugar a la transformación de muchas ciudades y áreas metropolitanas (Miralles-Guasch y Cebollada 2009). Estas transformaciones han supuesto un cambio en la movilidad urbana que ha generado altos costes urbanos, ambientales y sociales (Banister 2005; Geurs, Boon y Van Wee 2008; Traversi, Camagni y Nijkamp 2006) a los cuales es necesario dar respuesta mediante modelos de movilidad más sostenibles (Pozueta y Ojauguren 2005). Bajo el paradigma de la sostenibilidad cabe destacar algunas premisas para una movilidad más sostenible (Banister 2008) centrados en la relación peatón y transporte público, como son: la planificación más orientada al ciudadano, en la que el concepto de proximidad y movilidad local sea central (Lamiquiz-Dauden, Pozueta-Echavarri y Porto-Schettino 2009); transformar las calles en espacios públicos en los que los ciudadanos puedan

interactuar; evaluación de la accesibilidad considerando aspectos ambientales y urbanísticos; e integración de tráfico y peatones; o incluso también externalidades positivas para la salud (Shay et al. 2009; Stokes, MacDonald y Ridgeway 2008).

Es por tanto necesario, a la vista de lo anteriormente comentado, seguir progresando sobre la demanda científica y proyectual, aún pendiente, de integración entre la planificación urbanística y de la movilidad para desarrollar modelos más eficientes (Bertolini 2012; Bertolini, Clercq y Straatemeier 2008).

2.2. La integración urbana del transporte público

Bajo una perspectiva del ambiente construido de la movilidad es donde modos de transporte como los metros ligeros -LRT, por sus siglas en inglés- (Ferbrache y Knowles 2016) o los autobuses rápidos –BRT, por sus siglas en inglés- (Munoz-Raskin 2010), a pesar de no estar exentos de dificultades a todos los niveles (Hidalgo y Graftieaux 2008), se erigen como modos de alta capacidad para la integración y articulación en las ciudades, aportando accesibilidad y equidad (Nikitas y Karlsson 2015; Victoria Transport Policy Institute 2015a). No obstante, para alcanzar dicha integración es necesario que se cumplan una serie de recomendaciones enfocadas a tal finalidad (por ejemplo, regeneración urbana o integración modal entre otras) (Hass-Klau y Crampton 2002). Además, exige la implicación de todos los niveles de la planificación, tanto urbanística y territorial, como de la movilidad, para así propiciar las innovaciones y sinergias necesarias para que la integración de los nuevos modos de transporte como el metro ligero tenga el efecto deseado sobre la movilidad (Valenzuela-Montes et al. 2011). Es precisamente en este marco, donde focalizar sobre la accesibilidad, y por extensión sobre la distancia peatonal, supone una buena estrategia para la integración urbana del transporte público (Bertolini 2012; Bertolini et al. 2005; Valenzuela-Montes et al. 2011).

Además, es necesario que el propio proyecto de transporte público tenga en cuenta una serie de indicadores y factores de éxito de la integración del transporte público y que en su mayoría hacen referencia a la relación de las paradas y su entorno (tanto construido como sociodemográfico). Desde el Victoria Transport Policy Institute (2015b) señalan la necesidad de desarrollos urbanos con calidad y densidad en el entorno de 500 metros de la parada, calidad de las condiciones para caminar y disponibilidad de viviendas. En esta línea, la localización de las paradas suponen unos de los aspectos más importantes para la integración del transporte público, ya que es en estos puntos en los que existen unos flujos de subida y bajada de peatones que van a interactuar con el entorno, dando lugar a que estos entornos de movilidad funcionen de manera diferente en función de las características propias de flujos de tráfico, densidades residenciales, y usos del suelo (Soria-Lara 2011). Si bien en todos los tipos de entornos de movilidad (Bertolini y Dijst 2003) el peatón tiene un papel relevante por alimentar el transporte público, es en concreto en los entornos de movilidad local o de proximidad, donde el tipo de entorno en el que la relación peatón-entorno juega un papel más destacado (Marquet y Miralles-Guasch 2015; Talavera-García y Soria-Lara 2015).

2.3. El entorno de parada

A la vista de lo expuesto en los epígrafes precedentes, según los cuales es necesaria una mejor integración del transporte público para una movilidad más sostenible, la parada de transporte público es una de las cuestiones principales en los proyectos de transporte público. Además, es necesario que, como destaca Vuchic (2005), la ubicación de la parada responda a criterios de accesibilidad, como generar la mayor cobertura posible y atracción de la máxima población, y de planificación orientada

al transporte (Victoria Transport Policy Institute 2015b). En este punto el concepto de distancia peatonal cobra una importancia capital, ya que es la base de las medidas de accesibilidad a dicho modo de transporte. En este contexto, debe entenderse la accesibilidad como la intensidad de posibilidades para la interacción (Hansen 1959) y el intercambio (Engwicht 1993), que puede evaluarse desde diferentes medidas (Geurs y van Wee 2004).

Dicha definición de accesibilidad posee unos matices que se han diluido hacia una definición basada únicamente en la distancia o el tiempo, pero que tienen un notable interés en la actualidad como es el concepto de interacción peatón-entorno (Valenzuela-Montes y Talavera-García 2015). En esta línea Gehl (1971, p 137) señala la importancia de tener en consideración una distancia aceptable en la que se tenga en cuenta la calidad de la distancia, más allá de la mera medida de distancia. Por tanto, sería lógico pensar que los entornos cuyas características sean favorables (calidad) a la movilidad peatonal, son capaces de ser entornos que pueden generar más atracción hacia la parada de transporte público, más allá de la concepción de cobertura basada en una distancia peatonal preestablecida (El-Geneidy et al. 2014; Olszewski y Wibowo 2005; Rodríguez, Brisson y Estupiñán 2009). En consecuencia, dichas paradas poseerán mejores niveles de servicio peatonal lo que tendrá como resultado un mayor uso de ese transporte público (Estupiñán y Rodríguez 2008).

Dado que el entorno construido condiciona la accesibilidad al transporte público y en general la movilidad peatonal (Cervero et al. 2009; Forsyth et al. 2008; Owen et al. 2004) conocer los factores del diseño urbano que más contribuyen a generar dicha movilidad peatonal y accesibilidad al transporte público parece relevante. A este respecto, son varios los autores que analizan diversos factores del diseño urbano, desde distintas perspectivas y enfoques (Alfonzo et al. 2008; Bentley, Jolley y Kavanagh 2010; Cervero et al. 2009; Ferrer, Ruiz y Mars 2015; Forsyth et al. 2009). Dichos factores en ocasiones pueden ser valorados como más importantes que la propia distancia, por lo que deben ser tenidos en cuenta a la hora de mejorar la accesibilidad y los niveles de servicio del transporte público en pro de una mayor integración y eficiencia.

2.4. Los peatones como usuarios potenciales del transporte público

Llegados a este punto parece evidente que el entorno desempeña un papel decisivo de acuerdo a los factores que pueden hacer que la distancia peatonal al transporte público varíe (Park, Deakin y Jang 2015). En este sentido, la movilidad peatonal es única ya que el peatón tiene una fuerte relación con el entorno a través de sus sentidos, interactúa con otros peatones (Gehl, 1971), participa de las actividades comerciales y culturales presentes en las calles (Venturi, Brown y Izenour, 1998), o simplemente disfruta del entorno natural y construido que lo rodea (Jacobs 1993).

No obstante, conocer la influencia que posee cada uno de los factores de diseño urbano sobre la movilidad y accesibilidad peatonal no está carente de dificultad, ya que es necesario que la percepción subjetiva y de las necesidades del peatón se traduzcan en factores objetivos y cuantificables (Ewing y Handy 2009; McCormack et al. 2008). Necesidades como la accesibilidad, la seguridad, el confort y la atracción que deben ser además satisfechas de manera secuencial para que tenga lugar la acción de

caminar por parte del peatón (Alfonzo 2005; Alfonzo et al. 2008).

Por otra parte, dichas percepciones y necesidades de los peatones, que determinan la acción de caminar y por consiguiente el acceso al transporte público, están determinadas por características socio-demográficas de la población como edad, sexo o raza, entre otras (Hess 2012; Lee et al. 2012; Owen et al. 2004).

2.5. Hacia medias integradoras de accesibilidad peatonal al transporte público

A la vista de los epígrafes anteriores y a modo de resumen, la integración y eficiencia del transporte público necesita de herramientas y métodos de análisis que refuercen la consideración tanto del entorno de las paradas de transporte público como de la población demandante que reside en dichos entornos a la hora de analizar la cobertura de parada y los niveles de servicio. De tal forma que se

pueda contribuir a la transferencia de la teoría a la práctica de la planificación de la movilidad mediante proyectos que favorezcan la integración real de los sistemas de transporte público. Con esta intención, la presente revisión procura evaluar, cómo se utiliza la distancia peatonal en los diferentes modos de transporte y qué cuestiones vinculadas a dicha distancia se tienen en cuenta.

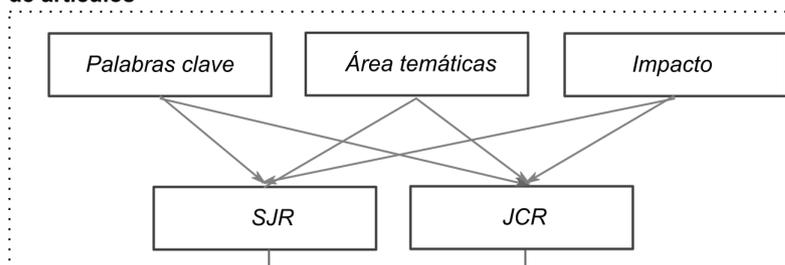
3. Metodología de revisión

Para entender la evolución en el concepto de distancia peatonal se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica en dos de las bases de datos bibliográficas más relevantes como son Web of Science y Scopus (por su impacto científico y potencial transferencia). Dicha revisión analiza aquellas referencias que incluyen el concepto "walking distance" o "distancia peatonal" en su título, resumen o palabras clave. Para el concepto en español no se han obtenido resultados (Figura 1). Además, se ha limitado la búsqueda para centrarse exclusivamente en artículos publicados en revistas especializadas, siendo además dichas revistas acotadas a las áreas temáticas más afines al objeto de estudio (Tabla 1). En resumen, la búsqueda bibliográfica ha requerido de una búsqueda transversal que cubra en la medida de lo posible todos aquellos aspectos que coinciden en la movilidad peatonal y el acceso a la parada de transporte.

En este punto, cabe comentar que, aunque en el título del presente artículo se hace referencia a la dis-

tancia peatonal al transporte público, se ha querido llevar a cabo una revisión con una mayor amplitud de miras, incluyendo artículos que relacionan la distancia peatonal con otros destinos. Esta decisión ha sido tomada con el objetivo de enriquecer el análisis del concepto y evaluar su aplicabilidad en

Selección de artículos



Clasificación del contenido

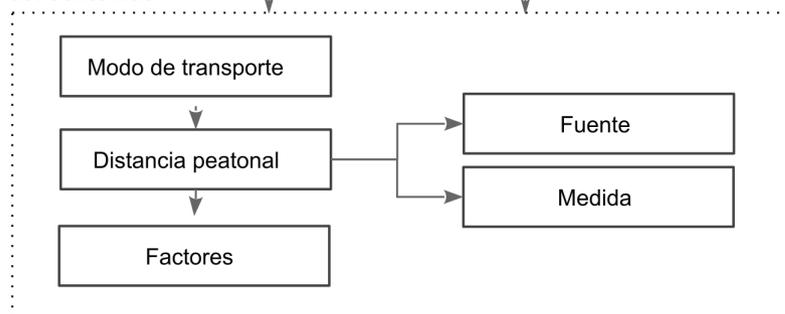


Figura 1. Esquema metodológico.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 1.
Resumen de los criterios seguidos para la obtención de los artículos analizados

| Base de datos | Scopus | Web of Science |
|--|---|---|
| Palabras | "walking distance" | |
| Tipo de campo | Título Resumen Palabras clave | Título Resumen Palabras clave |
| Años | 1966 – 2016 | |
| Tipo de documento | Artículos | |
| Grupo temático | Ciencias sociales y humanidades | Ciencias sociales |
| Área temática | Ciencias sociales Ingeniería Ciencias ambientales | Transporte Geografía Estudios urbanos Estudios ambientales |
| Num. artículos | 80 | 89 |
| Total (no duplicado) | 123 | |
| Contribución a la revisión *(presente en ambos) | 33,33 % (+ 42,86 %)* | 23,81 % (+ 42,86 %)* |

Fuente: elaboración propia

la planificación del transporte, ya que la distancia peatonal también debe tenerse en consideración, por ejemplo, para alcanzar distintas centralidades desde el transporte público. Una vez hecha esta salvedad, y excluyendo aquellos artículos muy alejados al objeto de estudio (como medicina interna, prótesis, etc.) se han obtenido un total de 84 artículos que serán la base del análisis cuyos resultados se muestran en el siguiente epígrafe. Del total de artículos, el 33,33% corresponden a artículos SJR (Scimago Journal Rank), el 23,81% a artículos JCR (Journal Citation Reports) y el 42,86% son artículos que se hallan presentes tanto en SJR como en JCR.

Obtenidos los artículos que formarán parte de la revisión, el análisis se realiza en dos etapas: una primera, concerniente a aspectos más generales de los artículos revisados como son los años de publicación y las palabras claves utilizadas en los artículos revisados, con el fin de identificar aquellos conceptos que con mayor frecuencia se asocian a la

distancia peatonal; y una segunda etapa, en la que se analiza el contenido de los artículos mediante análisis estadísticos descriptivos como las medidas de tendencia central y dispersión, y de frecuencia. De modo que permita identificar y cuantificar la frecuencia con que se vincula el concepto de distancia peatonal a cada uno de los modos de transporte, la forma en la que dicha medida se ha obtenido o tipo de medida, la tendencia central y dispersión de la distancia peatonal en función del modo de transporte y tipo de medida, y la frecuencia en la asociación de los diversos factores identificados en los artículos vinculados a la distancia peatonal. Esta selección de criterios, sobre los que llevar a cabo los análisis, trata de identificar la variabilidad en la medida de la distancia y sus posibles causas, ya se deban al propio modo de medida (tipo de medida) o a cuestiones externas a la medida pero que la influyen (factores)

4. Resultados

A continuación, se analizan los resultados obtenidos de la revisión llevada a cabo estructurando la misma en cuatro bloques correspondiente a aspectos generales en el uso del concepto, el uso del concepto según los modos de transporte, la propia medida de la distancia utilizada y finalmente la relación entre la distancia y el entorno urbano.

4.1 Frecuencia bibliográfica de la “distancia peatonal” y conexiones con otros conceptos.

Cómo punto de partida en el análisis de los resultados obtenidos, en el presente bloque se analiza la evolución temporal de los artículos revisados, los cuales muestran una tendencia al alza en el número de artículos que incluyen el concepto de distancia peatonal, llegando a un pico de máximo en el año 2015, lo que pone de manifiesto la cada vez mayor relevancia que posee el peatón y la distancia que este debe recorrer para alcanzar tanto las paradas de transporte público, como diferentes centralidades urbanas (Figura 2).

Por otra parte, el análisis de las relaciones entre palabras claves de los artículos evaluados muestra una gran variedad de conceptos relacionados con la distancia peatonal entre las que destacan por su frecuencia de aparición conceptos como caminar, accesibilidad, entorno construido, transporte público, transporte o comportamiento de viaje, entre otros.

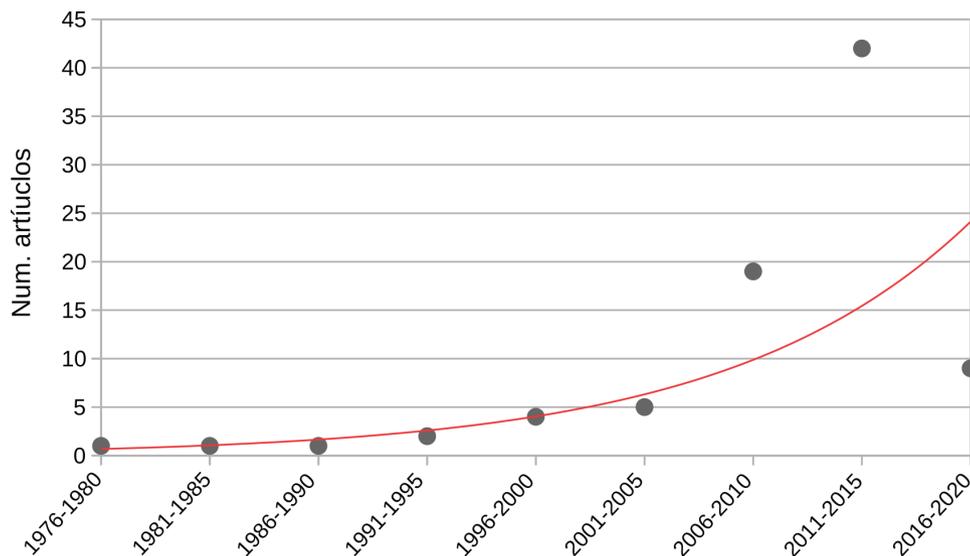


Figura 2. Evolución temporal del número de artículos que contienen el concepto “walking distance”. Fuente: elaboración propia a partir de los artículos revisados.

4.2. Modos de transporte

En lo que respecta al modo de transporte al que se vincula el concepto de distancia peatonal, en el 36,90% de las referencias la distancia peatonal no se encuentra vinculada a un modo de transporte, o lo que es lo mismo, analizan la distancia peatonal per se. A continuación, las referencias que asocian la distancia peatonal a los autobuses representan el 19,05%, seguidas de aquellas en las que se analiza el transporte público en general (13,10%). Finalmente, el resto de modos tienen una presencia bastante limitada, los modos LRT y metro (5,95%), tren (4,76%) y BRT (2,38%).

Además, observando la evolución del número de artículos que hacen referencias a los diferentes modos de transporte (Figura 3) se puede apreciar como es a partir del año 2006 cuando se produce un fuerte incremento en el número de artículos, especialmente en aquellos artículos referidos a los autobuses y transporte público en general. Por otra parte resulta especialmente llamativo que, a pesar de la fuerte expansión que han tenido modos de transporte como el LRT y el BRT en los últimos años, su presencia en artículos vinculados a distancia peatonal se mantiene en niveles muy bajos.

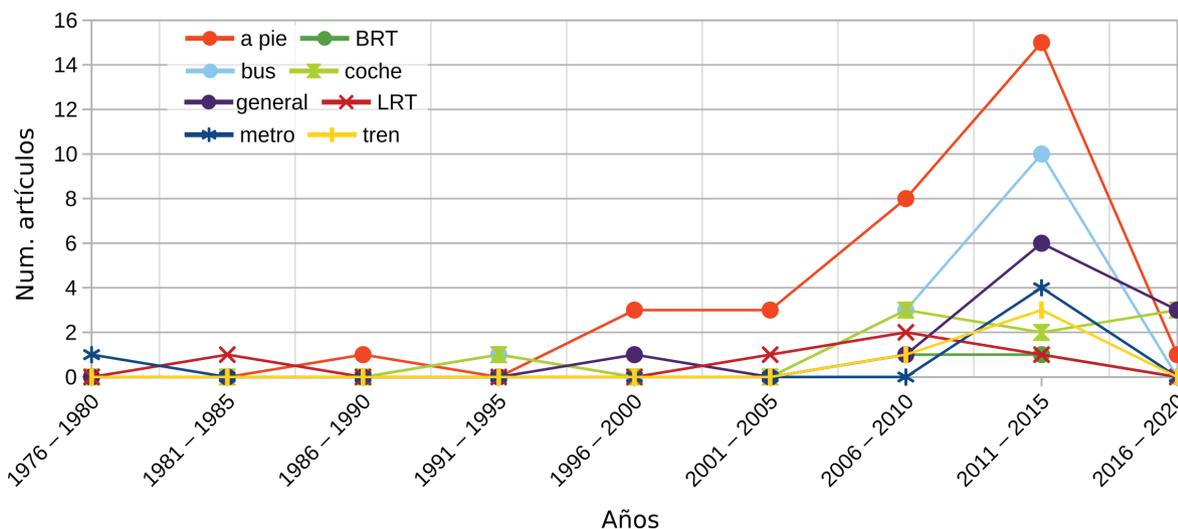


Figura 3. Evolución temporal del número de artículos para los distintos modos de transporte..

Fuente: elaboración propia a partir de los artículos revisados.

4.3. Enfoques sobre la medida de la distancia peatonal

En este bloque se identifica el enfoque con el que los autores de los artículos revisados obtienen la medida (tipos) de la distancia peatonal. En este sentido, se han establecido tres tipos diferentes de medida de distancia peatonal, el primer tipo de medida es la *fijada* entendiendo esta como el uso de

una medida preestablecida por los autores en base a otros autores o por criterio propio. El segundo tipo de medida, es la medida en base a *encuesta*, en la que los autores obtienen la medida de la distancia en base a una encuesta a la población objeto de estudio. Finalmente, el tercer tipo de medida es la

calculada, en la que los autores obtienen una medida de distancia mediante la aplicación de cálculos desarrollados por ellos mismos. A este respecto, la mayoría de autores (48,81%) utilizan un tipo de medida *fijada*, ya sea a través de referencias existentes o de manera arbitraria. En el 34,52% de las referencias se establece la distancia peatonal en base a una encuesta a la población o usuarios del transporte. Mientras que el 11,90% de las referencias establecen la medida de distancia peatonal calculándola. Además, analizando la evolución temporal del tipo de medida de los artículos revisados se puede apreciar una tendencia exponencial en todos los tipos de medida de la distancia peatonal (*fijada* $R^2 = 0,997$; *calculada* $R^2 = 0,923$; *encuesta* $R^2 = 0,903$). No obstante, resulta relevante observar como en el periodo 2011 – 2015, en el caso del tipo de medida de la distancia peatonal basado en *encuesta* se dan valores por encima de la línea de tendencia exponencial.

Por otra parte, y para comparar, los artículos en los que la distancia peatonal no se vincula a un modo de transporte, sino que se analiza la distancia a pie a otros usos, el tipo de medida que se utiliza se encuentra repartido de manera bastante equitativa entre el tipo de medida *fijada* y por medio de *encuesta*. Mientras que en el caso del vehículo privado (coche) se encuentra en una posición opuesta en cuanto al uso de encuesta, de manera que esta opción de medir la distancia se reduce en favor del tipo de medida *calculada*, por la cual se llega a estimar la distancia entre aparcamiento y destino.

Una vez analizado el tipo de medida que se utiliza respecto a la distancia peatonal, se puede analizar la medida de distancia en sí para los diferentes modos (Tabla 2). En este sentido, resulta de interés la moda respecto a la distancia, siendo esta en la mayoría de casos de 800 metros, y 400 metros para el autobús.

Analizando dichos tipos de medida en función del modo de transporte al que se vincula (Figura 4) se aprecia como cuando se evalúan los modos tren, el autobús, el BRT, el tren, así como el transporte en general, el tipo de medida de distancia peatonal que se utiliza es mayoritariamente el tipo de medida *fijada*. Mientras que en los casos en que se analiza el metro ligero (LRT) y el metro, estos se llevan a cabo a través de una *encuesta* a la población.

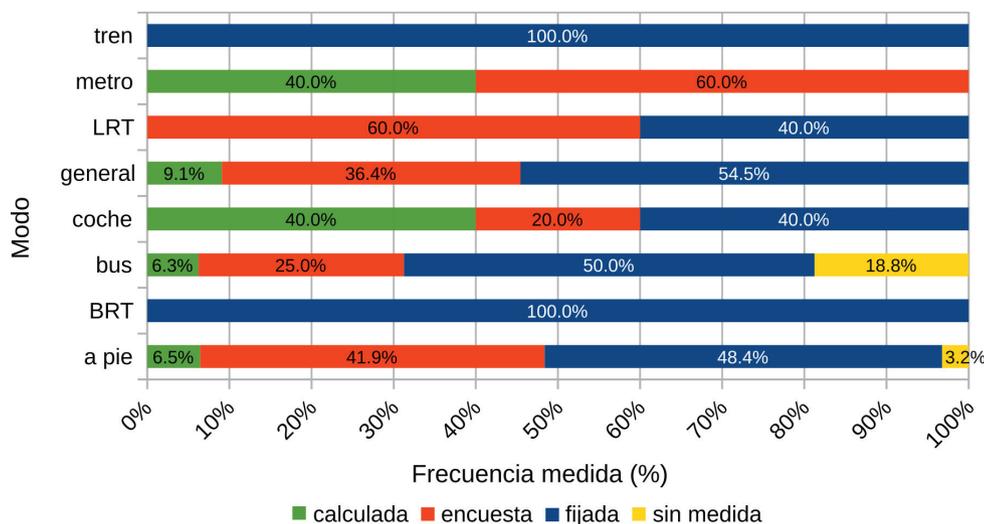


Figura 4. Reparto del tipo de medida de la distancia peatonal por modos de transporte. Fuente: elaboración propia a partir de los artículos revisados.

Tabla 2.
Tabla resumen de distancias peatonales según el modo de transporte.

| | A pie | BRT | Bus | General | LRT | Metro |
|-------------------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| <i>N</i> | 31 | 4 | 23 | 9 | 4 | 4 |
| <i>Media</i> | 778.77 | 632.50 | 517.78 | 697.22 | 571.75 | 837.50 |
| <i>Moda</i> | 800.00 | 800.00 | 400.00 | . | 800.00 | 800.00 |
| <i>Desv. Std.</i> | 457.06 | 222.62 | 209.33 | 409.55 | 267.57 | 188.75 |
| <i>Mínimo</i> | 200.00 | 330.00 | 152.00 | 330.00 | 287.00 | 650.00 |
| <i>Máximo</i> | 2400.00 | 800.00 | 1000.00 | 1600.00 | 800.00 | 1100.00 |

Fuente: elaboración propia

Vistos los datos generales en cuanto a la medida de distancia peatonal utilizados para los diferentes modos de transporte, es posible profundizar en la relación entre ambos aspectos según el momento en el que se escribió el artículo. Así pues, comenzando por los artículos que evalúan la distancia peatonal desde el punto de vista de caminar, si bien de manera general la distancia que se utiliza con mayor frecuencia (moda) es la de 800 metros, los datos obtenidos muestran una notable dispersión de medidas empleadas para los diferentes modos de transporte y para los diferentes años, sin embargo atendiendo a la evolución de las medidas se puede apreciar una tendencia a incrementar la distancia empleada tanto en los artículos que utilizan un tipo de medida por *encuesta* como aquellos que utilizan una distancia *fijada*. En lo que respecta a la distancia peatonal en los artículos referentes a los autobuses rápidos (BRT), el bajo número de artículos al respecto da lugar a que la tendencia se mantenga constante respecto a la medida de 800 metros. Por su parte, los artículos sobre autobuses muestran una tendencia estable para distancia peatonal *fijada* sobre los valores de 400 y 800 metros, mientras que la distancia analizada mediante el tipo de medida de *encuesta* muestra una tendencia al alza hacia una distancia de 600 metros.

Respecto a los artículos que analizan el transporte en general, se aprecia una dispersión en el tipo de distancia *fijada* con una tendencia al alza, mientras que el tipo de distancia *encuestada* se presenta una menor dispersión de la medida de distancia (entre 400 y 800) con una tendencia a la baja. Los artículos que analizan el metro ligero muestran como, si bien existe una moda en la distancia de 800 metros, las distancias difieren según el tipo de medida las ten-

dencias, te tal forma que tiene lugar una tendencia al alza, hacia distancia de 600 y 800 metros, del tipo de medida de *encuesta*, mientras que para los tipos de medida *fijada* decrecen desde la medida de 800 a 400 metros. Analizando los artículos relacionados con el metro, estos muestran una tendencia a la baja en el tipo de medida mediante *encuesta* hasta un valor de 800 metros. Finalmente, y respecto al tren, los artículos muestran una tendencia al alza en el tipo de media mediante *encuesta* los 800 metros de distancia peatonal que es además estadísticamente moda en la medida de distancia respecto a este modo.

Como resumen del epígrafe y antes de entrar en el análisis de la relación de los modos de transporte con el entorno urbano, cabe destacar que los resultados obtenidos muestran una concentración de medidas en el periodo 2006-2011 (Figura 5). Además, se puede apreciar que mientras la medida de distancia en el tipo de medida *fijada* presenta valores más estandarizados (coincidentes con las líneas del eje vertical), sin embargo, las medidas mediante *encuesta* muestran una mayor variabilidad, así como también se observa la poca presencia de las medidas *calculadas*. Finalmente, las tendencias de evolución temporal deben ser tomados con precaución ya que el bajo número de referencias por tipo de medida y años tienen como consecuencia valores del coeficiente de determinación (R^2) bajos.

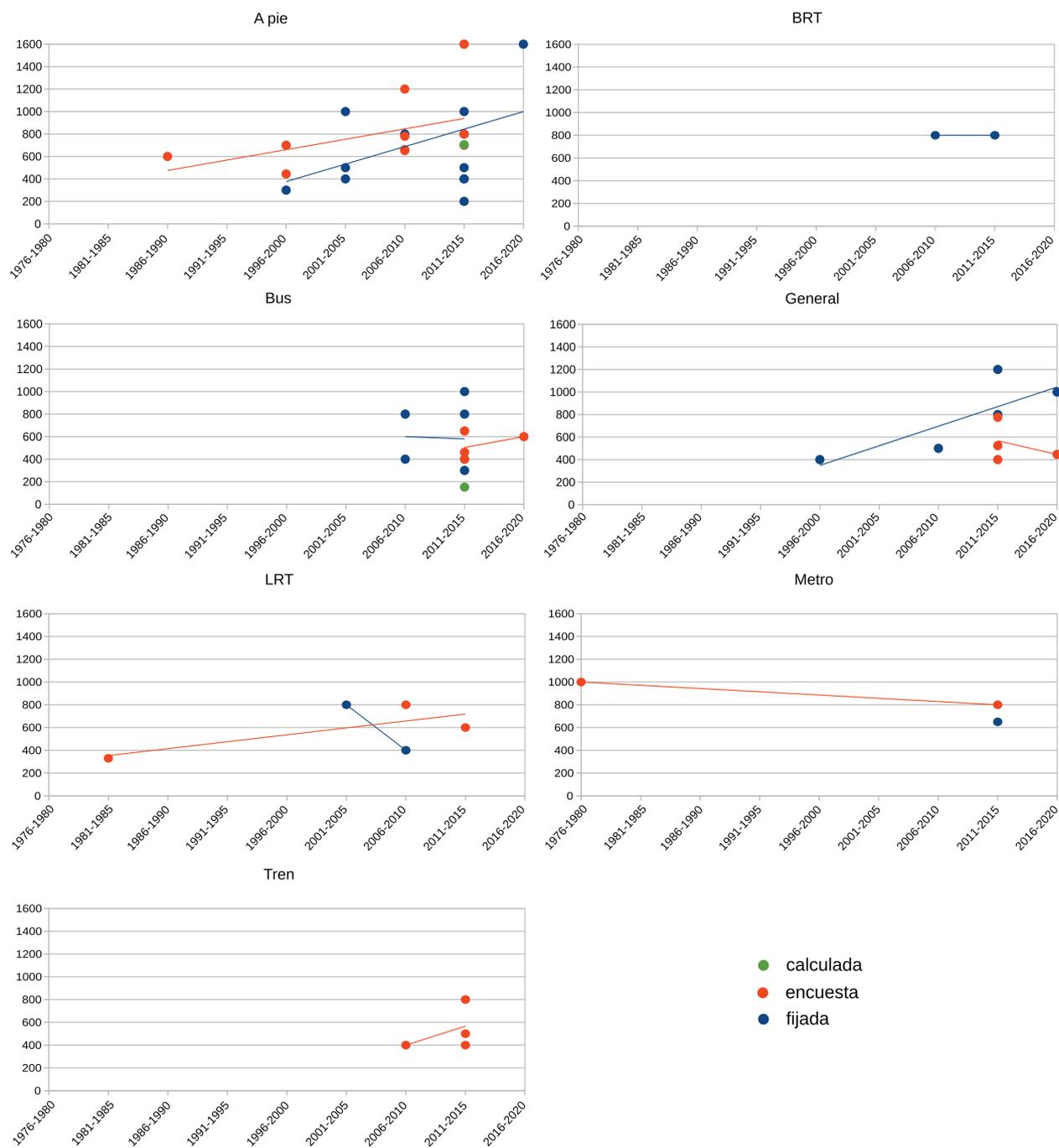


Figura 5. Evolución de la distancia peatonal en función del tipo de medida y modo de transporte (muestra de revisión)

Fuente: elaboración propia .

4.4. La relación distancia-entorno en el transporte público

Otra de las cuestiones analizadas en la revisión ha sido la relativa a los factores asociados a la distancia peatonal, los cuales permiten conocer qué factores tienen una influencia en la medida de la distancia peatonal de acuerdo a los autores. Los factores recogidos de la revisión son de diversa naturaleza (Figura 6), y son recogidos en el conjunto de artículos revisados con diferente frecuencia. En este sentido aquellos factores relativos a cuestiones demográficas aparecen con una mayor frecuencia. Éste es el caso de factores como la población (10,65%), la edad y sexo de la población (10,06%) o la raza (4,14%). De igual manera aparecen con una notable frecuencia factores económicos como los ingresos (7,40%) o el número de empleos (4,44%). Otros aspectos que aparecen con frecuencia recogidos en el conjunto de factores extraídos de la revisión, son factores relativos a los usos del suelo de manera global como tipología (5,62%) o más concretos como comercios (6,21%) o colegios (2,96%). De igual modo aparece con frecuencia el factor diseño urbano (3,25%).

Por otra parte, analizando la distribución de la media de factores por artículo según tipo de medida, modo de transporte y combinando ambos, se puede extraer información relevante. En primer lugar, atendiendo a la distribución de factores en función del modo de transporte a los

que se asocian, se aprecia como la media de factores por artículo es más alta para los artículos sobre transporte en general (5,45 factores / artículo), seguido de aquellos que tratan los modos LRT y BRT (5 factores por artículo cada uno). En cuanto a la distribución de factores según tipo de medida, se

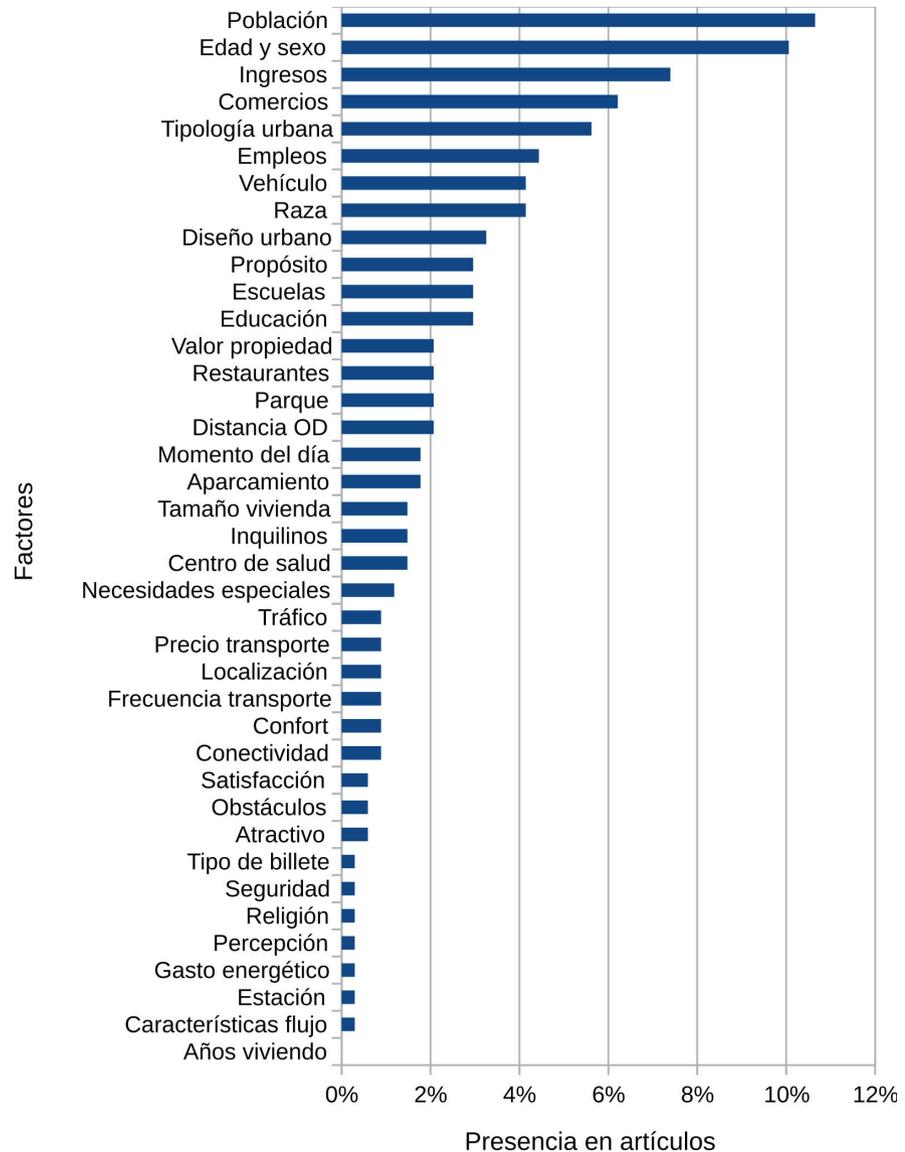


Figura 6. Factores asociados a la distancia peatonal (muestra de revisión).
Fuente: elaboración propia.

puede apreciar como son los artículos que miden la distancia mediante *encuesta* a la población los que recogen de media un mayor número de factores por artículo (4,90), seguido por el tipo de medida *fijada* (3,80) y, por último, el tipo de medida *calculada* (2,20). Finalmente, atendiendo a la distribución de factores en función del modo y tipo de medida se puede apreciar como los resultados varían, siendo los artículos que analizan la distancia peatonal respecto a autobuses mediante *encuesta* y mediante distancia *calculada*, los que consideran un mayor número de factores (7,5 y 7 factores por artículo respectivamente), seguido de la distancia al transporte en general y LRT medido mediante encuesta (6,25 y 6 factores por artículo, respectivamente).

Atendiendo a la evolución en el número de factores a lo largo del tiempo para los diferentes tipos de medida, el conjunto de referencias en las que se evalúa la distancia peatonal mediante una encuesta a la población son las que mayor número de factores recogen en total, seguidas por las que se evalúan de manera fija y finalmente aquellas en las que la distancia peatonal se obtiene mediante el cálculo.

Entrando en detalle en los factores por modo, en casi la totalidad de los modos de transporte los factores más frecuentes son la población, y la edad y sexo de la misma. Por otra parte, los factores más frecuentes según el tipo de medida de la distancia son, en el tipo de medida *calculada* los factores más frecuentes son edad y sexo, momento del día y aparcamiento (11,76% en todos ellos). Este hecho viene determinado por la referencia que se hace en la mayoría de artículos de este tipo de medida sobre el coche como modo de transporte. Respecto a los factores más frecuentes en el tipo de medida mediante *encuesta*, destacan la edad y sexo de la población (16,81%), la población (12,39%) y los ingresos (11,50%) de dicha población. Por último, en la medida *fijada* destaca nuevamente el factor población (15%) y edad y sexo (9,17%) de la misma, e ingresos (8,33%). Si bien se puede observar cierta homogeneidad en cuanto a los factores más utilizados en los distintos tipos de medida de la distancia peatonal, si se observa el conjunto de factores se aprecia como en el tipo de medida por *encuesta* aparece el factor diseño urbano mientras que en los de tipo *fijada* no es uno de los factores más frecuentes.

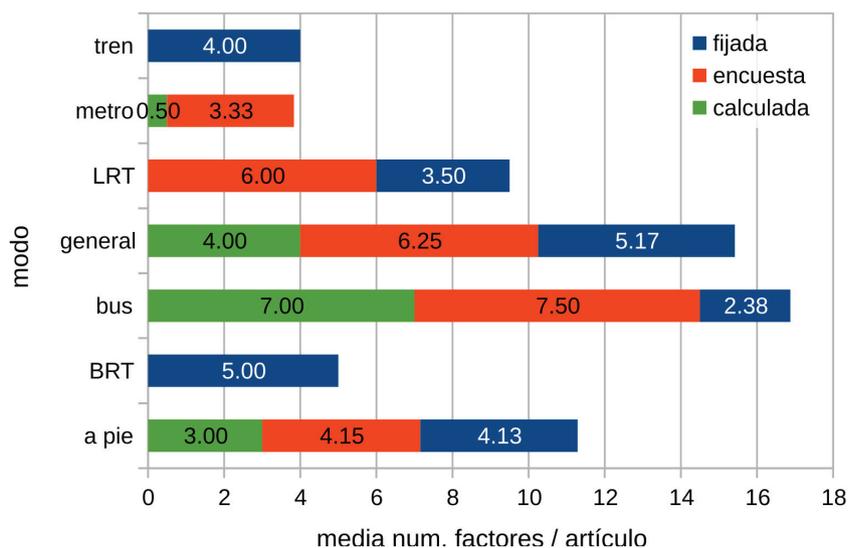


Figura 7. Distribución de factores por modo y tipo de medida (muestra de revisión). Fuente: elaboración propia.

5. Discusión

La revisión llevada a cabo en el presente trabajo trata de centrar el debate en la importancia de la distancia peatonal al transporte público en la planificación de la movilidad. En este sentido y a la vista de los resultados obtenidos, según los cuales el número de referencias se ha incrementado notablemente, se puede afirmar que el concepto de distancia peatonal es a día de hoy un concepto relevante dentro de la perspectiva del transporte y la planificación urbana. Sin embargo, y a tenor de la irrupción de modos de transporte como el metro ligero (LRT) y el autobús rápido (BRT), el concepto de distancia peatonal dista de tener la presencia que estos modos de transporte requieren para su idónea integración en el ambiente construido.

Hay que destacar que siguen siendo mayoritarios los artículos que utilizan una distancia peatonal preestablecida para así centrarse en otras cuestiones tales como el valor de la vivienda en el entorno de estaciones (Hess y Almeida 2007; Pang y Jiao 2015), la influencia del entorno en los viajes al lugar de trabajo (Yang et al. 2015), entre otras. A pesar de ello, la utilización de medidas *fijadas, encuestadas o calculadas* varía en función del modo de transporte al que se encuentre vinculado. Modos de transporte como el metro ligero tienen un menor análisis de la distancia peatonal de forma preestablecida, dando más cabida a la obtención de la distancia mediante *encuesta* a la población. Este hecho, más allá del uso puntual de un tipo de medida u otro, muestra la importancia de la percepción del usuario en la evaluación de la distancia peatonal a diferentes modos de transporte. Bajo esta asunción, se puede afirmar que los estudios sobre metro ligero y metro son los que involucran en mayor medida a los usuarios. En el extremo opuesta se situaría el autobús donde el número de estudios en los que se mide la distancia peatonal en base a una encuesta a usuarios es muy baja comparada con aquellos que lo hacen usando una medida preestablecida.

Respecto a la propia medida de distancia empleada en los artículos revisados, éstos ponen de manifiesto la frecuente utilización de unas distancias *fijadas* de un cuarto de milla y la media milla (400 y 800 metros respectivamente), muy ligadas a los desarrollos urbanos orientados al transporte, los conocidos en inglés como TOD's (transit oriented development). La distancia de 400 metros se asocia a modos más locales como el autobús y el metro ligero, mientras que la distancia de 800 metros se asocia, según la revisión efectuada a modos con mayores distancias entre paradas como el metro, BRT o tren. El uso de una distancia preestablecida puede ser de gran utilidad para comparar casos de estudio (Guerra, Cervero y Tischer 2011); para analizar un factor asociado a la distancia, pero sin que se analice en sí la repercusión sobre la propia distancia (Hess y Almeida 2007); o como solución en aquellos casos en los que la información existente no permita una evaluación de la influencia de los factores sobre la distancia. En este sentido, Guerra, Cervero y Tischer (2011) muestran que la distancia peatonal a la parada de transporte público no tiene verdadera relevancia, sus análisis están efectuados únicamente teniendo en cuenta el número de viajeros en función de la distancia a parada. Dejando a un lado las distancias *fijadas*, en los casos en los que se analiza la distancia mediante *encuesta o cálculo* las distancias peatonales muestran una alta variabilidad, aun cuando dicha distancia se relaciona con el mismo modo de transporte. Este hecho tiene su explicación en la propia variabilidad de las características del entorno y de la población, o en otras palabras de factores de diversa índole que se vinculan a la distancia peatonal. En esta línea se encuentran trabajos como los de El-Geneidy, Grimsrud, Wasfi, Tetreault y Surprenant-Légault (2014), Larsen & El-Geneidy (2010) y Seneviratne (1985) en Canadá u O'Sullivan y Morrall (1996) en Estados Unidos, en los cuales se obtienen distancias peatonales influenciadas por diferentes factores y que difieren de la distancia peatonal estándar que sugieren las autoridades y los manuales TOD.

En cuanto al análisis llevado a cabo en aquellos casos en los que se obtiene la distancia peatonal mediante una encuesta a la población, este muestra una mayor asociación de factores ligados al concepto de la distancia peatonal. Como se puede apreciar en los artículos revisados con mayor impacto (Tabla 4), en la mayoría de los casos se analizan factores demográficos como edad o género como muestran artículos como el de García-Palomares, Gutiérrez y Cardozo (2013), en el cual la distancia peatonal a las paradas de metro en Madrid, varía en función de los distintos grupos de población existente. También se encuentran frecuentes alusiones a la raza y a los ingresos (Brown y Werner 2009; Park, Deakin y Jang 2015). Por otra parte, es frecuente la asociación de la distancia con factores relativos al entorno urbano como la propia tipología de entorno (Seneviratne 1985), el diseño del mismo (El-Geneidy et al. 2014; O'Sullivan y Morrall 1996) o los usos del suelo (Aultman-Hall, Roorda y Baetz 1997; Moniruzzaman, Paez y Páez 2012) pueden hacer que la distancia peatonal varíe, dando lugar como ya sugerían Park, Deakin, y Jang (2015), a que en los lugares con una alta calidad del entorno la distancia se incremente, mientras que por el contrario, en lugares con una baja calidad del entorno la distancia peatonal decrezca. Esta relación entre distancia peatonal y factores considerados no es igual para todos los modos de transporte, ya que varía en función del modo de transporte que se considere. Así, el metro ligero muestra una media de factores por artículo más alta

(5 factores por artículo de media, 6 en el caso de encuesta) siendo la tipología urbana, población y sexo y edad de la población los factores más frecuentes. Le sigue el autobús con 4 factores por artículo (7,25 en el caso de encuesta) y cuyos factores más frecuentes son la población y valor de la propiedad respectivamente, aunque en este último caso el número de artículos puede condicionar dichos resultados. En otras palabras, los resultados obtenidos de la revisión ponen de relieve como el metro ligero tiene un mayor potencial para la integración por ser un modo local (la distancia peatonal máxima es de 800 metros según la revisión), en el que la distancia peatonal tiende a estar condicionada por la calidad de la misma dada la influencia de un mayor número de factores del entorno urbano y sociodemográficos (5 factores por artículo). Esta mayor influencia da lugar a que la accesibilidad varíe en función de las características presentes en los entornos de parada (actividad comercial, tipología urbana, diseño urbano, etc.) y, por tanto, la accesibilidad se vincule con un enfoque basado en la calidad del entorno que en última instancia se asocia a la integración del transporte público. En contraposición modos de transporte público como el metro y el tren se sitúan a la cola en cuanto a consideración de factores por artículos, lo que pone en evidencia que son modos de transporte con poca capacidad de integración, por sus propias características o prestaciones (velocidad media, distancia entre paradas y tipo de infraestructura).

6. Conclusiones

El presente trabajo lleva a cabo una revisión de la bibliografía especializada sobre el concepto de distancia peatonal ligada al transporte público. Dicha revisión desarrollada sobre los objetivos de determinar la integración de los diferentes modos de transporte a través de la medida de distancia peatonal, ha permitido evidenciar como la distancia peatonal difiere dependiendo del tipo de medida, siendo los basados en encuesta los que dan como resultado una mayor heterogeneidad a la vez que una mayor riqueza de factores considerados. En este sentido, modos de transporte como el metro ligero (LRT) poseen, dadas sus características cons-

tructivas (en superficie) y de funcionamiento (velocidad máxima, distancia entre paradas, etc.) una relación más directa con el entorno construido por el cual discurre su trazado. Este hecho queda reflejado, como se ha evidenciado en el presente trabajo, en distancias a paradas diversas en las cuales se ha tenido en consideración un mayor número de factores evaluados en relación con la distancia peatonal. Sin embargo, y teniendo presente el número de artículos que hacen referencia a la distancia peatonal al metro ligero y autobús rápido, parece necesario desarrollar más investigaciones que focalicen sobre la influencia del diseño urbano en la

accesibilidad al transporte público. A este respecto, y contraviniendo los principios de la planificación orientada al transporte, planificar una movilidad más sostenible implica pasar de la consideración de una distancia preestablecida a una distancia basada en la calidad del entorno de parada. Asumir esta concepción basada en la calidad, permite un mejor diseño de las medidas de accesibilidad al transporte

público al incorporar factores del entorno urbano y sociodemográfico. Por otra parte, una distancia basada en la calidad, permite fomentar el diseño de entornos urbanos de calidad para los peatones, dando lugar a una mayor integración y atracción de las paradas de transporte público, y por consiguiente posibilitando un incremento en la distancia que los peatones estén dispuestos a recorrer.

7. Bibliografía

- ALFONZO, M., *To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs*. En: Environment and Behavior 37 (6): 808-836 [en línea]. Disponible en: <http://eab.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0013916504274016>. ISSN 0013-9165. 2005
- ALFONZO, M., BOARNET, M., DAY, K. McMILLAN, T. Y ANDERSON, C. *The Relationship of Neighbourhood Built Environment Features and Adult Parents' Walking*. En: Journal of Urban Design 13 (1): 29-51 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/13574800701803456>. 2008.
- ARUP GROUP. *Cities Alive. Towards a walking world*. 2016.
- AULTMAN-HALL, L., ROORDA, M. Y BAETZ, B.W. *Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility*. En: Journal of Urban Planning and Development 123 (1): 10-17 [en línea]. Disponible en: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%2528ASCE%25290733-9488%25281997%2529123%253A1%252810%2529>. ISSN 0733-9488. 1997.
- BANISTER, D. *Unsustainable transport: city transport in the new century* [en línea]. Routledge. Disponible en: <http://books.google.com/books?id=cmoqHueg42kC>. ISBN 9780415357906. 2005.
- BANISTER, D. *The sustainable mobility paradigm*. 2008.
- BENTLEY, R., JOLLEY, D. Y KAVANAGH, A.M. *Local environments as determinants of walking in Melbourne, Australia*. En: Social Science & Medicine 70 (11): 1806-1815 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953610001255>. 2010.
- BERTOLINI, L., DIJST, M. *Mobility Environments and Network Cities*. En: Journal of Urban Design 8 (1): 27-43 [en línea] [Consulta: 18 noviembre 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/1357480032000064755>. 2003.
- BERTOLINI, L., LE CLERCO, F. Y KAPOEN, L. *Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward*. En: Transport Policy 12 (3): 207-220 [en línea] [Consulta: 10 marzo 2017]. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0967070X05000193>. ISSN 0967070X. 2005.
- F. Y STRAATEMEIER, T. *Urban transportation planning in transition*. En: Transport Policy 15 (2): 69-72 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X07001072>. 2008.
- BERTOLINI, L. *Integrating Mobility and Urban Development Agendas: a Manifesto*. En: disP - The Planning Review 48 (1): 16-26 [en línea] [Consulta: 11 noviembre 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02513625.2012.702956>. ISSN 0251-3625. 2012.
- BHUYAN, P.K. Y NAYAK, M.S. *A Review on Level of Service Analysis of Urban Streets*. En: Transport Reviews 33 (2): 219-238 [en línea] [Consulta: 13 junio 2016]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01441647.2013.779617>. ISSN 0144-1647. 2013.

- BROWN, B. Y WERNER, C. *Before and after a new light rail stop*. En: Journal of the American Planning Association. 75 (1). 2009.
- CERVERO, R., SARMIENTO, O., JACOBY, E., GOMEZ, L.F. Y NEIMAN, A. *Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá*. En: International Journal of Sustainable Transportation 3 (4): 203-226 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/15568310802178314>. ISSN 1556-8318. 2009.
- CERVERO, R. Y KOCKELMAN, K. *Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design*. En: Transportation Research Part D: Transport and Environment 2 (3): 199-219 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920997000096>. ISSN 13619209. 1997.
- CURTIS, C., RENNE, J.L. Y BERTOLINI, L. *Transit oriented development: making it happen* [en línea]. Ashgate. Disponible en: <http://books.google.com/books?id=474kQAAMAAJ>. ISBN 9780754673156. 2009.
- DONALDSON, R., *Mass rapid rail development in South Africa's metropolitan core: Towards a new urban form?*. En: Land Use Policy 23 (3). 2006.
- DUPUY, G. *La dépendance automobile: symptômes, analyses, diagnostic, traitements* [en línea]. Disponible en: <http://infoscience.epfl.ch/record/44568>. 1999.
- EL-GENEIDY, A., GRIMSRUD, M., WASFI, R. TETREAU, P. Y SURPRENANT-LEGAULT, J.. *New evidence on walking distances to transit stops: identifying redundancies and gaps using variable service areas*. En: Transportation 41 (1): 193-210 [en línea] [Consulta: 15 marzo 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-013-9508-z>. ISSN 0049-4488. 2014.
- ENGWICHT, D. *Reclaiming Our Cities and Towns: Better Living with Less Traffic* [en línea]. New Society Publishers, Limited. Disponible en: http://books.google.es/books?id=8hM_PgAACAAJ. ISBN 9781897408025. 1993.
- ESTUPIÑAN, N. Y RODRÍGUEZ, D.A. *The relationship between urban form and station boardings for Bogotá's BRT*. En: Transportation Research Part A: Policy and Practice 42 (2): 296-306. ISSN 09658564. 2008.
- EWING, R. Y CERVERO, R. *Travel and the Built Environment*. En: Journal of the American Planning Association 76 (3) 265-294 [en línea] [Consulta: 13 abril 2016]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944361003766766>. ISSN 0194-4363. 2010.
- EWING, R. Y HANDY, S. *Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability*. En: Journal of Urban Design 14 (1): 65-84 [en línea]. Disponible en: <http://rsa.informaworld.com/10.1080/13574800802451155>. 2009.
- FERBRACHE, F. Y KNOWLES, R. *Generating opportunities for city sustainability through investments in light rail systems: Introduction to the Special Section on light rail and urban sustainability*. 2016.
- FERRER, S., RUIZ, T. Y MARS, L. *A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips*. En: Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour 33: 141-160. ISSN 1369-8478. DOI 10.1016/j.trf.2015.07.014. 2015.
- FORSYTH, A., HEARST, M., OAKES, J. Y SCHMITZ, K. *Design and Destinations: Factors Influencing Walking and Total Physical Activity*. En: Urban Studies 45 (9): 1973-1996 [en línea]. Disponible en: <http://usj.sagepub.com/content/45/9/1973.abstract>. 2008.
- FORSYTH, A., OAKES, J., LEE, B. Y SCHMITZ, K. *The built environment, walking, and physical activity: Is the environment more important to some people than others?*. En: Transportation Research Part D: Transport and Environment 14 (1): 42-49 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192090800120X>. 2009.
- GARCÍA-PALOMARES, J.C., GUTIERREZ-PUEBLA, J. Y CARDOZO, O.D. *Walking Accessibility to Public Transport: An Analysis Based on Microdata and GIS*. En: Environment and Planning B: Planning and Design 40 (6): 1087-

1102 [en línea] [Consulta: 15 marzo 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84890061864&partnerID=tZOtx3y1>. ISSN 0265-8135. 2013.

GEHL, J. *Life between buildings: using public space*. Danish Architectural Press. ISBN 9788774073604. 1971

GEURS, K.T., BOON, W. Y VAN WEE, B. *Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom*. En: Transport Reviews 29 (1): 69-90 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01441640802130490>. 2008.

GEURS, K.T. Y VAN WEE, B. *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions*. En: Journal of Transport Geography 12 (2): 127-140 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000607>. ISSN 09666923. 2004

GUERRA, E., CERVERO, R. Y TISCHER, D. *The Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments?*. En: Berkeley: UCB-ITS-VWP-2011-5. 2011

HANSEN, W.G. *How Accessibility Shapes Land Use*. En: Journal of the American Institute of Planners 25 (2): 73-76 [en línea]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944365908978307>. ISSN 0002-8991.1959.

HASS-KLAU, C. Y CRAMPTON, G. *Future of urban transport. Learning from success and weakness: light rail*. Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal. ISBN 0951962078. 2002.

HESS, D.B. *Walking to the bus: Perceived versus actual walking distance to bus stops for older adults*. En: Transportation 39 (2): 247-266. ISSN 1572-9435. 2012.

HESS, D.B. Y ALMEIDA, T.M. *Impact of proximity to light rail rapid transit on station-area property values in Buffalo, New York*. En: Urban Studies 44 (5-6): 1041-1068. Disponible en: <http://usj.sagepub.com/content/44/5-6/1041.full.pdf>. ISSN 0042-0980 2007.

HIDALGO, D. Y GRAFTIEAUX, P., *Bus Rapid Transit Systems in Latin America and Asia: Results and Difficulties in 11 Cities*. En: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2072 (2072): 77-88 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3141/2072-09>. ISSN 0361-1981. 2008.

JACOBS, A.B. *Great Streets*. Mit Press. ISBN 9780262100489. 1993.

KUBY, M., BARRANDA, A. Y UPCHURCH, C. *Factors influencing light-rail station boardings in the United States*. En: Transportation Research Part a-Policy and Practice 38 (3): 223-247. ISSN 09658564. DOI 10.1016/j.tra.2003.10.006. 2004.

LAMIQUIZ-DAUDEN, F., POZUETA-ECHAVARRI, J. Y PORTO SCETTINO, M., *La ciudad paseable*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. ISBN 9788477905097. 2009.

LARSEN, J. Y EL-GENEIDY, A. *Beyond the quarter mile: Re-examining travel distances by active transportation*. En: Canadian Journal of Urban Research 19 (1) SUPPL. 2010.

LEE, R.E., MAMA, S.K., MEDINA, A.V., HO, A. Y ADAMUS, H.J. *Neighborhood factors influence physical activity among African American and Hispanic or Latina women*. En: Health & Place 18 (1): 63-70. DOI 10.1016/j.healthplace.2011.08.013. 2012.

LITMAN, T. *Evaluating Active Transport Benefits and Costs*. En: Victoria Transport Policy Institute. 2016.

MARQUET, O. Y MIRALLES-GUASCH, C. *The Walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona's everyday mobility*. En: Cities 42: 258-266. ISSN 02642751. 2015.

MCCORMACK, G.R., CERIN, E., LESLIE, E., DU TOIT, L. Y OWEN, N. *Destinations Correspondence and Predictive Validity*. En: Environment And Behavior. p. 401-425. 2008.

- MONIRUZZAMAN, M., PAEZ, A. Y PÁEZ, A. *A model-based approach to select case sites for walkability audits*. En: Health & Place 18 (6): 1323-1334. ISSN 1353-8292. DOI 10.1016/j.healthplace.2012.09.013. 2012.
- MIRALLES-GUASCH, C. Y CEBOLLADA, Á. *Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la geografía humana*. En: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 50: 193-216. ISSN 02129426. 2009.
- MUNOZ-RASKIN, R. *Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogota, Colombia*. En: Transport Policy 17 (2): 72-84. ISSN 0967-070X. 2010.
- NEWMAN, P. Y KENWORTHY, J.R. *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Island Press. ISBN 9781559636605. 1999.
- NIKITAS, A. Y KARLSSON, M. *A Worldwide State-of-the-Art Analysis for Bus Rapid Transit: Looking for the Success Formula*. En: Journal of Public Transportation 18 (1): 1-33. [en línea] [Consulta: 25 noviembre 2016]. Disponible en: <http://scholarcommons.usf.edu/jpt/vol18/iss1/3/>. ISSN 1077-291X. 2015.
- O'SULLIVAN, S. Y MORRALL, J. *Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations*. En: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1538 (1): 19-26 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3141/1538-03>. ISSN 0361-1981. 1996.
- OLSZEWSKI, P. Y WIBOWO, S. *Using equivalent walking distance to assess pedestrian accessibility to transit stations in Singapore*. En: Transportation Research Record 1927 (1): 38-45 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3141/1927-05>. ISSN 0361-1981. 2005.
- OWEN, N., HUMPEL, N., LESLIE, E., BAUMAN, A. Y SALLIS, J. *Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda*. En: American Journal of Preventive Medicine 27 (1): 67-76 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379704000509>. 2004.
- PANG, H. Y JIAO, J. *Impacts of Beijing Bus Rapid Transit on Pre-owned Home Values*. En: Journal of Public Transportation 18 (2): 34-44. ISSN 1077-291X. 2015.
- PARK, S., DEAKIN, E. Y JANG, K., *Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments?*. En: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2519: 157-164 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3141/2519-17>. ISSN 0361-1981. 2015.
- POZUETA, J. Y OJAUGUREN, S. *Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid*. En: Cuadernos de Investigación Urbanística 45. 2005.
- RODRÍGUEZ, D.A., BRISSON, E.M. Y ESTUPIÑÁN, N. *The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT stations*. En: Transportation Research Part D: Transport and Environment 14 (7): 470-478 [en línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192090900087X>. 2009.
- SENEVIRATNE, P.N. *Acceptable Walking Distances in Central Areas*. En: Journal of Transportation Engineering 111 (4): 365-376. [en línea] [Consulta: 14 marzo 2016]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1985\)111:4\(365\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1985)111:4(365)). ISSN 0733-947X. 1985.
- SHAY, E., RODRIGUEZ, D., CHO, G., CLIFTON, K. Y EVENSON, K. *Comparing objective measures of environmental supports for pedestrian travel in adults*. En: International Journal of Health Geographics 8 (1): 62. 2009.
- SORIA-LARA, J.A. *Modelo de umbrales para la evaluación ambiental de la movilidad urbana*. Universidad de Granada. [en línea] [Consulta: 2 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/80693>. 2011.
- STOKES, R.J., MACDONALD, J. Y RIDGEWAY, G. *Estimating the effects of light rail transit on health care costs*. 2008.
- TALAVERA-GARCIA, R. Y SORIA-LARA, J.A. *Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality*. En: Cities 45 (1): 7-17. ISSN 02642751. 2015.

- TRAVISI, C.M., CAMAGNI, R. Y NIJKAMP, P., *Analysis of environmental costs of mobility due to urban sprawl: a modelling study on Italian cities*. Tinbergen Institute. 2006.
- VALENZUELA-MONTES, L.M., SORIA-LARA, J.A. Y TALAVERA-GARCIA, R. *Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana*. En: *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 15 [en línea]. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=yv4JPVwl&eid=2-s2.0-79958123916&md5=85cf4cba42184c215585a487560b5b69>. ISSN 1138-9788. 2011.
- VALENZUELA-MONTES, L.M. Y TALAVERA-GARCÍA, R. *Entornos de movilidad peatonal: enfoques, factores y condicionantes*. En: *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales* 41 (123). ISSN 0717-6235. 2015.
- VAN DE COEVERING, P. Y SCHWANEN, T. *Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America*. 2006.
- VENTURI, R., BROWN, D.S. Y IZENOUR, S. *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form*. Revised ed. MIT Press. ISBN 9780262720069. 1977.
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE. *Online TDM Encyclopedia - Light Rail Transit*. En: [en línea]. Disponible en: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm121.htm>. 2015a
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE. *Online TDM Encyclopedia - Public Transit Station Improvements*. En: [en línea]. Disponible en: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm127.htm>. 2015b.
- VUCHIC, V.R. *Urban transit: operations, planning, and economics*. John Wiley & Sons. ISBN 9780471632658. 2005.
- YANG, L., HIPP, J., ADLAKHA, D., MARX, M., TABAK, R. Y BROWNSON, R. *Choice of commuting mode among employees: Do home neighborhood environment, worksite neighborhood environment, and worksite policy and supports matter?*. En: *Journal of Transport & Health* 2 (2): 212-218. ISSN 22141405. 2015.

Aportaciones relacionadas

Ponencia:

Walking distance to transit: making public transport more human and successful

Congreso:

6th Sustainable Development Symposium

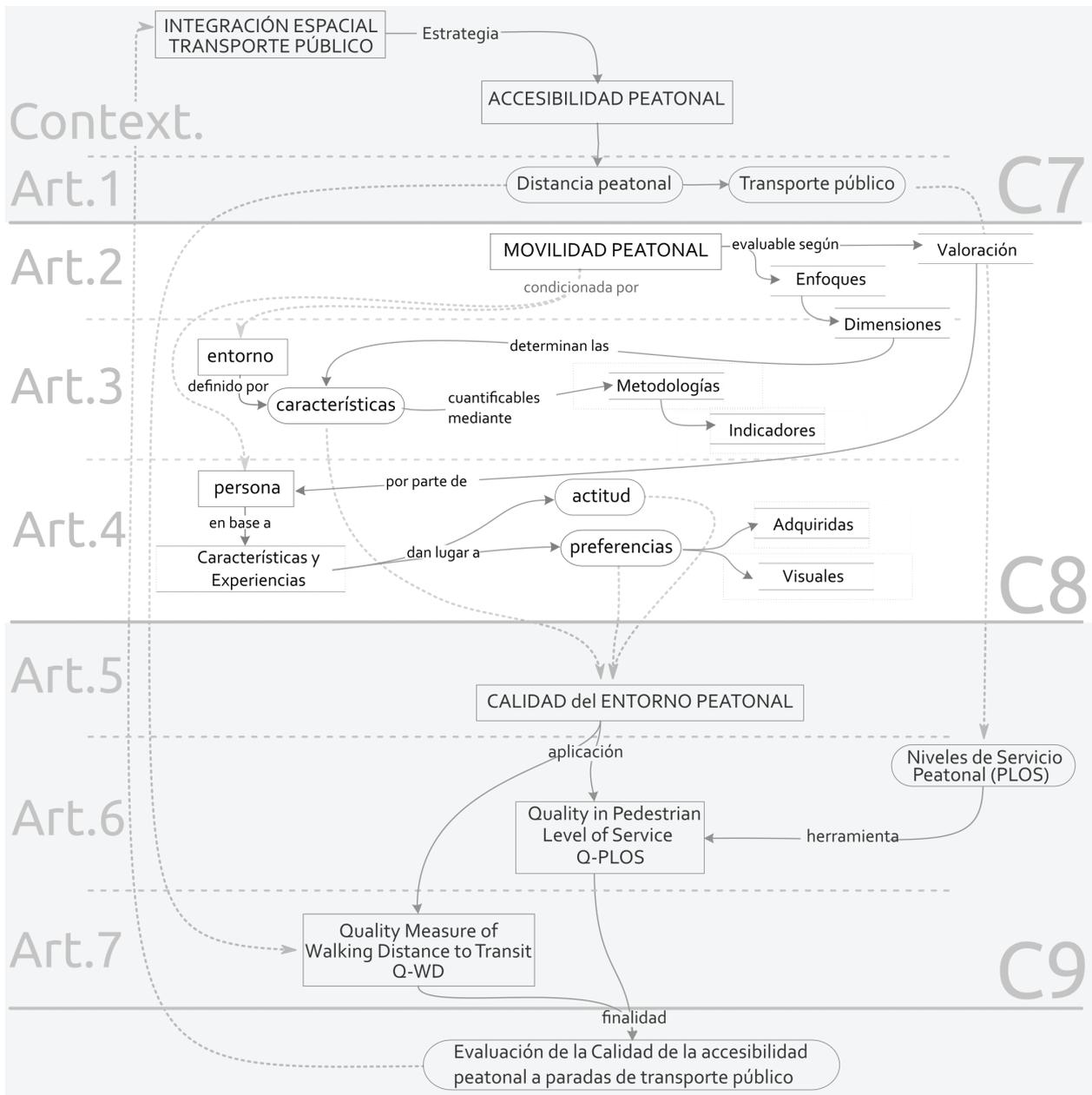
| <i>Año:</i> | <i>Ciudad (País)</i> |
|-------------|----------------------|
| 2016 | Granada (Spain) |

Autores

Talavera-García, R. and Valenzuela-Montes, L.M.;

capítulo 8

Descifrando la movilidad peatonal: la compleja relación peatón - entorno



artículo 2

**Entornos de movilidad peatonal:
enfoques, factores y condicionantes**

artículo 3

**La accesibilidad peatonal en la integración espacial
de las paradas de transporte público**

artículo 4

**A survey-based approach of walking environments to
understand pedestrian mobility in Granada (Spain)**

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.

Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes

Luis Miguel Valenzuela-Montes. Universidad de Granada, Granada, España.

Título:

ENTORNOS DE MOVILIDAD PEATONAL: UNA REVISIÓN DE ENFOQUES, FACTORES Y CONDICIONANTES

Estado:

Publicado

Revista:

EURE

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| 2015 | 41 | 123 | 5 - 27 |

Autores

Valenzuela-Montes, L.M. y Talavera-García, R.

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| 0,303 | Q4 | 0,194 | Q3 |

Link: <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/710/765>

Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes

RESUMEN

El peatón ocupa un lugar destacado en la movilidad urbana, tanto por representar el modo de transporte más básico y que alimenta al resto de modos de transporte, como por mantener una relación intensa y directa con las actividades urbanas, conformando los denominados entornos de movilidad peatonal o entornos peatonales. Es por ello que profundizar en el conocimiento de aquellos factores de los entornos construidos que mayor relación guardan con el peatón resulta fundamental, tanto para mejorar la calidad de la movilidad peatonal en las calles, como para lograr que las centralidades, el transporte público o los espacios públicos sean más accesibles. Con esta finalidad, el presente artículo evalúa, a través de la bibliografía especializada, los enfoques más frecuentes de análisis de la figura del peatón, así como los factores que son tenidos en cuenta por la población para optar por la modalidad de transporte que él representa, considerando su dimensión y su valoración.

Palabras clave: espacio público, medioambiente urbano, movilidad.

ABSTRACT

Pedestrians have a main role into the urban mobility system, as walking is the most elemental transport mode and connects with other transport modes. Furthermore, pedestrian mobility has a strong relationship with the built environment, thus conforming what is known as pedestrian mobility environments or pedestrian environments. Thus being the case, we need to understand better which are the factors that encourage people to transport themselves in the city by walking, and improve the quality of mobility when pedestrians try to access urban centralities, public places or public transport stops in built environments. With this objective, this paper evaluates, through specialized references, which are the most common analyses about pedestrian mobility, and which are the factors considered in these references, their dimension and the score that these factors reach.

Keywords: walking environment, urban design, pedestrian mobility.

1 ■ Introducción

La figura del peatón posee una fuerte relevancia en las ciudades, dada su doble faceta: la de habitante y la de usuario del modo de transporte más básico. Es por esta doble faceta que se puede considerar la 'peatonalidad' como el modo de transporte que mantiene una relación directa e intensa entre el habitante urbano y la ciudad a través de los sentidos, a la vez que le permite interaccionar con otros peatones (Gehl, 1971; Peters, 1981), participar de la actividad comercial y cultural en las calles (Venturi, Brown & Izenour, 1977), o apreciar el entorno natural y arquitectónico (Jacobs, 1993). En definitiva, el peatón, dada su relación con el medio urbano, puede apreciar las características singulares de las rutas por las que se desplaza, haciendo que cada una tenga identidad propia (Lynch, 1960).

El entorno urbano desempeña un papel fundamental en la movilidad peatonal, ya que la presencia o no de determinados elementos a lo largo de las calles, así como las características físicas que les son propias, pueden potenciar los desplazamientos peatonales, o disuadirlos. En el marco de esta concepción, se conoce con el término de 'entorno peatonal' aquel en el cual existe una predominancia de desplazamientos a pie (Borst, Vries, Graham, Van Dongen, Bakker & Miedma, 2009; Zacharias, 2001), basada en la presencia de factores que promueven la movilidad peatonal.

Desde este planteamiento tiene significado llevar a cabo una revisión extensa de la bibliografía especializada existente para conocer el estado del arte de la movilidad y accesibilidad peatonal, para así poder comprender con mayor profundidad cuáles son los principales enfoques que existen, los principales factores considerados dentro de cada enfoque y la dimensión a la que pertenecen dichos factores. Del mismo modo, es interesante comprender la jerarquía que posee cada uno de los factores considerados dentro del conjunto de factores que influyen en la movilidad peatonal, teniendo en cuenta el contexto en el cual son llevados a cabo cada uno de los estudios analizados.

Así pues, podría considerarse a priori que la identificación de factores relacionados con los viajes peatonales viene a ser una necesidad para llevar a cabo una integración efectiva de la estructura urbana y de los patrones de viaje en el marco de la planificación y gestión de la movilidad (Correa-Díaz, 2010), en especial de la movilidad no motorizada (Clifton, Livi Smith & Rodriguez, 2007). Además, en última instancia, una mejora en los métodos para la planificación de la movilidad peatonal repercute en facilitar el acceso al transporte público (Rodríguez, Brisson & Estupiñán, 2009), así como a diferentes centralidades y espacios públicos. Incluso cabe considerar que solo en la medida en que una ciudad garantice que sus habitantes se benefician del acceso a tales destinos, potenciando además la interacción social (Hernández, 2012), podrá clasificársela de exitosa (Dávila, 2012) en materia de movilidad y desarrollo urbano.

En esta línea, el presente artículo pretende ser la base sobre la cual construir un modelo de entornos de movilidad peatonal, dada la necesidad de progresar en el diseño de indicadores y procedimientos más adecuados para identificar entornos urbanos peatonales a través de la interpretación y comprensión de su funcionamiento; y de aportar así mayor rigor en el proceso de planificación respecto a la adopción de medidas o estrategias concretas.

Con tal finalidad, se propone una revisión del estado del arte en los temas vinculados a la movilidad peatonal, en la cual se lleva a cabo una evaluación del contenido de la literatura seleccionada.

2. Metodología

La necesidad de profundizar en el conocimiento de los entornos urbanos y su relación con la movilidad peatonal da lugar a que se proponga el proceso metodológico que se ilustra en la Figura 1, que parte de un proceso de revisión y selección de referencias bibliográficas. El conjunto de referencias seleccionado constituye la base sobre la cual llevar a cabo una evaluación del contenido de cada una de las referencias en tres fases. En la primera, más general, se evalúa el enfoque predominante a la hora de

considerar los desplazamientos del peatón. En una segunda fase se profundiza en cada una de las referencias, identificando los factores evaluados en función de sus respectivos enfoques. Finalmente, se propone una tercera fase, en la cual se indaga –dentro de las referencias seleccionadas– el peso que posee cada uno de los factores evaluados respecto al resto, valor determinado ya sea a través de la opinión de ciudadanos o de expertos.

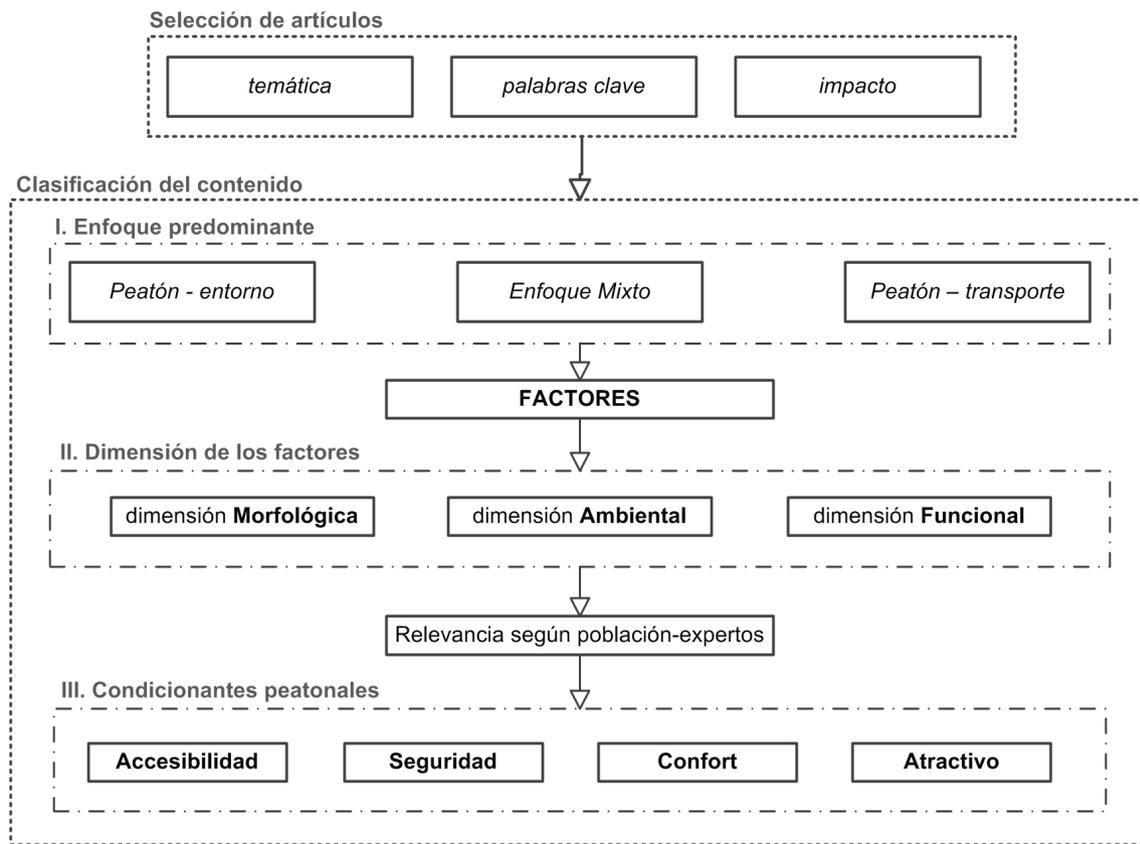


Figura 1: Proceso de revisión, selección y clasificación de referencias.
Fuente: elaboración propia.

2.1 ■ Selección de referencias

Dado que el núcleo fundamental sobre el que se estructura el presente artículo es la bibliografía científica existente en relación con la temática tratada, se ha realizado un proceso de búsqueda selectiva de referencias a partir de tres criterios: proximidad temática, palabras clave e impacto de la referencia.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la proximidad temática entre la investigación desarrollada en las diferentes obras revisadas y el contexto del presente artículo. En este sentido, se pueden distinguir diferentes perspectivas desde las cuales se enfoca la figura del peatón. Una de las más tradicionales es la que toma como punto de referencia el transporte o la geografía, evalúa la accesibilidad a diferentes lugares en función de la distancia o tiempo necesario para alcanzarlos y, sobre esa base, promueve equidad en la accesibilidad (Neutens, Schwanen, Witlox & De Maeyer, 2010; Talen & Anselin, 1998). Desde la arquitectura, se ha prestado especial atención a los espacios públicos –incluyendo las calles– como lugares dinamizadores de la ciudad (Gehl, 1971), lugares de socialización, de comercio, etcétera, en los que se otorga especial importancia a los diferentes elementos que favorecen dichos procesos. No obstante, vinculada a esta perspectiva del diseño urbano, se han desarrollado nuevas líneas de investigación más afines a campos de la medicina y la psicología que a los estudios urbanos, en los que se focaliza sobre la actitud de la población frente al caminar y en la forma en que los elementos presentes en los diferentes espacios públicos influyen en dicha actitud. Esta línea de investigación novel está muy relacionada con la creciente preocupación en el campo de la salud pública por los estilos de vida sedentarios (Lee, Mama, Medina, Ho & Adamus, 2012; World Health Organization, 2011).

Estas perspectivas en el estudio de la figura del peatón van a acotar las áreas de conocimiento en las que realizar la búsqueda de referencias, de manera que se exploran las principales bases de datos – Journal Citation Report (jcr) y Scimago Journal and Country Rank (sjr)–, teniendo en cuenta aquellas áreas de conocimiento que son más afines a la evaluación del presente estudio (Tabla 1). Se establece,

además, un arco temporal de 1995 a la actualidad. Este intervalo se corresponde aproximadamente con una evaluación de las últimas dos décadas, lo que posibilita detectar la evolución de los enfoques y perspectivas y las innovaciones en ellos, permitiendo además establecer cuatro subintervalos de cinco años con los que hacer comparativas temporales. Una vez seleccionadas las bases de datos en las que se va a realizar la búsqueda y fijada la temática, el intervalo temporal de búsqueda y las áreas de conocimiento más afines, se lleva a cabo una búsqueda teniendo en cuenta los dos criterios restantes: palabras clave e impacto. Las palabras clave relacionadas con la movilidad peatonal son dos términos anglosajones principales: walk y pedestrian. No obstante, además son consideradas las palabras derivadas de ambas, como quedan recogidas en la Tabla 1.

Establecidos los parámetros para la búsqueda y selección de referencias, es preciso analizar el contenido de las mismas. Para ello se propone un proceso basado en tres fases, que va profundizando en el contenido de las diferentes referencias.

Fase I. La primera fase de la metodología presentada pretende identificar el enfoque con el que es considerada y analizada la figura del peatón en cada una de las referencias, ya sea considerando el caminar como un modo de transporte y, por tanto, capaz de conectar un origen con un destino, reduciéndose u obviándose las características del trayecto; o un enfoque en el que se da una mayor relevancia al entorno por el cual transita el peatón y, por tanto, poniendo énfasis en caracterizar con mayor detalle el trayecto, sin considerar si tiene un origen o un destino. Se considera también un enfoque mixto en el que, en mayor o menor medida, ambas perspectivas sobre los trayectos peatonales son tenidas en cuenta.

Tabla 1.
Variables tenidas en cuenta para la selección de referencias.

| | | |
|----------------------|--|--|
| Palabras clave | Walk y derivados (walkability, walking, walking environment) | |
| | Caminar: caminabilidad, caminar, entornos caminables | |
| | Pedestrian y derivados (pedestrian environment) | |
| | Peatón: entornos peatonales | |
| | Access y derivados (accessibility) | |
| | Acceso: accesibilidad | |
| Bases de datos | Journal Citation Report (JCR) | Scimago Journal and Country Rank (SJR) |
| Área de conocimiento | Social Sciences Edition | Social Sciences |
| | Science Edition | Environmental Science |
| | | Psychology |
| | | Engineering |
| | | Medicine |

Fuente: elaboración propia

Fase II: Evaluadas las referencias según su enfoque, en una segunda fase se profundiza en cada una de las referencias, con el fin de recoger los diferentes factores urbanos considerados. De esta manera se puede apreciar qué factores se examinan con más frecuencia en cada uno de los enfoques evaluados en la fase anterior. Posteriormente, todos los factores son evaluados según la dimensión a la que contribuyen. En este sentido, las dimensiones que dan lugar al “sentido de lugar” propuestas por Montgomery (1998) se han adaptado a la relación entre diseño urbano y movilidad peatonal, renombrando las tres dimensiones como morfológica, funcional y ambiental. Esta evaluación permite distinguir cómo los diferentes enfoques relacionados con la movilidad peatonal prestan mayor o menor atención a las distintas dimensiones que dan lugar a los diferentes “sentidos de lugar”.

Fase III: Finalmente, la última fase de la metodología incide sobre la importancia relativa de cada uno de los factores recogidos en el desplazamiento peatonal. Para ello, del total de referencias seleccionadas se descartan aquellas que no llegan a este nivel de detalle. Con esta segunda selección de referencias se evalúan los factores según su relevancia respecto del conjunto. Dicha evaluación tiene lugar sobre la base de los resultados obtenidos en

las encuestas a población general o específica y a paneles de expertos. No obstante, para poder analizar de manera conjunta y comparada la valoración de factores, es necesario homogeneizarlos. Este proceso de homogeneización se realiza pasando de diferentes factores estadísticos a una escala simplificada de 0 a 10, en la que el grado de influencia del factor varía entre la mínima influencia (0) y la máxima influencia (10).

Una vez completadas las tres fases y con una visión en profundidad de los enfoques y factores relacionados con la movilidad peatonal en entornos urbanos, se discutirá sobre los resultados obtenidos de aplicar la presente metodología.

3. Caracterización de los entornos urbanos respecto a la movilidad peatonal.

Seleccionadas las referencias siguiendo el proceso descrito en el apartado relativo a la metodología (Tabla 2), se procede con el análisis de las mismas según las tres fases propuestas, yendo progresivamente de una evaluación más superficial a una de mayor detalle.

3.1 ■ Fase I: Enfoques de la movilidad peatonal en entornos urbanos

La primera de las fases relativa a la evaluación de las referencias seleccionadas según el enfoque que tengan en relación con la movilidad peatonal en el entorno urbano se muestra a continuación (Tabla 2). En dicho cuadro se puede apreciar cómo, en el conjunto de referencias, los enfoques se dan en porcentajes similares respecto del total. Así, el enfoque que ocupa el primer lugar según su porcentaje respecto al total es el enfoque mixto, con un 36%; lo sigue el enfoque peatón-entorno, con un 34%; y finalmente el enfoque peatón-transporte, con un 26%.

Ahora bien, además de construir una visión general del enfoque propio de las referencias, resulta conveniente analizar la evolución de cada uno de los enfoques a lo largo de los últimos veinte años. Así, pues, el Figura 1 muestra cómo el número de referencias que examinan la figura del peatón respecto a su movilidad ha aumentado constantemente. Además, siguiendo la evolución de cada enfoque, se aprecia cierta homogeneidad en el intervalo 1996-2000 respecto al número de referencias medio anual entre los tres enfoques, aunque con niveles muy bajos. En el intervalo 2001-2005 se muestra cómo los enfoques comienzan a diferenciarse en cuanto al número de referencias en que aparecen, con un incremento más acentuado de aquellos más específicos, esto es, enfoque peatón-entorno y enfoque peatón-transporte. Sin embargo, esta tendencia varía en el periodo 2006-2010, donde dichos enfoques más específicos se estabilizan en su crecimiento, mientras que el enfoque mixto comienza a ganar relevancia con un número de referencias me-

dia anual superior al de los dos enfoques restantes. Dicha tendencia continúa de manera más marcada en el periodo actual, 2011-2015, en el que siguen aumentando las referencias con enfoque mixto, mientras que el enfoque del peatón-entorno tiene un aumento menor y el enfoque peatón-transporte decrece en número de referencias respecto al periodo anterior.

La evolución de los tres enfoques muestra, por tanto, que se requiere cada vez más una visión transversal de ellos, como respuesta creativa a la necesidad de abarcar el espacio que queda entre las metodologías presentes más deterministas a través de la creación de metodologías mixtas. Asimismo, resulta relevante el notable incremento anual de referencias sobre esta temática (en cualquiera de los tres enfoques), lo que indica el peso progresivo del peatón en el análisis de la accesibilidad urbana.

Tabla 2.
Referencias bibliográficas seleccionados ordenadas por orden alfabético.

| Referencias | Enfoque | | |
|--|-------------------|----------------|-------|
| | Peatón Transporte | Peatón Entorno | Mixto |
| (Adkins, Dill, Luhr, & Neal, 2012) | | • | |
| (M. A. Alfonzo, 2005) | | | • |
| (M. Alfonzo, Boarnet, Day, McMillan, & Anderson, 2008) | | | • |
| (Apparicio & Seguin, 2006) | • | | |
| (Bentley, Jolley, & Kavanagh, 2010) | | | • |
| (Boarnet, Joh, Siembab, Fulton, & Mai Thi Nguyen, 2011) | • | | |
| (Borst et al., 2009) | | | • |
| (Bricka, Sener, Dusza, Wood, & Hudson, 2012) | | | • |
| (Cao, Handy, & Mokhtarian, 2006) | | • | |
| (Cervero & Kockelman, 1997) | | | • |
| (Clifton et al., 2007) | | • | |
| (Dixon, 1996) | | • | |
| (Ewing & Handy, 2009) | | • | |
| (Foltête & Piombini, 2007) | | • | |
| (Foster, Giles-Corti, & Knuiman, 2011) | | • | |
| (Gallimore, Brown, & Werner, 2011) | | | • |
| (Giles-Corti & Donovan, 2002) | | | • |
| (Giles-Corti et al., 2005) | • | | |
| (Guo, 2009) | | | • |
| (Iacono, Krizek, & El-Geneidy, 2010) | • | | |
| (Jiang, Christopher Zegras, & Mehndiratta, 2012) | | | • |
| (Kelly, Tight, Hodgson, & Page, 2011) | | • | |
| (Koh & Wong, 2013) | | | • |
| (Landis, Vattikuti, Ottenberg, McLeod, & Guttenplan, 2001) | | • | |
| (Learnihan, Van Niel, Giles-Corti, & Knuiman, 2011) | | | • |
| (C. Lee & Moudon, 2006) | • | | |
| (S. Lee, Lee, Son, & Joo, 2012) | | | • |
| (Leslie et al., 2005) | | • | |
| (Litman, 2003) | • | | |
| (Lotfi & Koohsari, 2009) | • | | |
| (Loutzenheiser, 1997) | • | | |
| (Manaugh & El-Geneidy, 2011) | • | | |

Fuente: elaboración propia

| Referencias | Enfoque | | |
|--|----------------------|-------------------|-------|
| | Peatón Transporte | Peatón Entorno | Mixto |
| (McCormack, Cerin, Leslie, Du Toit, & Owen, 2008) | • | | |
| (Millington et al., 2009) | | • | |
| (Moniruzzaman & Paez, 2012) | | • | |
| (Olszewski & Wibowo, 2005) | | | • |
| (O'Sullivan & Morrall, 1996) | • | | |
| (Owen, Humpel, Leslie, Bauman, & Sallis, 2004) | | • | |
| (Parks & Schofer, 2006) | | • | |
| (Pasaogullari & Doratli, 2004) | • | | |
| (Pikora, Giles-Corti, Bull, Jamrozik, & Donovan, 2003) | | • | |
| (Pooley et al., 2011) | | • | |
| (Rodríguez et al., 2009) | | | • |
| (Shay, Rodriguez, Cho, Clifton, & Evenson, 2009) | | • | |
| (Shriver, 1997) | | | • |
| (Talen, 2002) | • | | |
| (Townsend & Zacharias, 2010) | • | | |
| (Weinstein, Schlossberg, & Irvin, 2008) | | | • |
| (Werner, Brown, & Gallimore, 2010) | | | • |
| (Wood, Frank, & Giles-Corti, 2010) | | • | |
| (Zook, Lu, Glanz, & Zimring, 2012) | | | • |

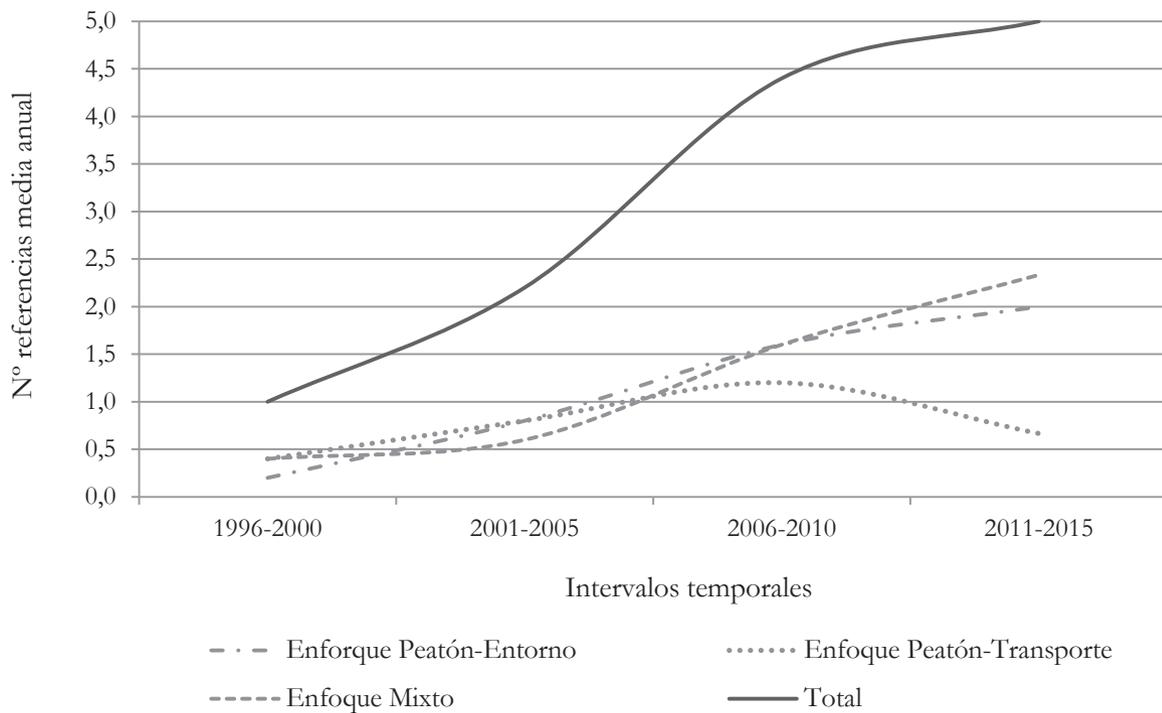


Figura 2. Evolución temporal de los distintos enfoques según el número de referencias medio anual
Fuente: Elaboración propia

3.2. Fase II: Factores de los entornos urbanos relacionados con la movilidad peatonal.

Profundizando en las referencias seleccionadas, se ha recogido un total de 48 factores presentes en ellas. Algunos han sido homogeneizados en cuanto a la nomenclatura o la denominación, aunque respetándose en todo momento su sentido original. Esta identificación de factores y, sobre todo, la evaluación de su presencia resultan útiles para interpretar y diseñar entornos peatonales según los contextos y objetivos preponderantes de la relación entre movilidad urbana y espacio público.

En lo que respecta a los factores recogidos (Figura 3), se puede observar la presencia de algunos relativos a un mismo elemento, como es el caso de la acera o del tráfico, en los cuales se identifican aspectos diferenciados. Del mismo modo, también es constatable la existencia de factores más generales, como sucede con el factor "usos del suelo", que

podría contener diferentes aspectos, como "horario", "tipología", etcétera. También es constatable la existencia de factores más generales, como sucede con el factor "usos del suelo", que podría contener diferentes aspectos como horario, tipología, etc.

Además de la apreciación anterior, se puede observar la presencia de factores que se encuentran más ligados a análisis cualitativos, como, por ejemplo, la "limpieza" o la "vigilancia", y otros que tradicionalmente son analizados de forma cuantitativa, como la "anchura de la calle", el "volumen de tráfico", etcétera.

Respecto a la frecuencia de aparición de los factores, las diferencias entre unos y otros son constatables. En el extremo superior, con mayor frecuencia se encuentran factores como "usos del suelo", que

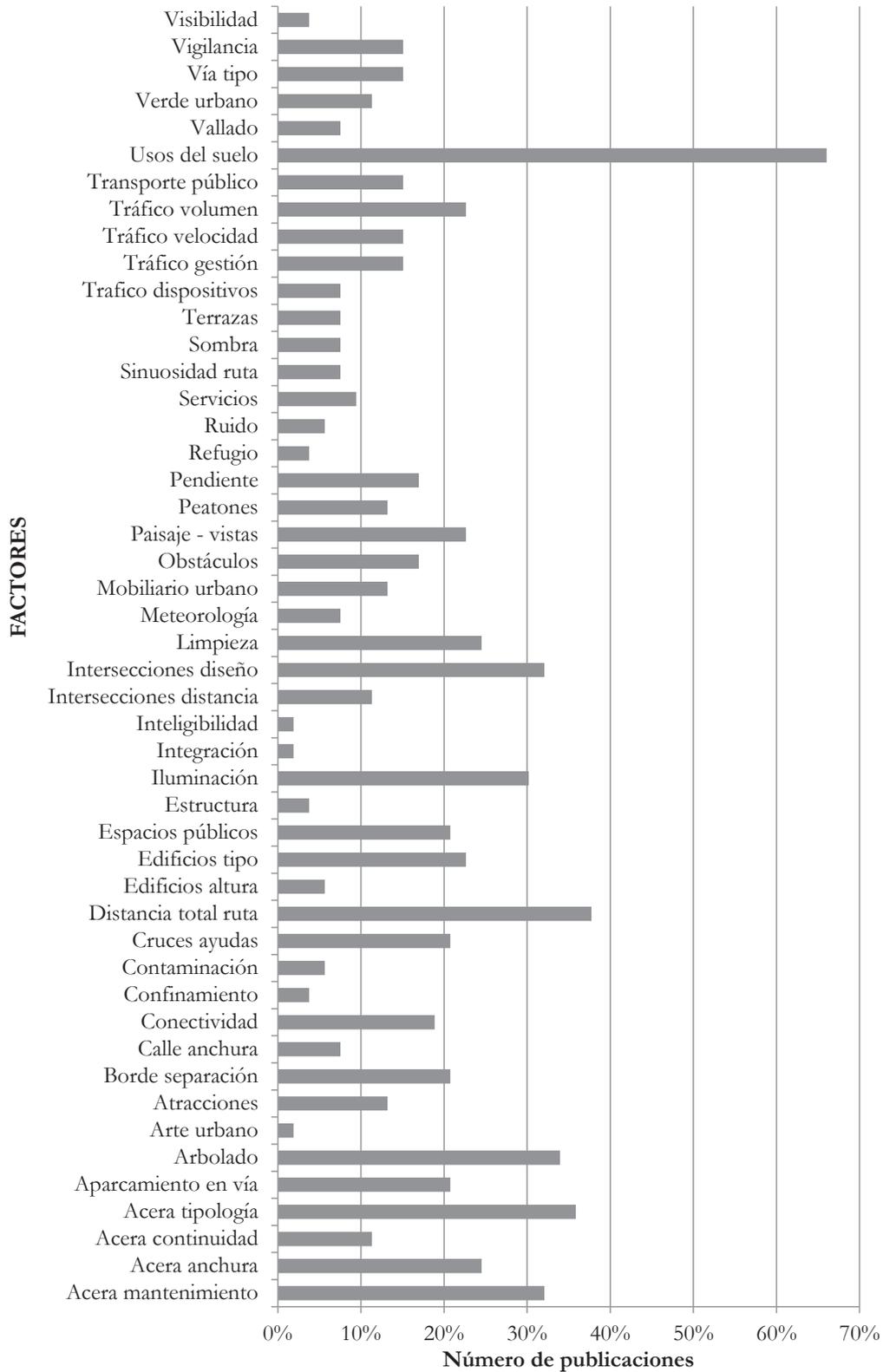


Figura 3. Presencia de los factores respecto al total de referencias.
Fuente: Elaboración propia

está presente en más del 65% de las referencias; o la "distancia total de la ruta" y "acera tipología", con porcentajes superiores al 35%. Estos pueden ser considerados como factores básicos para el estudio de los desplazamientos peatonales. Por el contrario, aquellos con menor presencia son factores con una mayor especificidad, como la "visibilidad", "inteligibilidad", "integración", "estructura" o "arte urbano", con porcentajes próximos al 0%, lo que da a entender que son tratados únicamente por autores con líneas de investigación muy focalizadas en temáticas en las que dichos factores se encuentran presentes.

Una vez realizada una primera aproximación a los factores recogidos en el conjunto de referencias, es posible profundizar en los resultados obtenidos en la fase I, evaluando el grado en el que los diferentes factores contribuyen a cada uno de los enfoques con que se evalúa la figura del peatón. Así pues, el Figura 4 muestra cómo para el enfoque peatón-transporte, los factores más destacados son la "distancia total de la ruta" (79%) y los "usos del suelo" (50%), mientras que el resto de factores presentes en dichos artículos se mantiene en niveles inferiores al 20%. Por el contrario, el enfoque peatón-entorno posee un mayor aporte de factores, con una presencia más homogénea, en la que destacan algunos como "usos del suelo", "iluminación", "tipología de acera", "volumen de tráfico", "arbolado", "mantenimiento de la acera", etcétera.

Por su parte, el enfoque mixto presenta un esquema intermedio entre los dos anteriores. Así pues, presenta el factor "usos del suelo" como el más relevante, estando presente prácticamente en el 90% de las referencias de este grupo. Además, da cuenta de otros factores, pero con menor relevancia, como, por ejemplo, el "arbolado" (47%), el "diseño de intersecciones" (47%) o la "distancia total de la ruta" (37%).

Una vez establecida la frecuencia de aparición de los diferentes factores en cada uno de los tres enfoques de evaluación de la figura del peatón, llama la atención cómo a priori podría parecer extraño que, en el enfoque peatón-transporte, el factor "usos del suelo" tenga menor presencia en las referencias que en los otros dos enfoques. Esta situación tiene lugar por la consideración de algunas referencias con enfoque peatón-transporte que focalizan su

análisis en la distancia hacia un uso determinado, pero sin considerar los usos del suelo como determinantes en el análisis de la accesibilidad peatonal. Dichas referencias no consideran los usos del suelo como un factor en sí mismo. Por otra parte, hay que tener en cuenta la forma en que dicho factor es analizado en los distintos enfoques, ya que mientras en el enfoque peatón-transporte se analiza mayoritariamente de manera cuantitativa, en el enfoque peatón-entorno y en el enfoque mixto, los usos del suelo son analizados mayoritariamente desde un punto de vista cualitativo.

Finalmente, esta distribución de factores entre los diferentes enfoques, así como su frecuencia de aparición en el conjunto de referencias, da una idea de cómo el enfoque mixto se sitúa como aquel que pretende responder a la necesidad de accesibilidad peatonal a diferentes usos del suelo, enriqueciendo el análisis respecto del enfoque más tradicional de accesibilidad peatonal. No obstante, este enfoque mixto supone también un ahorro en la consideración de factores respecto al enfoque peatón-entorno, lo que lo convierte en una aproximación sintética y aglutinadora de mayor operatividad para la planificación de la movilidad peatonal en entornos urbanos.

Analizados los enfoques de las publicaciones revisadas, así como los principales factores dentro de cada uno de esos enfoques, resulta interesante diferenciar dichos factores en función de la dimensión principal a la que pertenecen, ya sea esta morfológica, funcional o ambiental (Tabla 3). Profundizando en los factores que forman parte de la dimensión morfológica de la calle, se constata que contribuyen en mayor o menor medida a sus aspectos físicos o infraestructurales, mientras que los factores de dimensión funcional son aquellos que le dan vitalidad a ese espacio en función de su densidad y diversidad. Finalmente, la dimensión ambiental recoge los factores que contribuyen a generar percepciones positivas en los peatones o satisfacer pequeñas necesidades durante el recorrido y, en definitiva, a crear espacios agradables para ellos.

En esta línea, y analizando de manera conjunta la frecuencia de los factores por enfoques y las dimensiones de dichos factores, se observa cómo el factor más determinante del enfoque peatón-transporte —distancia total de la ruta— tiene una dimensión

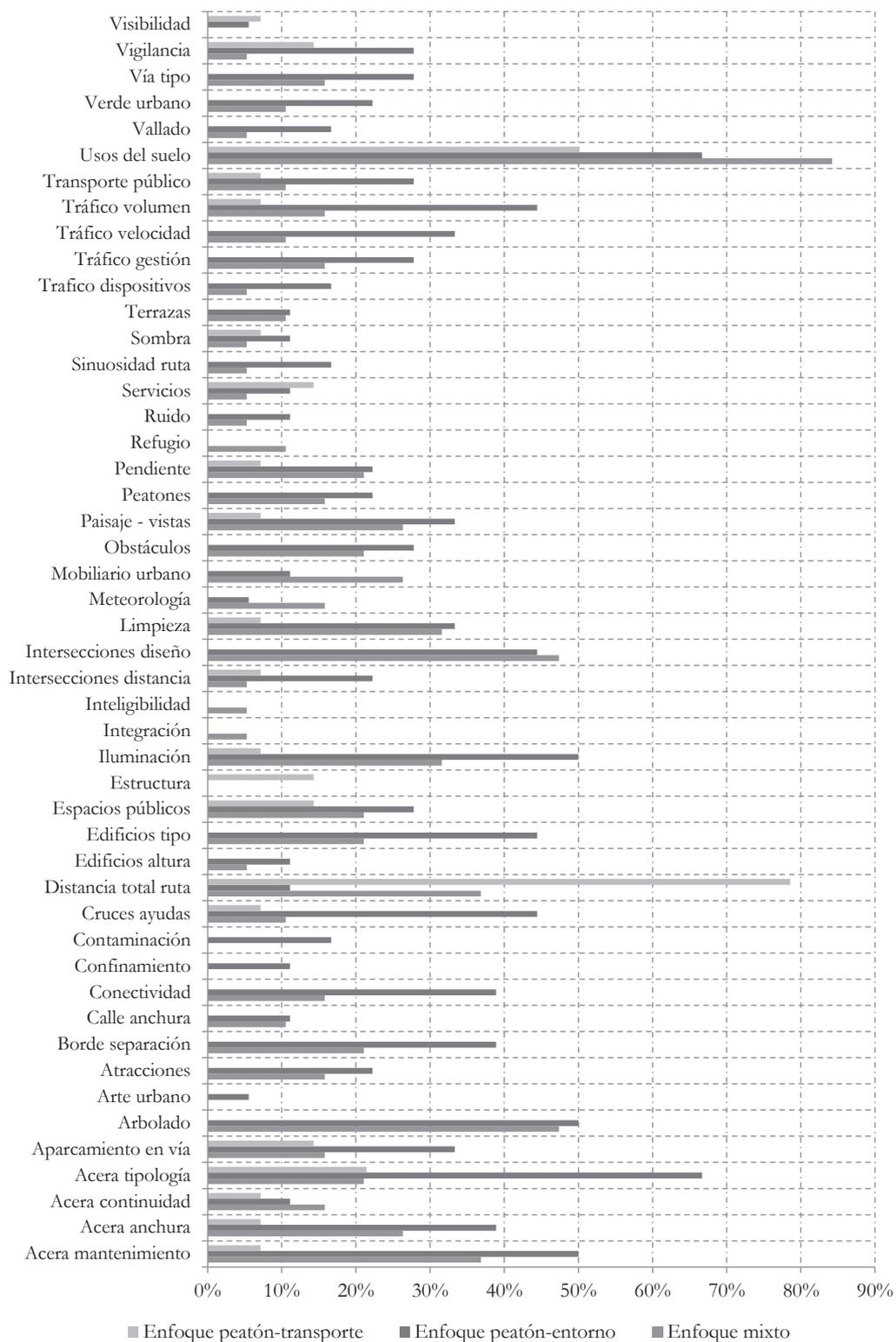


Figura 4. Representatividad de los factores según enfoque (% de aparición del factor respecto del total de referencias del enfoque).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.
Enfoque y dimensión de los factores recogidos en las referencias.

| Factor | Morfológica | Funcional | Ambiental | Factor | Morfológica | Funcional | Ambiental |
|--------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------|-------------|-----------|-----------|
| Acera mantenimiento | • | | | Meteorología | | | • |
| Acera anchura | • | | | Mobiliario urbano | | | • |
| Acera continuidad | • | | | Obstáculos | | | • |
| Acera tipología | • | | | Paisaje | | | • |
| Aparcamientos en vía | | • | | Peatones | | • | |
| Arbolado | | | • | Pendiente | • | | |
| Arte urbano | | | • | Refugio | | | • |
| Atracciones | | • | | Ruido | | | • |
| Borde separación | • | | | Señalización | | • | |
| Calle anchura | • | | | Servicios | | • | |
| Conectividad | • | | | Sinuosidad ruta | • | | |
| Confinamiento | | | • | Sombras | | | • |
| Contaminación | | | • | Terrazas | | • | |
| Cruces ayudas | | | • | Tipo de calle | | • | |
| Distancia total ruta | • | | | Tráfico dispositivo | | • | |
| Edificios-alturas | | • | | Tráfico-gestión | | • | |
| Edificios-tipos | | • | | Tráfico-velocidad | | • | |
| Espacio público | | • | | Tráfico-volumen | | • | |
| Estructura | • | | | Transporte público | | • | |
| Iluminación | | | • | Usos del suelo | | • | |
| Integración | • | | | Vallado | | | • |
| Inteligibilidad | • | | | Verde urbano | | | • |
| Intersecciones distancia | • | | | Vía tipo | | • | |
| Intersecciones diseño | • | | | Vigilancia | | | • |
| Limpieza-Mantenimiento | | | • | Visibilidad | • | | |

Fuente: elaboración propia

morfológica. Por su parte, en el enfoque peatón-entorno, al recoger un gran número de factores, están presentes las tres dimensiones, aunque destacan, por la frecuencia de los factores, la dimensión funcional y la morfológica. Finalmente, en el enfoque mixto destaca la dimensión funcional como la más relevante, según el factor más representativo de dicho enfoque.

En este contexto, se puede apreciar de manera temporal cómo los diferentes factores han contribuido a las tres dimensiones (Figura 5). Así pues, en el primer periodo tiene mayor relevancia la dimensión morfológica y ambiental. No obstante esta relevancia decae en el siguiente periodo para ambas dimensiones, hecho que contrasta sin embargo con la dimensión funcional que tiene un fuerte crecimiento. Estas fluctuaciones en la distribución de factores en las diferentes dimensiones se estabilizan levemente en los siguientes periodos, aunque con una caída leve de la dimensión ambiental respecto a las otras dos dimensiones.

Si bien esta evolución temporal de las dimensiones a lo largo del periodo abarcado resulta de interés para conocer la importancia que se les ha otorgado en las investigaciones a lo largo del tiempo, también es interesante comprender el contexto global en el análisis de los factores. En este sentido, se puede apreciar cómo hasta el periodo 2006-2010 se da un fuerte crecimiento en los factores considerados en relación con la movilidad peatonal; sin embargo –y teniendo en cuenta que el último periodo de tiempo considerado todavía no ha concluido–, parece vislumbrarse un cambio de tendencia, en el que hay un decrecimiento en el número de factores considerados.

Por otra parte, y desde un punto de vista general, considerando la frecuencia de los factores según los distintos enfoques, así como la dimensión a la que contribuyen de manera más predominante, en el enfoque peatón-transporte la dimensión predominante es la morfológica, seguida de la funcional y, en último lugar, de la dimensión ambiental (Figura 6). En el caso del enfoque peatón-entorno y en el enfoque mixto la distribución de las dimensiones varía, siendo más predominante la dimensión funcional, seguida de las dimensiones morfológica y ambiental.

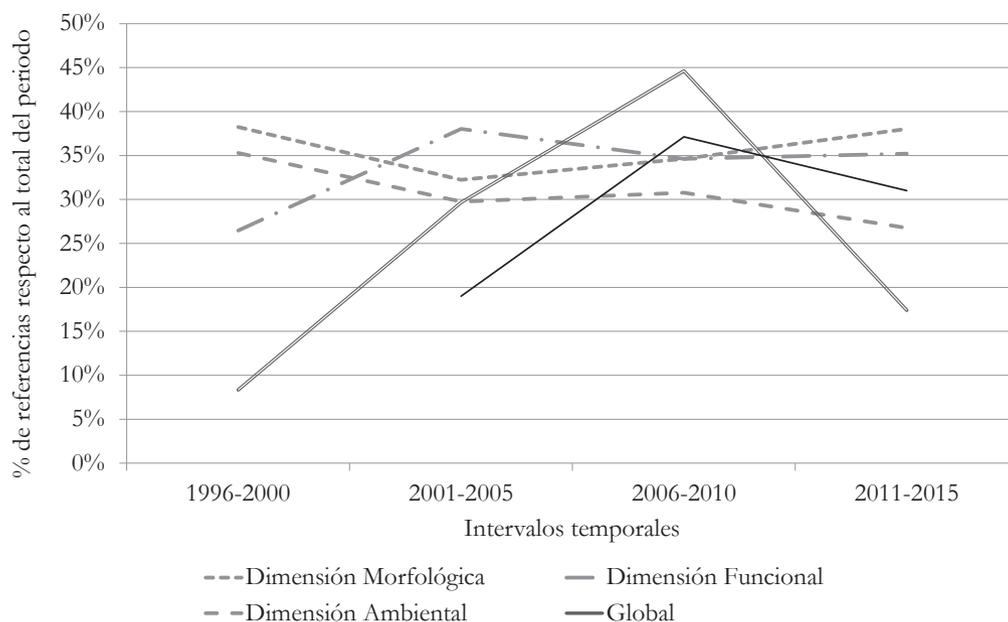


Figura 5. Distribución temporal del número de factores general y por dimensiones.
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, esta evaluación de los principales factores en cada uno de los enfoques y de las dimensiones dominantes que ha considerado esta revisión, según la frecuencia con las que están presentes en el conjunto de referencias, debe complementarse con un análisis de la valoración que posee en sí mis-

mo el factor en cuestión respecto a los demás, de forma que esta valoración recoja la opinión o visión de los propios peatones.

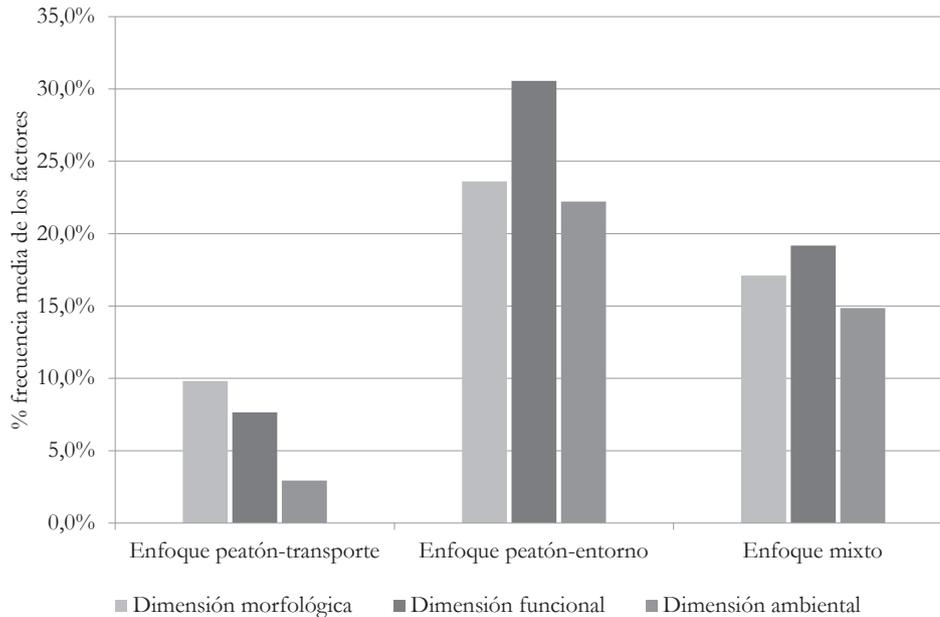


Figura 6. Distribución de las dimensiones según frecuencia de los factores en los distintos enfoques.
Fuente: Elaboración propia

3.3. Fase III: Valoración de los factores urbanos en relación con la movilidad peatonal

Al objeto de evaluar la calidad peatonal en un ámbito geográfico específico, es preciso no solo disecionar la(s) relación(es) que se establece(n) entre los peatones y el entorno urbano por el que transitan, sino conocer también qué factores son los que propician o no la movilidad peatonal. Con esta finalidad se analizan los artículos que incluyen una valoración de los factores de diseño urbano por medio de encuestas a la población. En esta línea, los artículos seleccionados para realizar la comparativa de los factores considerados y su valoración por parte de la población como predominantes y, por ende, condicionantes, son seis (Figura 4), en los que se puede constatar diferentes enfoques y perspectivas. Por una parte, en lo que respecta al enfoque temático, existen a grandes rasgos dos enfoques: la perspec-

tiva del diseño urbano, y otra más concerniente a la salud de la población. Por otra parte, existen diferencias claras en los sujetos que valoran los factores recogidos en las encuestas propuestas por cada uno de los autores. Así, dos de las seis referencias evaluadas establecen valoración de factores urbanos mediante un panel de expertos, mientras que en las cuatro referencias restantes, la valoración se establece con base en las respuestas de la población residente. En este último caso es posible distinguir a su vez pequeños matices que deben ser tenidos en cuenta, ya que de las cuatro referencias basadas en cuestionarios a población, Borst et al. (2009) se centran en la población de mayor edad y Weinstein et al. (2008) inciden en la población residente que es usuaria del transporte público.

Tabla 4.
Referencias seleccionadas para la valoración de factores.

| Autor | Enfoque | Evaluación | Ámbito |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| (Adkins et al., 2012) | Diseño urbano | Población residente general | Portland (Oregón) |
| (Borst et al., 2009) | Psicología | Población residente anciana | Schiedan, Holanda Meridional (Holanda) |
| (Ewing & Handy, 2009) | Diseño urbano | Panel de expertos | Multitud de ciudades (Estados Unidos) |
| (Leslie et al., 2005) | Salud | Población residente general | Adelaida, Australia Meridional (Australia) |
| (Pikora et al., 2003) | Ciencias sociales y Medicina | Panel de expertos | - |
| (Weinstein et al., 2008) | Diseño urbano | Población usuaria transporte público | California y Oregón (Estados Unidos) |

Fuente: elaboración propia

Entrando en detalle en la valoración de factores recogidos en este subconjunto de referencias bibliográficas seleccionadas, el número de factores evaluados se ha reducido levemente desde los 48 factores de la fase II a 41 factores (Figura 7). De este conjunto de factores valorados, se puede apreciar como el factor “usos y negocios” ocupa un papel destacado de acuerdo con la frecuencia de aparición (n=6) respecto al total de referencias. A este factor le suceden otros cuya presencia en el conjunto de referencias es elevado (n=5), tal y como sucede con “acera-acondicionamiento”, “arbolado”, “edificios-tipos”, la presencia de “espacios públicos” y el factor “paisaje”, entendido este como paisaje natural y como paisaje urbano.

No obstante, la frecuencia de aparición de los factores en el conjunto de referencias no debe confundirse con su peso dentro del espectro de factores que pueden influir en la movilidad peatonal. Es por ello que, además de su frecuencia, es necesario caracterizar su intensidad a través de los valores obtenidos de las diferentes encuestas, ya sean estas a población o a expertos. En este contexto, y dado que cada uno de los autores ha realizado valoraciones distintas, es fundamental homogeneizar los factores y sus valores para que puedan ser comparados. Este proceso de homogeneización contiene ciertas licencias a la hora de agrupar factores y sus

valoraciones, por lo que los resultados deben ser entendidos como relativos y establecidos desde un enfoque exploratorio.

En el marco señalado, la valoración de los factores se ha homogeneizado en una escala de 0 a 10, siendo el 0 el valor de menor influencia o peso dentro de los factores analizados en la movilidad peatonal y 10 el máximo factor de influencia o peso en dicha movilidad. Así pues, se puede apreciar en el Figura 7 los aspectos descritos anteriormente: en el eje superior y con barras grises estaría identificada la frecuencia de aparición de los factores en las referencias, y en el eje inferior y con puntos, la valoración media obtenida tras la homogeneización, así como los valores máximos y mínimos registrados. Ambos aspectos se exponen de manera conjunta, ya que integrando frecuencia e intensidad es posible tener una idea más ajustada de la valoración que se lleva a cabo para cada uno de los factores.

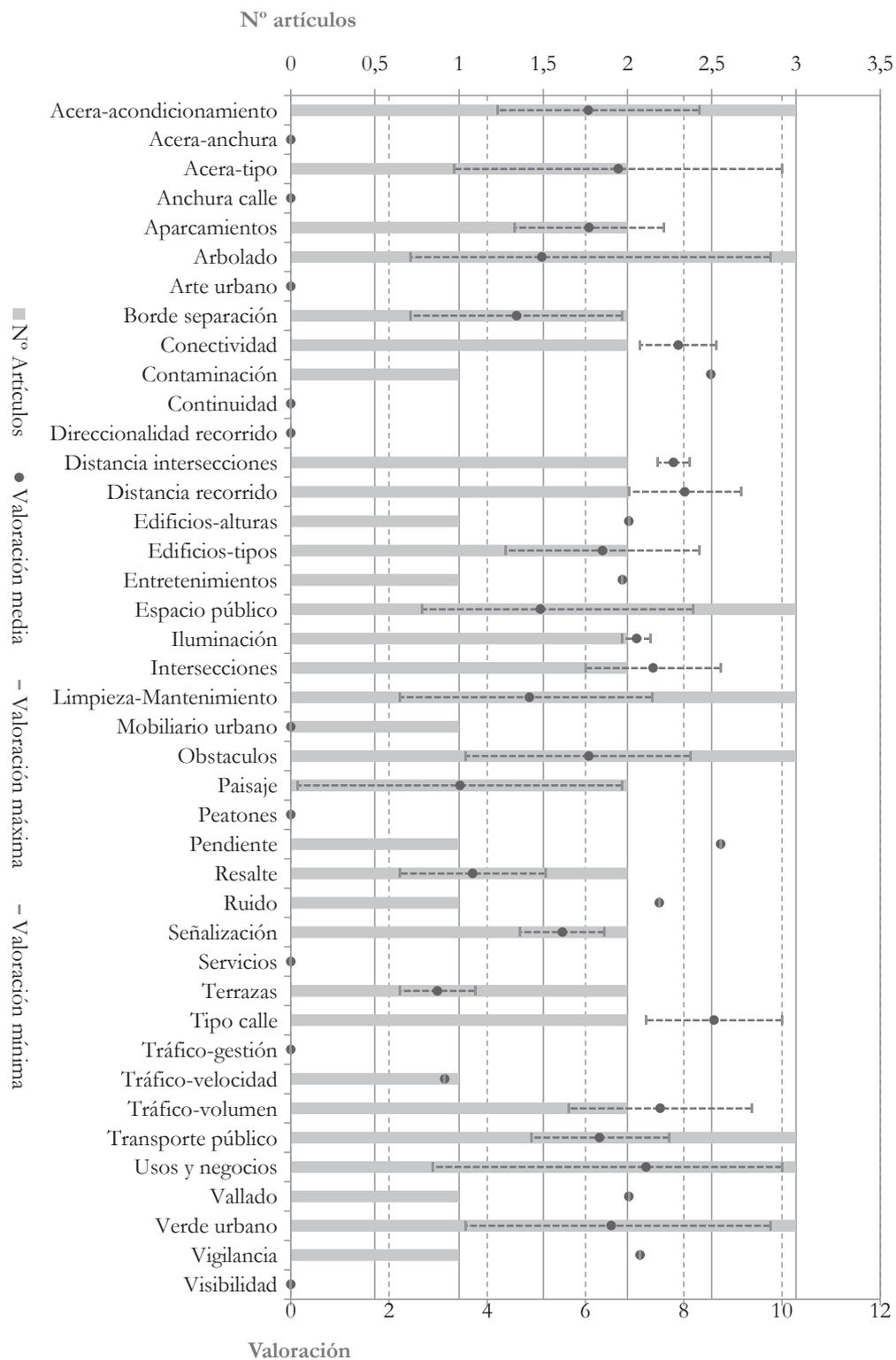


Figura 7. Valoración media de los factores en la movilidad peatonal.
Fuente: elaboración propia a partir de (Adkins et al., 2012; Borst et al., 2009; Ewing & Handy, 2009; Leslie et al., 2005; Pikora et al., 2003; Weinstein et al., 2008).

Una vez puntualizados los aspectos anteriores, el análisis de la valoración de los factores muestra una valoración alta de factores como la "distancia recorrido" (8,68), "vigilancia" (8,56), "conectividad" (7,89), "tipo de calle" (7,57) o "intersecciones" (7,37). De este grupo de factores con alta valoración media, es necesario atender en primer lugar a su frecuencia de aparición respecto al total de referencias analizadas en esta fase. De esta forma, se aprecia cómo la "distancia de recorrido" está presente en la mitad de las referencias, con una desviación típica de 1,32 puntos. Por su parte, los factores "intersecciones" y "tipo de calle" poseen frecuencias iguales al anterior factor descrito; sin embargo, sus desviaciones típicas varían del 1,12 al 1,86, respectivamente, lo que indicaría un menor consenso en las respuestas obtenidas. Los factores "conectividad" y "vigilancia" ostentan, pese a su elevado valor medio, una frecuencia de aparición menor, aunque con desviaciones típicas de 0,78 y 1,45, respectivamente.

En la franja de valoración media se sitúan factores como "tráfico-gestión" (6,89), "iluminación" (6,81), "acera-tipo" (6,63), "tráfico-volumen" (6,42), "distancia intersecciones" (6,37) u "obstáculos" (6,07). De este conjunto de factores cabe hacer especial mención del factor "iluminación", considerando su frecuencia respecto a la segunda selección de referencias: se encuentra en cuatro de las seis referencias evaluadas, aunque no existe un elevado consenso en su valoración, ya que muestra una desviación típica de 2,17. Esta situación de elevada frecuencia, y una desviación típica mayor a la del grupo de factores anteriores, es la tónica general para este grupo de factores, a excepción del factor "gestión de tráfico", cuya frecuencia y desviación típica se ven reducidas a 2 y 0,18, respectivamente.

4. Conclusiones

El presente artículo pone de relieve la complejidad y diversidad de funciones del peatón en el medio urbano, lo que genera la necesidad de conocer en profundidad las características del entorno construido que más influyen en el peatón a la hora de desplazarse o acceder a distintas centralidades urbanas. De ahí que los resultados que arroja la metodología de revisión contribuyan a caracterizar estos ambientes o entornos peatonales para conocer mejor sus cualidades y condicionantes a la hora de favorecer la accesibilidad al espacio público a escala de planificación y de diseño urbano.

La riqueza de factores identificados mediante la exploración bibliográfica es ya una revelación de la necesidad de revisar tanto los enfoques como las dimensiones a la hora de analizar, proyectar y evaluar la accesibilidad peatonal, como objetivo de integración y calidad urbana basado en la interdependencia y jerarquía de factores. En este sentido, la primera fase de la metodología evidencia cómo el análisis del peatón ha evolucionado a lo largo de las dos últimas décadas desde enfoques más específicos y deterministas, hacia un enfoque más holístico o mixto. Esta evolución pone de manifiesto la nece-

sidad de considerar enfoques y modelos integrados que aporten una nueva visión de conjunto ante la complejidad propia de la figura del peatón. Solo así será posible desarrollar posteriormente herramientas útiles en los procesos de planificación y gestión de la movilidad peatonal, máxime si esta quiere ser entendida como una movilidad importante en el intercambio modal, por ejemplo, mediante la combinación de factores favorables a la proximidad urbana.

Además, el referido enfoque mixto para el análisis de la movilidad y accesibilidad peatonal en entornos urbanos debe, en última instancia, crear para el peatón un fuerte "sentido de lugar", considerando y equilibrando los factores que intervienen dentro de las dimensiones morfológica, funcional y ambiental. No obstante, tal como se ha puesto de manifiesto en la tendencia de los factores en el marco temporal analizado, el número de factores por considerar debe ser —en la medida de lo posible— reducido; deben aportar riqueza a los análisis y ser, al mismo tiempo, fácilmente manejables por parte del conjunto de actores concernidos, sin necesidad de elevados conocimientos al respecto.

Por consiguiente, la riqueza de factores no significa una multiplicación innecesaria en el momento de su identificación relevante, sino especificidad en su manejo según el enfoque idóneo y/o dominante con el cual favorecer la accesibilidad peatonal en un entorno determinado.

En este contexto, los factores que han revelado una mayor representatividad dentro del conjunto considerado para la movilidad y accesibilidad peatonal han sido la "distancia hasta destino", los "usos del suelo", el "tipo de acera" o el "arbolado". Por tanto, a la hora de analizar entornos urbanos en los que mejorar la calidad de la movilidad y accesibilidad peatonal, estos factores deben estar muy presentes. Lógicamente, la tendencia observada es el resultado de una revisión no exhaustiva y, por tanto, es limitado el número considerado de referencias según el proceso metodológico expuesto. Puede, entonces, ser sin duda enriquecedora y esclarecedora una revisión más extensa, incluyendo otras revistas y bases de datos para ratificar la representatividad de estos factores.

En relación con lo anterior, es necesario enfatizar que, tal y como se plantea en la discusión sobre la valoración de los factores urbanos en relación con la movilidad peatonal, la frecuencia de aparición de los factores en el conjunto de referencias no debe confundirse con su peso dentro del espectro de factores que pueden influir en la movilidad peatonal, ya que no dejan de ser valores relativos desde un

enfoque exploratorio. En consecuencia, además de considerar aquellos factores que frecuentemente son utilizados en las diferentes investigaciones sobre la movilidad o la accesibilidad peatonal, es necesario conocer de qué manera dichos factores condicionan más a los peatones a la hora de desplazarse a pie. Con esta finalidad es posible jerarquizar los diferentes factores urbanos según la importancia que les otorga la población o un panel de expertos a través de encuestas. Como se ha puesto de manifiesto en la fase III del presente artículo, la valoración de los distintos factores por parte de la población pone de manifiesto la importancia de considerar la escala local cuando se analiza la figura del peatón, ya que la valoración de los factores no es extrapolable. Este hecho evidencia la relación directa que mantiene el peatón con el entorno, donde la climatología, la cultura, etcétera, desempeñan un importante papel.

Tras esta aproximación o revisión global, aunque también pormenorizada y representativa de los enfoques y factores relacionados con los desplazamientos peatonales, se abren líneas futuras de investigación. Ellas se basan, por un lado, en un fortalecimiento de la fundamentación metodológica mediante la extensión de las referencias consideradas; y, por otro lado, en una evaluación de la percepción que poseen los peatones respecto de los distintos factores en un contexto específico, en consonancia con la relevancia identificada de enfoques, dimensiones y factores.

5. Referencias

-
- Adkins, A., Dill, J., Luhr, G., & Neal, M. (2012). Unpacking Walkability: Testing the Influence of Urban Design Features on Perceptions of Walking Environment Attractiveness. *Journal of Urban Design*, 17(4), 499-510. doi: 10.1080/13574809.2012.706365
- Alfonzo, M., Boarnet, M. G., Day, K., McMillan, T., & Anderson, C. L. (2008). The Relationship of Neighbourhood Built Environment Features and Adult Parents' Walking. *Journal of Urban Design*, 13(1), 29-51.
- Alfonzo, M. A. (2005). To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. *Environment and Behavior*, 37(6), 808-836. doi: 10.1177/0013916504274016
- Apparicio, P., & Seguin, A.-M. (2006). Measuring the Accessibility of Services and Facilities for Residents of Public Housing in Montreal. *Urban Studies*, 43(1), 187-211. doi: 10.1080/00420980500409334
- Bentley, R., Jolley, D., & Kavanagh, A. M. (2010). Local environments as determinants of walking in Melbourne, Australia. *Social Science & Medicine*, 70(11), 1806-1815. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.041>

- Boarnet, M. G., Joh, K., Siembab, W., Fulton, W., & Mai Thi Nguyen. (2011). Retrofitting the Suburbs to Increase Walking: Evidence from a Land-use-Travel Study. *Urban Studies*, 48(1), 129-159. doi: 10.1177/0042098010364859
- Borst, H. C., de Vries, S. I., Graham, J. M. A., van Dongen, J. E. F., Bakker, I., & Miedema, H. M. E. (2009). Influence of environmental street characteristics on walking route choice of elderly people. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 477-484.
- Bricka, S., Sener, I., Dusza, C., Wood, N., & Hudson, J. (2012). Factors Influencing Walking in Small Urban Region. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2307(-1), 52-59. doi: 10.3141/2307-06
- Cao, X., Handy, S., & Mokhtarian, P. (2006). The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior: Evidence from Austin, TX. *Transportation*, 33(1), 1-20. doi: 10.1007/s11116-005-7027-2
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219.
- Clifton, K. J., Livi Smith, A. D., & Rodriguez, D. (2007). The development and testing of an audit for the pedestrian environment. *Landscape and Urban Planning*, 80(1-2), 95-110.
- Correa-Díaz, G. (2010). Transporte y ciudad. *EURE*, 36(107), 133-137.
- Dávila, J. D. (2012). Nuevos transportes y movilidad urbana. *Bitácora urbano territorial*, 21(2), 57-60.
- Dixon, L. (1996). Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(-1), 1-9.
- Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65 - 84.
- Foltête, J.-C., & Piombini, A. (2007). Urban layout, landscape features and pedestrian usage. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 225-234.
- Foster, S., Giles-Corti, B., & Knuiaman, M. (2011). Creating safe walkable streetscapes: Does house design and upkeep discourage incivilities in suburban neighbourhoods? *Journal of Environmental Psychology*, 31(1), 79-88. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.005>
- Gallimore, J. M., Brown, B. B., & Werner, C. M. (2011). Walking routes to school in new urban and suburban neighborhoods: An environmental walkability analysis of blocks and routes. *Journal of Environmental Psychology*, 31(2), 184-191. doi: 10.1016/j.jenvp.2011.01.001
- Gehl, J. (1971). *Life between buildings: using public space*: Danish Architectural Press.
- Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiaman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., . . . Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2, Supplement 2), 169-176. doi: DOI: 10.1016/j.amepre.2004.10.018
- Giles-Corti, B., & Donovan, R. J. (2002). Socioeconomic Status Differences in Recreational Physical Activity Levels and Real and Perceived Access to a Supportive Physical Environment. *Preventive Medicine*, 35(6), 601-611. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/pmed.2002.1115>
- Guo, Z. (2009). Does the pedestrian environment affect the utility of walking? A case of path choice in downtown Boston. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(5), 343-352.
- Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *EURE*, 38(115), 117-135.

- Iacono, M., Krizek, K. J., & El-Geneidy, A. (2010). Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. *Journal of Transport Geography*, *18*(1), 133-140.
- Jacobs, A. B. (1993). *Great Streets*: Mit Press.
- Jiang, Y., Christopher Zegras, P., & Mehndiratta, S. (2012). Walk the line: station context, corridor type and bus rapid transit walk access in Jinan, China. *Journal of Transport Geography*, *20*(1), 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.007>
- Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C., & Page, M. W. (2011). A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. *Journal of Transport Geography*, *19*(6), 1500-1508. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.08.001>
- Koh, P. P., & Wong, Y. D. (2013). Comparing pedestrians' needs and behaviours in different land use environments. *Journal of Transport Geography*, *26*(0), 43-50. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.012>
- Landis, B., Vattikuti, V., Ottenberg, R., McLeod, D., & Guttenplan, M. (2001). Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *1773*(-1), 82-88.
- Learnihan, V., Van Niel, K. P., Giles-Corti, B., & Knuiman, M. (2011). Effect of Scale on the Links between Walking and Urban Design. [Article]. *Geographical Research*, *49*(2), 183-191. doi: [10.1111/j.1745-5871.2011.00689.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2011.00689.x)
- Lee, C., & Moudon, A. V. (2006). The 3Ds+R: Quantifying land use and urban form correlates of walking. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *11*(3), 204-215. doi: [10.1016/j.trd.2006.02.003](https://doi.org/10.1016/j.trd.2006.02.003)
- Lee, R. E., Mama, S. K., Medina, A. V., Ho, A., & Adamus, H. J. (2012). Neighborhood factors influence physical activity among African American and Hispanic or Latina women. [Article]. *Health & Place*, *18*(1), 63-70. doi: [10.1016/j.healthplace.2011.08.013](https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.08.013)
- Lee, S., Lee, S., Son, H., & Joo, Y. (2012). A New Approach for the Evaluation of the Walking Environment. *International Journal of Sustainable Transportation*, *7*(3), 238-260.
- Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N., & Hugo, G. (2005). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. *Health & Place*, *11*(3), 227-236. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.05.005>
- Litman, T. (2003). Economic Value of Walkability. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *1828*(1), 3-11.
- Lotfi, S., & Koohsari, M. J. (2009). Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran). *Cities*, *26*(3), 133-140.
- Loutzenheiser, D. (1997). Pedestrian Access to Transit: Model of Walk Trips and Their Design and Urban Form Determinants Around Bay Area Rapid Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *1604*(-1), 40-49.
- Lynch, K. (1960). *La imagen de la ciudad* (E. L. Revol, Trans.). Barcelona: Gustavo Gili, 1981.
- Manaugh, K., & El-Geneidy, A. (2011). Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *16*(4), 309-315. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2011.01.009>
- McCormack, G. R., Cerin, E., Leslie, E., Du Toit, L., & Owen, N. (2008). Objective versus perceived walking distances to destinations - Correspondence and predictive validity. [Article]. *Environment and Behavior*, *40*(3), 401-425. doi: [10.1177/0013916507300560](https://doi.org/10.1177/0013916507300560)

- Millington, C., Ward Thompson, C., Rowe, D., Aspinall, P., Fitzsimons, C., Nelson, N., & Mutrie, N. (2009). Development of the Scottish Walkability Assessment Tool (SWAT). *Health & Place, 15*(2), 474-481. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.09.007>
- Moniruzzaman, M., & Paez, A. (2012). A model-based approach to select case sites for walkability audits. [Article]. *Health & Place, 18*(6), 1323-1334. doi: 10.1016/j.healthplace.2012.09.013
- Montgomery, J. (1998). Making a city: Urbanity, vitality and urban design. *Journal of Urban Design, 3*(1), 93-116. doi: 10.1080/13574809808724418
- Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F., & De Maeyer, P. (2010). Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and Planning A, 42*(7), 1613-1635.
- O'Sullivan, S., & Morrall, J. (1996). Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1538*(-1), 19-26.
- Olszewski, P., & Wibowo, S. (2005). Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1927*(-1), 38-45.
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., & Sallis, J. F. (2004). Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine, 27*(1), 67-76.
- Parks, J. R., & Schofer, J. L. (2006). Characterizing neighborhood pedestrian environments with secondary data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 11*(4), 250-263. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2006.04.003>
- Pasaogullari, N., & Doratli, N. (2004). Measuring accessibility and utilization of public spaces in Famagusta. *Cities, 21*(3), 225-232.
- Peters, P. (1981). *La ciudad peatonal* (E. V. Ramonich, Trans. 2 ed.): Gustavo Gili.
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., & Donovan, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science & Medicine, 56*(8), 1693-1703.
- Pooley, C. G., Horton, D., Scheldeman, G., Tight, M., Jones, T., Chisholm, A., . . . Jopson, A. (2011). Household decision-making for everyday travel: a case study of walking and cycling in Lancaster (UK). *Journal of Transport Geography, 19*(6), 1601-1607. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.010>
- Rodríguez, D. A., Brisson, E. M., & Estupiñán, N. (2009). The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT stations. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 14*(7), 470-478. doi: 10.1016/j.trd.2009.06.001
- Shay, E., Rodriguez, D. A., Cho, G., Clifton, K. J., & Evenson, K. R. (2009). Comparing objective measures of environmental supports for pedestrian travel in adults. [Article]. *International Journal of Health Geographics, 8*. doi: 10.1186/1476-072x-8-62
- Shriver, K. (1997). Influence of Environmental Design on Pedestrian Travel Behavior in Four Austin Neighborhoods. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1578*(-1), 64-75.
- Talen, E. (2002). Pedestrian Access as a Measure of Urban Quality. [Article]. *Planning Practice & Research, 17*(3), 257-278. doi: 10.1080/026974502200005634
- Talen, E., & Anselin, L. (1998). Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A, 30*(4), 595-613.

- Townsend, C., & Zacharias, J. (2010). Built environment and pedestrian behavior at rail rapid transit stations in Bangkok. *Transportation, 37*(2), 317-330. doi: 10.1007/s11116-009-9226-8
- Venturi, R., Brown, D. S., & Izenour, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form* (Revised edition ed.): MIT Press.
- Weinstein, A., Schlossberg, M., & Irvin, K. (2008). How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference. *Journal of Urban Design, 13*(1), 81-98. doi: 10.1080/13574800701804074
- Werner, C. M., Brown, B. B., & Gallimore, J. (2010). Light rail use is more likely on "walkable" blocks: Further support for using micro-level environmental audit measures. *Journal of Environmental Psychology, 30*(2), 206-214. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.003>
- Wood, L., Frank, L. D., & Giles-Corti, B. (2010). Sense of community and its relationship with walking and neighborhood design. *Social Science & Medicine, 70*(9), 1381-1390. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.021>
- WorldHealthOrganization. (2011). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health *Global Recommendations on Physical Activity for Health*.
- Zacharias, J. (2001). Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments. *Journal of Planning Literature, 16*(1), 3-18. doi: 10.1177/08854120122093249
- Zook, J. B., Lu, Y., Glanz, K., & Zimring, C. (2012). Design and Pedestrianism in a Smart Growth Development. [Article]. *Environment and Behavior, 44*(2), 216-234. doi: 10.1177/0013916511402060

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.



Bitácora 21 (2) 2012: 97 - 109
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

DOSSIER CENTRAL

La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público*

PEDESTRIAN ACCESSIBILITY IN THE SPATIAL INTEGRATION OF PUBLIC TRANSPORT STOPS

Rubén Talavera-García

Magister en Urbanismo, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Investigador contratado Laboratorio de Planificación Ambiental –LABPLAM– Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad de Granada, España. Español
rtalavera@ugr.es

Luis M. Valenzuela-Montes

Doctor en Geografía. Profesor titular, Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad de Granada, España. Coordinador del Laboratorio de Planificación Ambiental –LABPLAM–. Español
lvmontes@ugr.es

Recibido: 06 de abril de 2012
Aprobado: 19 de diciembre de 2012

Título:

LA ACCESIBILIDAD PEATONAL EN LA INTEGRACIÓN DE LAS PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Revista:

Bitácora urbano territorial

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| 2013 | 21 | 2 | 97 - 109 |

Autores

Talavera-García, R. and Valenzuela-Montes, L.M.

Revista indexada en:

Avery Index

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| - | - | 0,1 | Q4 |

Link: http://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/28532/pdf_166

La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público

Resumen

La accesibilidad peatonal es un factor clave a considerar para el éxito en la integración de cualquier modo de transporte público, por lo que su análisis debe ser abordado en profundidad. En este contexto, es necesario enriquecer los criterios de localización para optimizar la ubicación de las paradas de los sistemas de transporte público, como ejercicio ineludible tanto para maximizar la accesibilidad peatonal a dichos sistemas como, consecuentemente, para mejorar la calidad de sus prestaciones intermodales, ambientales y sociales. Desde esta perspectiva temática, se propone la configuración espacial como componente enriquecedor del análisis de la accesibilidad, ya que permite conocer el grado de integración, conectividad o visibilidad de las calles donde ubicar la parada en cuestión, y en consecuencia mejorar su capacidad de atracción y la accesibilidad peatonal. La presente investigación tiene como objeto de estudio un sistema de transporte público emergente en un contexto metropolitano (Área Metropolitana de Granada, España). Los resultados obtenidos muestran que la ubicación de las paradas propuesta por el proyecto no es óptima desde el punto de vista de la accesibilidad peatonal, por la ausencia de consideraciones relevantes que pueden ser sin embargo atendidas por la evaluación de la configuración espacial tal y como pretende ser puesto de relieve en el presente trabajo.

Palabras clave: accesibilidad peatonal, configuración espacial, Space Syntax, metro ligero, integración

Abstract

Pedestrian accessibility is a key factor for the success in the integration of any public transport model, and it has to be carefully analyzed. In this context, the location of stops of public transport systems needs to be optimized through more enriching criteria, both to maximize pedestrian accessibility to those public transport systems and to improve the quality of their intermodal, environmental and social benefits. From this thematic approach, the spatial configuration is proposed as a component to improve accessibility analyses allowing a wider knowledge about integration level, connectivity and visibility on the streets where the stops have to be located and thus their attraction capability and their pedestrian accessibility. The study case in this research is an emerging public transport system in the metropolitan area of Granada (Spain). The results show that the stops proposed by the project have not the ideal location from the viewpoint of pedestrian accessibility due to an absence in the consideration of issues related to spatial configuration assessment.

Keywords: pedestrian accessibility, spatial configuration, Space Syntax, light rail, integration

1 ■ Introducción

La accesibilidad peatonal es de gran importancia en los sistemas de transporte público, ya que es el nexo de unión e integración entre los distintos modos de transporte, los espacios públicos y la movilidad, de manera que una intervención en el ámbito de la movilidad peatonal va a tener una repercusión en los usos del suelo, y viceversa (Pozueta Echavarrí, Lamíquiz Daudén, & Porto Schettinio, 2009). En este sentido y dado el efecto que puede suponer la accesibilidad peatonal para el éxito en la implantación de un transporte público es necesario considerar de manera detallada los factores de diseño urbano que influyen en la mencionada accesibilidad (Borst et al., 2009; Lotfi & Koohsari, 2009), especialmente respecto a la paradas, con el fin de lograr la máxima integración de los diferentes modos de movilidad urbana en los nodos, los ejes urbanos, las ciudades y el conjunto del área metropolitana articulada por sistemas de transporte público.

La importancia de la accesibilidad peatonal en la integración de los sistemas de transporte público está determinada por las propias características que definen al peatón y que dan lugar a que la movilidad peatonal sea el modo que mantiene una relación más directa e intensa con la ciudad a través de sus sentidos, interaccionando con otros peatones (Gehl, 1971; Peters, 1981), participando de la actividad comercial y cultural en las calles (Venturi, Brown, & Izenour, 1977), y apreciando el entorno natural y arquitectónico (Jacobs, 1996), de manera que cada lugar y/o itinerario tiene su propia identidad (Lynch, 1960) que es reconocida especialmente a nivel peatonal.

En consecuencia, a la hora de integrar un sistema de transporte público es preciso analizar diversos factores relacionados con la accesibilidad peatonal, como son el diseño de la parada y su relación con el entorno de influencia en términos de atracción peatonal, cuestiones que van más allá de la simple cobertura de servicio (Rodríguez, Brisson, & Estupiñán, 2009). En este contexto los factores implicados con la accesibilidad peatonal pueden ser agrupados en cuatro bloques, que corresponden a los aspectos condicionantes para la movilidad peatonal: (i)

accesibilidad, (ii) seguridad, (iii) confort, y (iv) atractivo (Alfonzo, 2005; Pozueta, Lamíquiz, & Porto, 2009). Así pues, en la medida en que tales aspectos condicionantes sean satisfechos, el entorno de la parada en cuestión poseerá una mayor calidad que incentiva al peatón a desplazarse por un determinado itinerario, incidiendo de manera decisiva en los niveles de servicio peatonal del entorno urbano de la parada (Olszewski & Wibowo, 2005). De los cuatro factores citados anteriormente, la accesibilidad tiene un carácter eminentemente físico, mientras que los tres aspectos restantes poseen una mayor implicación perceptual. Además, dichos aspectos se encuentran vinculados mediante una relación jerárquica en la que la accesibilidad ocupa el primer nivel (Alfonzo, 2005). En este sentido, entre los factores estructurales o físicos de la accesibilidad, que tienen una implicación directa en la atracción del peatón hacia la parada de transporte público, se encuentran aquellos que están asociados a los patrones urbanos o la configuración espacial de la ciudad. Por tanto, considerando la influencia de la configuración espacial sobre la movilidad peatonal (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, & Xu, 1993; Penn, Hillier, Banister, & Xu, 1998), está claro que su análisis la convierte en una herramienta útil para potenciar la integración, atracción y conexión de las paradas de transporte público, cuestiones que están además directamente relacionadas con la mejora de la accesibilidad a los transportes públicos y que a su vez fomentan la calidad urbana (Talen, 2002).

El análisis de la accesibilidad peatonal en los entornos de parada del transporte público debe ser considerada en cualquier modo de transporte, ya se trate de un sistema de transporte como el BRT ampliamente presente en Sudamérica (Estupiñán & Rodríguez, 2008; Rodríguez & Targa, 2004) o los sistemas de metro ligero (LRT) más difundidos en el continente europeo.

Los sistemas de metro ligero se han convertido en la actualidad en una elección preferente sobre otros modos de transporte público en las ciudades y áreas metropolitanas europeas, como contraposición a las dinámicas y sinergias entre los nuevos desarro-

llos territoriales y la cada vez mayor dependencia del automóvil (Dupuy, 1999; Newman & Kenworthy, 1999) lo que ha dado lugar a unos modelos de movilidad urbana y metropolitana con elevados costes urbanos, ambientales y sociales (D. Banister, 2005; Geurs, Boon, & Van Wee, 2008; Trivisi, Camagni, & Nijkamp, 2006). Frente a estos modelos y las dinámicas asociadas se proponen nuevos modelos de movilidad metropolitana en los que se priorice la sostenibilidad (David Banister, 2008; Litman, 2003). La preferencia por los sistemas de metro ligero en el contexto europeo, dentro de este nuevo enfoque de movilidad sostenible, se basa fundamentalmente en su potencial para estructurar el ámbito en el que se inserta, los potenciales beneficios ambientales que genera (Hass-Klau, Crampton, Biereth, & Ceutsch, 2003) y los bajos requerimientos para su construcción en comparación con otros modos, hecho que se une a características propias como la velocidad media elevada, la alta capacidad de carga, la modulación en función de las necesidades, el bajo efecto barrera, y su comodidad, entre otros.

Por otra parte, la implantación de los sistemas de metro ligero puede generar las condiciones para que, a distintas escalas de la planificación, se incorporen una serie de innovaciones ambientales, urbanísticas, sociales, económicas, tecnológicas, gestión y calidad, y modales (Valenzuela Montes, Soria Lara, & Talavera García, 2011). Innovaciones que, además de generar beneficios por sí mismas en los respectivos ámbitos a los que pertenecen, dan lugar a sinergias que amplifican el conjunto de beneficios (May, Kelly, & Shepherd, 2006).

Así pues, para que tengan lugar el máximo de innovaciones y sinergias, es necesario que la integración del sistema de metro ligero se realice en todos los ámbitos -social, urbanístico, económico, etc.-. En este sentido, y desde la perspectiva espacial, para que la integración del metro ligero sea exitosa es necesario analizar una serie de indicadores que den muestra del grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, para alcanzar así las potencialidades que se le atribuyen a este modo de transporte. Algunos indicadores como la población servida, la densidad de población o la longitud de calles peatonalizadas tienen una importancia notable como factores de éxito en la planificación de los sistemas de metro ligero (Babalik-Sutcliffe, 2002; Hass-Klau & Crampton, 2002). Además, es preciso tener presentes aquellos factores espaciales que en la prácti-

ca han tenido un mayor peso en la integración del metro ligero como son una alta peatonalización y un alto número de peatones a lo largo de la línea de metro ligero (Hass-Klau & Crampton, 2002), así como los factores de diseño urbano que hacen que los entornos de parada sean más "amigables" para los peatones (Rodríguez, Brisson, & Estupiñán, 2009).

En esta línea, la mayoría de los indicadores y factores de éxito están vinculados con las paradas, cuyos objetivos principales en la planificación de su localización según Vuchic (2005), son seis: (i) máxima población servida, (ii) mínimo tiempo de trayecto, (iii) máxima cobertura, (iv) máxima atracción para la captación de pasajeros, (v) mínimo coste de servicio, y (vi) atender a otros requerimientos (usos del suelo, intermodalidad, etc.)

Estos objetivos a tener en cuenta en la localización de las paradas de metro ligero están en su mayoría relacionados con la accesibilidad peatonal, por lo que enriquecer y potenciar su consideración en el proceso de planificación de los sistemas de metro ligero, repercutirá positivamente en el propio uso de este modo de transporte público (Murray, Davis, Stimson, & Ferreira, 1998).

2. Conceptos: acotaciones y matizaciones

Bajo este epígrafe se presentan los conceptos en los que se fundamenta el trabajo de investigación, acotándolos y precisándolos en el contexto metodológico, poniendo de relieve aquellos matices conceptuales que suponen una aportación a la accesibilidad peatonal al transporte público. En este sentido, los conceptos que van a ser descritos y matizados son los de accesibilidad, configuración espacial, conectividad, integración y profundidad visual, aunque los tres últimos son descritos bajo el concepto de configuración espacial.

Respecto a la accesibilidad, las definiciones existentes son numerosas y variadas, aunque con frecuencia en el ámbito de la movilidad se han limitado a la facilidad para alcanzar un objetivo u oportunidad. Esta concepción da lugar a la pérdida de matices enriquecedores presentes en definiciones clásicas de accesibilidad. En este sentido una definición de la accesibilidad como “la intensidad de posibilidades para la interacción” (Hansen, 1959) y el intercambio (Engwicht, 1993), permite una consideración más amplia de la accesibilidad y con mayor proximidad a los peatones, ya que tienen cabida otros factores que van más allá de la variable espacio-temporal, como por ejemplo la configuración espacial que se propone en esta investigación.

La **configuración espacial** guarda una relación fundamental con variables sociales (Hillier & Hanson, 1984), por lo que su análisis permite conocer los posibles efectos sociales que derivan de una determinada intervención. En lo que a la movilidad peatonal se refiere, la configuración espacial juega un papel principal (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, & Xu, 1993) al determinar la elección de la ruta que los peatones hacen en sus recorridos, generando un “movimiento natural” (Hillier & Hanson, 1984; Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, & Xu, 1993). Además, la configuración espacial puede alentar o disuadir al peatón en la elección de la ruta de acceso a diferentes oportunidades (Handy & Niemeier, 1997), y con mayor o menor intensidad en función del diseño de dichas rutas.

Esta relación entre configuración espacial y variables sociales queda recogida en la teoría del Space Syntax (Hillier & Hanson, 1984) bajo la que se asume que cualquier actividad en el seno de una ciudad tiene una componente espacial (Vaughan, 2007). En este contexto, la movilidad peatonal se representa mediante el mapa axial, que es el conjunto mínimo de líneas rectas de la mayor longitud posible que interconectan todos los espacios abiertos de un sistema urbano (Hillier & Hanson, 1984) ofreciendo la posibilidad de obtener información sobre diferentes aspectos, entre los que destacan, la conectividad y la integración, por su relevancia y aplicabilidad al objeto de esta investigación.

La **conectividad** es la medida que define el número de conexiones que posee un segmento del mapa axial, por lo que un segmento con elevado número de conexiones tendrá una alta conectividad. Esta medida implica, a nivel peatonal, una diversidad de opciones para los peatones a la hora de elegir el segmento por el que establecer un itinerario. Así pues, desde el punto de vista de la ubicación de las paradas de transporte público, los lugares en los que existe una alta conectividad puntual pueden ser lugares de gran interés al permitir concentrar y difundir con facilidad los desplazamientos peatonales.

Otro de los conceptos relevantes desde la perspectiva de la sintaxis espacial (Space Syntax), es el concepto de **integración**, que en el ámbito de la estructura urbana se corresponde con una medida de la accesibilidad. Esta relación integración – accesibilidad está basada en la existencia de una jerarquía en los segmentos que componen el espacio axial, que viene dada por la posición que ocupa cada uno de los segmentos respecto al conjunto. Esta jerarquía va a determinar la integración o segregación de dichos segmentos de calle (Hillier & Hanson, 1984; Vaughan, 2007) y por consiguiente su accesibilidad. Esta caracterización de los segmentos en base a las relaciones jerárquicas es un factor multiescalar que permite limitar el número de relaciones entre segmentos ofreciendo así la posibilidad de conocer los segmentos de calle más integrados a nivel del área

metropolitana o ciudad y a nivel de barrio, que se denominarán en este trabajo como HH-Rn y HH-R3 respectivamente.

3. Metodología para evaluar la ubicación de las paradas según su accesibilidad peatonal.

El proceso metodológico seguido tiene como núcleo central la evaluación de las paradas de metro ligero como elementos nodales de intercambio y de lugar, que deben atender a una serie de cuestiones para su integración en la ciudad o área metropolitana. Cuestiones como la ubicación, el diseño y el entorno pueden ejercer un efecto sinérgico y multifuncional que repercuta finalmente en un incremento de la intermodalidad y una mejora en la accesibilidad al transporte público.

De entre los objetivos que debe satisfacer la localización de las paradas, el presente trabajo se centra en dos, maximizar la cobertura del servicio y maximizar la atracción del peatón (Figura 1), al considerarlos susceptibles a la incorporación de mejoras que repercutirían positivamente en la accesibilidad peatonal.

En lo que respecta al objetivo de maximizar la cobertura de servicio, se ha realizado un análisis de las paradas de metro ligero propuestas en el proyecto en cuestión, planteando una cobertura de servicio en función de un valor máximo de distancia, establecido para este modo de transporte, de 500 metros. Una vez obtenidas las coberturas de servicio se evalúa en qué medida la ubicación de las paradas es eficiente en función de la superficie abarcada y el grado de respuesta a criterios demográficos. El resultado de este análisis se compara con los existentes en el proyecto de metro ligero, permitiendo de este modo evidenciar la influencia de la medida en las coberturas de servicio y en consecuencia en la población residente en estas zonas.

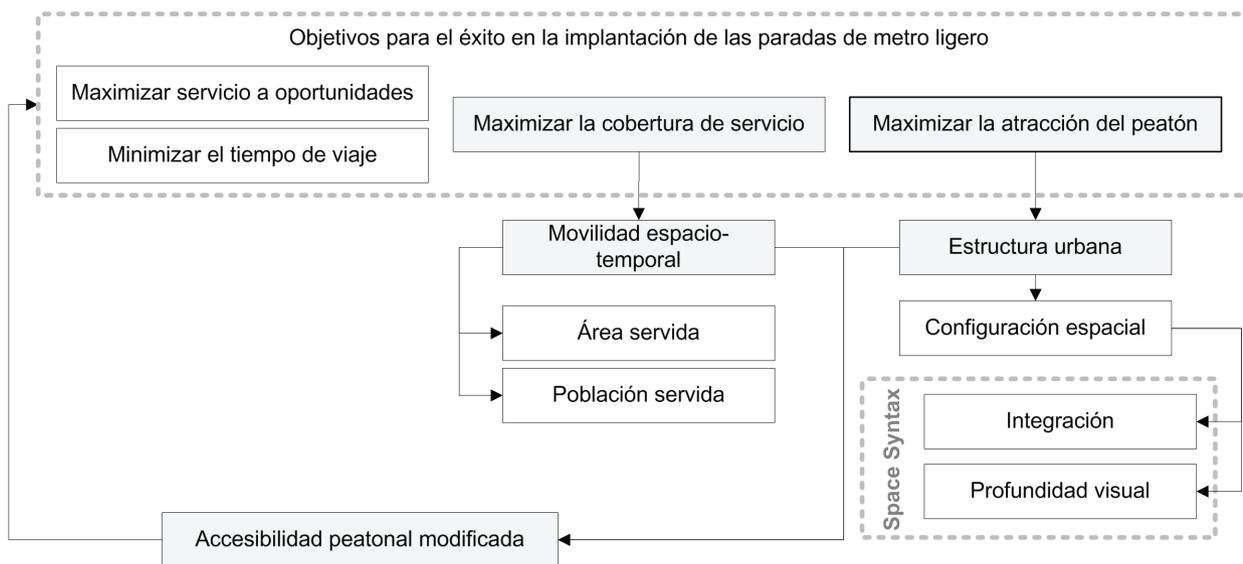


Figura 1: Esquema metodológico.
Fuente: elaboración propia.

La evaluación de la atracción peatonal de las paradas en el contexto de la configuración espacial, se ha analizado principalmente mediante tres medidas: dos basadas en el mapa axial (conectividad e integración) y una tercera sobre el mapa de visibilidad (profundidad visual).

Una vez analizados los factores de movilidad peatonal y estructura urbana, se ponen ambas en relación para establecer una nueva evaluación de la ac-

cesibilidad peatonal a las paradas de metro ligero. Los resultados de esta accesibilidad modificada a las paradas proyectadas, permite por una parte conocer la adecuación de la ubicación de las paradas de metro de cara al cumplimiento de los objetivos establecidos, y por otra, conocer las calles en las que se podría plantear una intervención en su diseño para compensar en lo posible sus deficiencias y fomentar así la accesibilidad peatonal a las paradas de metro ligero a través de esas calles.

4. El sistema de metro ligero de Granada como contexto de aplicación.

El proyecto de metro ligero de Granada nace con la intención de ser un proyecto de transporte innovador que permita resolver los problemas de movilidad derivados del uso masivo del vehículo privado que tienen lugar en el Área Metropolitana de Granada (Andalucía, España) (Figura 2). Estas circunstancias hacen del proyecto un laboratorio propicio sobre el que desarrollar la metodología de evaluación de las paradas según la accesibilidad peatonal.

El proyecto plantea una línea de metro ligero que pretende ser un eje estructurante, modificando los modos de transporte público existentes para obtener una mejor integración. Actualmente el trans-

porte público está basado en una red de autobuses urbanos que circulan por el interior de la ciudad de Granada, y autobuses metropolitanos que unen la capital con los núcleos que conforman el área metropolitana. No obstante ambas redes de autobuses presentan considerables deficiencias en el servicio al compartir la sección viaria con el vehículo privado, lo que repercute en una reducción de la velocidad comercial.

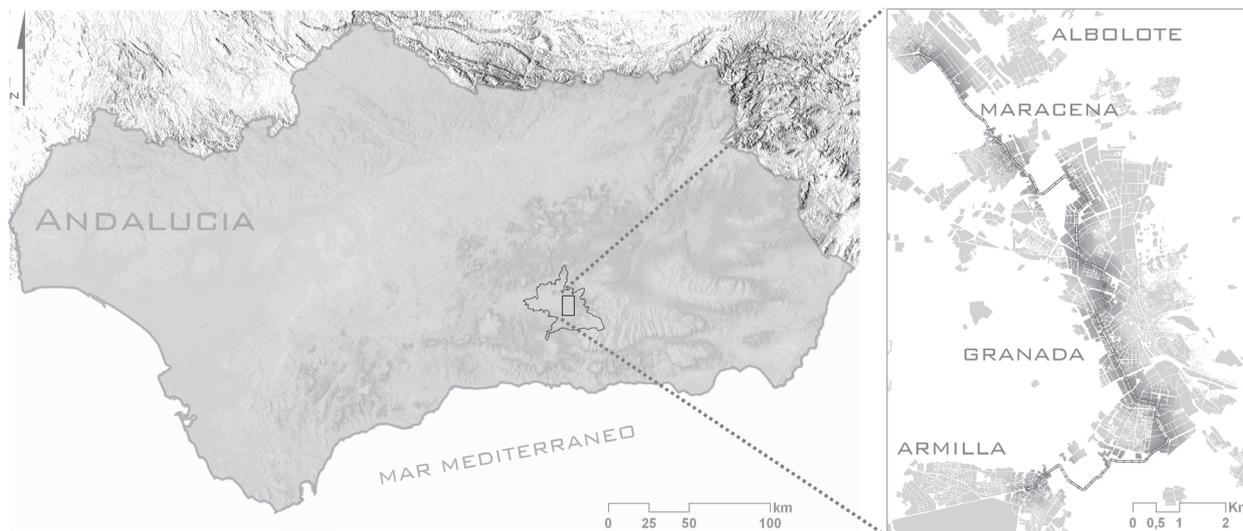


Figura 2. Localización del ámbito de estudio
Fuente: Elaboración propia

La línea de metro ligero planteada se caracteriza (Tabla 1) por tener una plataforma reservada, y una longitud de aproximadamente 16 kilómetros que unirá los municipios metropolitanos de Albolote, Maracena y Armilla con la ciudad de Granada. A lo largo de este recorrido se establecen 26 paradas que tratan de responder a diferentes necesidades de movilidad, unas paradas orientadas a la captación de viajeros en origen y otras paradas que den acceso a centralidades como la estación de ferrocarriles y autobuses, campus universitario, hospitales, campus biotecnológico, estadios deportivos o zonas comerciales.

Atendiendo a la inversión económica que este tipo de proyectos requiere para su implantación, y a las expectativas generadas para una movilidad más sostenible, parece fundamental considerar todos los factores que pueden determinar el éxito en su integración. En este sentido, el proyecto de metro ligero supone una oportunidad para analizar las localizaciones establecidas en el proyecto y determinar si la ubicación de las paradas es óptima desde la perspectiva de la accesibilidad peatonal, para alcanzar los objetivos marcados de cobertura de servicio y atracción.

Tabla 1.
Características líneas de metro ligero de Granada

| Línea | Longitud | Paradas | Tiempo | Velocidad | Población servida |
|-------|----------|---------|--------|---------------------------------------|-------------------|
| 1 | 15,9 Km | 26 | 45' | 50 km/h urbana 70 km/h interurbana | 125. 731 hab. |

Fuente: elaboración propia a partir de la información recogida en www.metropolitanogranada.com

5. Cobertura de servicio

Una de las variables que habitualmente tiene un mayor peso en los proyectos de transporte público, así como de manera más específica en los proyectos de metro ligero, es la población servida. Esta variable se calcula en función de la ubicación de la parada y la capacidad para dar servicio a una población que se encuentra, en función del modo de transporte, a una determinada distancia, de tal modo que la población dentro de ese área de influencia sería considerada como población servida.

En el caso del metro ligero de Granada, para analizar la cobertura de servicio de las paradas se ha digitalizado y caracterizado la red peatonal presente en el ámbito de estudio, para posteriormente proceder, en base a la distancia de servicio establecida para este modo de transporte (500 metros), a generar las coberturas de servicio. Una vez obtenidas las coberturas de servicio sobre la red peatonal se puede evaluar su superficie, así como la relación que poseen respecto a variables demográficas.

La cobertura de servicio de las paradas en la red peatonal muestra en primer lugar la práctica continuidad de cobertura de servicio a lo largo de todo el corredor de la línea de metro ligero (Figura 3). No obstante si se analizan de forma más detallada estas áreas de cobertura, se puede apreciar la existencia de paradas cuyas coberturas de servicio están solapadas, circunstancia que supone en conjunto un 37,5% de la superficie total máxima de cobertura de las paradas, lo que indicaría una ubicación de las paradas de metro muy próximas entre sí, lo que además repercute en una disminución de la velocidad de servicio.

Del conjunto de paradas con coberturas de servicio solapadas, es destacable el caso de las paradas de Hípica y Andrés Segovia (nº18 y 19 respectivamente), ya que ambas paradas están localizadas en el interior de la propia zona de solapamiento.

Por otra parte, la evaluación en detalle de la cobertura de servicio obtenida a partir del análisis de redes permite comprender la influencia de la propia trama donde se localiza las paradas. En este sentido son varios los ejemplos (parada nº1 y nº16) en los que se puede comprobar que cuando la parada se sitúa en el punto donde se intersectan dos calles en una trama de calles perpendiculares, la superficie de cobertura se aproxima en mayor medida al máximo teórico o circunferencia. En la situación opuesta estaría la parada Cerrillo de Maracena (nº6) cuya proximidad a la vía de ferrocarril impide la cobertura de servicio en el margen opuesto de la vía férrea, quedando notablemente afectada la cobertura de servicio y requiriendo actuaciones de reurbanización si se quiere servir a la población que reside a ambos lados de la vía.

Una vez evaluadas las coberturas de servicio según la superficie generada, se ponen en relación con la información demográfica, en base a la cual se pretende que las paradas de metro ligero estén bien ubicadas respecto a la población, dando cobertura a aquellas zonas que poseen una mayor densidad de población y que están representadas con puntos con tonalidades más oscuras (Figura 3).

Entrando más en detalle, según los datos del número de personas residentes en el año 2006, la población servida en la ciudad de Granada sería de 91.944 habitantes, de los cuales 30.241 habitantes se encuentran en zonas de solapamiento entre coberturas según los cálculos realizados en esta investigación, lo que supone una sobreestimación en el análisis de las paradas de metro ligero,

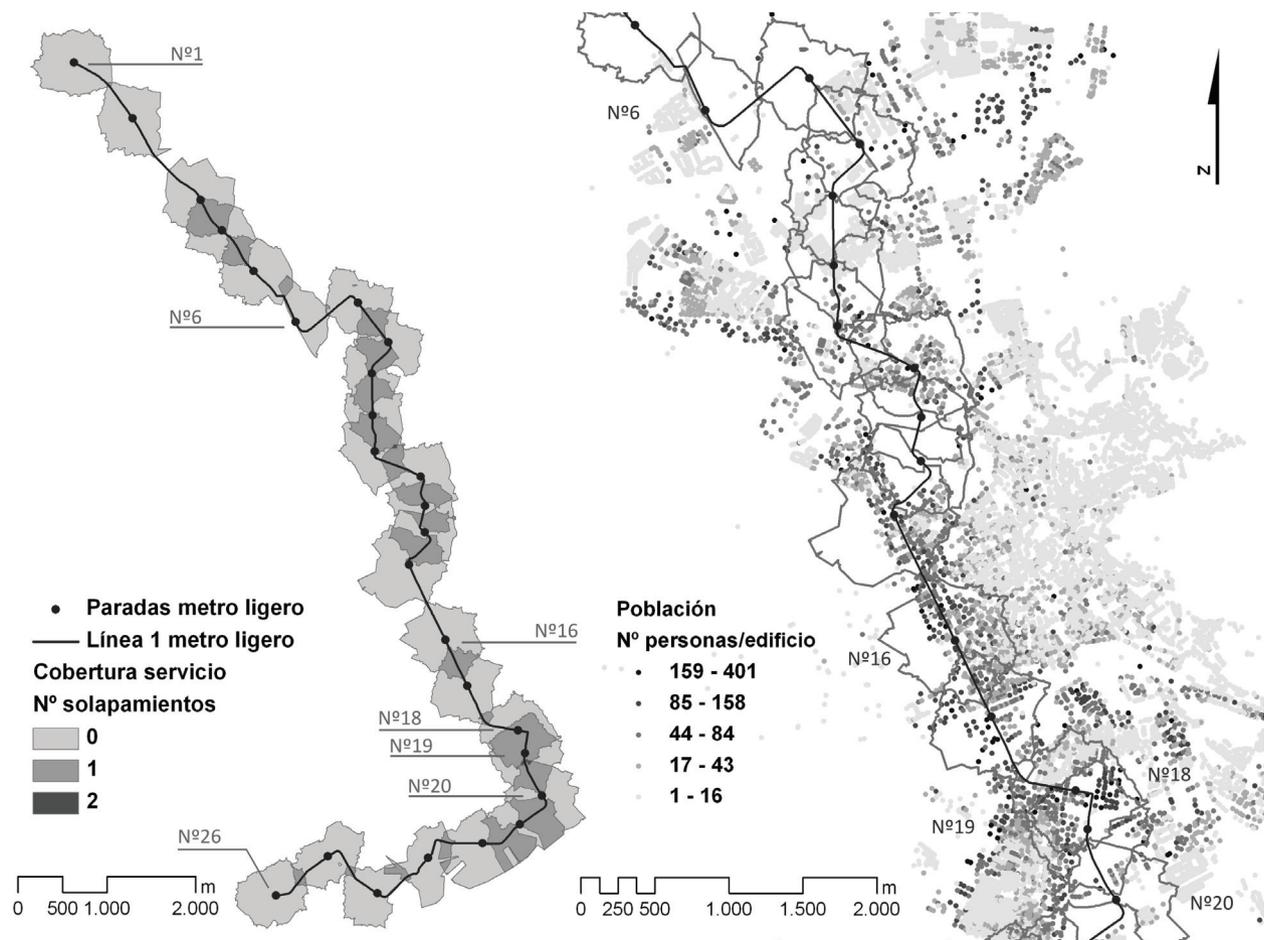


Figura 3. Área de servicio de las paradas de metro ligero y sus solapes.
 Fuente: Elaboración propia

situación que también ha sido detectada en otras investigaciones como la realizada por Gutiérrez, & García-Palomares (2008). Este hecho se puede observar especialmente en la parada de metro de Hípica y de Palacio de Deportes (nº 18 y 20 respectivamente) donde presentan una coberturas de servicios prácticamente solapadas quedando ambas paradas en el interior de este solapamiento y con una población servida en dicha zona del 50% respecto al total de ambas, poniendo en duda la ubicación e incluso el que sea necesaria la presencia de alguna de las paradas.

En resumen, y en base a todo lo expuesto anteriormente en este epígrafe, se puede afirmar que si bien las paradas de metro ligero están ubicadas para captar la mayor población posible, existen no obstante solapamientos en la cobertura debido a la proximidad de las paradas entre sí, lo que además afectará a la velocidad de servicio. Por otra parte, el hecho de que exista poco o ningún solapamiento en la cobertura de servicio, tampoco garantiza que estén localizadas en una ubicación óptima para generar la mayor accesibilidad, debiendo ser analizados otros factores de atracción peatonal como la conectividad, la integración o la profundidad visual.

6. Atracción peatonal

El análisis de los factores que influyen en la atracción peatonal hacia las paradas de transporte público y de forma más específica, a las paradas de metro ligero resulta fundamental a la hora de mejorar la accesibilidad peatonal a dichas paradas. Estos factores de atracción pueden estar relacionados con alguno de los cuatro aspectos condicionantes de la movilidad peatonal como la accesibilidad, seguridad, confort o atractivo. Sin embargo la accesibilidad entendida como aspecto estrictamente estructural alberga aquellos factores que son fundamentales para que pueda tener lugar la movilidad peatonal. Por tanto, en la medida en que los factores satisfagan dicho aspecto principal de la movilidad peatonal, las paradas de transporte podrán ejercer una mayor atracción sobre los peatones. En este sentido, entre los factores de atracción hay uno que por sus características resulta especialmente importante: la configuración espacial, entendiéndose ésta como la relación entre los espacios libres y los espacios construidos, que genera un entramado de calles y espacios públicos. Estas calles y espacios públicos poseen unas características propias, en base a la configuración espacial, que pueden resultar determinantes a la hora de distribuir los desplazamientos peatonales, por lo que vincular paradas de transporte público a dichas calles o espacios incrementa el grado de atracción de las paradas de transporte público.

Así pues, para conocer mejor las características de la configuración espacial del entorno de ubicación de las paradas y la atracción que ejerce sobre el peatón, la teoría de la sintaxis espacial resulta idónea dado que relaciona la estructura urbana con variables sociales.

Dentro de esta teoría, son tres los indicadores escogidos por su relevancia en la accesibilidad peatonal al transporte público, dos de ellos -la conectividad y la integración- analizados sobre el mapa axial y un tercero, de la profundidad visual, sobre el mapa de visibilidad.

Para llevar a cabo los diferentes análisis se seleccionan a modo de ejemplo tres paradas de metro ligero, las cuales se caracterizan por tener máximos valores de población servida y muy similares entre ellas. Se ha realizado esta selección de paradas con el fin de poder mostrar a escala de detalle y de manera más particularizada los análisis realizados. Las paradas seleccionadas se muestran en la Figura 4.

6.1 . Conectividad

El análisis de la conectividad de las calles donde se ubican las paradas de metro ligero seleccionadas muestra valores claramente diferenciados. La parada de Recogidas (parada nº 16) se encuentra ubicada en una avenida con un valor de conectividad de 61, o lo que es lo mismo, 61 segmentos de calle intersectan la avenida donde se encuentra la parada. No obstante, al tratarse de una avenida de gran longitud solo se recoge la conectividad contenida en el área de cobertura, reduciéndose su valor hasta 15. Por su parte, la parada de Hípica (nº 18) se

sitúa en una calle con un valor de conectividad total de 27, bajando a 19 en el interior del área de cobertura. Por último, la parada Andrés Segovia (nº 19) se encuentra en una calle con conectividad 8 que en el área de cobertura se reduce hasta un valor de 5.

Esta sencilla medida ofrece una primera valoración de la ubicación de las paradas de metro ligero, según la cual la parada nº 18 posee una mejor ubicación al tener más relaciones a lo largo de su recorrido, seguida de la parada nº 16 y por último la

parada nº 19. Esta jerarquización basada en la conectividad permite dilucidar dos repercusiones sobre la accesibilidad. Por un lado, respecto a la llegada a la parada, explica el grado de concentración de los posibles flujos peatonales hacia el segmento de calle en el que se sitúa la parada. Y por otro lado, respecto a la salida de la parada, permite que los usuarios tengan un mayor número de opciones entre las que elegir para formar su itinerario.

Por último, atendiendo a la presencia de espacios públicos en los segmentos de calle donde se encuentran las paradas en relación con la conectividad se puede apreciar que tanto en la parada de Recogidas (nº16) como la de Hípica (nº18) carecen de espacios públicos vinculados, como sí sucede en el caso de la parada de Andrés Segovia (nº 19) de manera que podría darse un efecto sinérgico de atracción de peatones por los beneficios que caracterizan a un espacio público "verde".

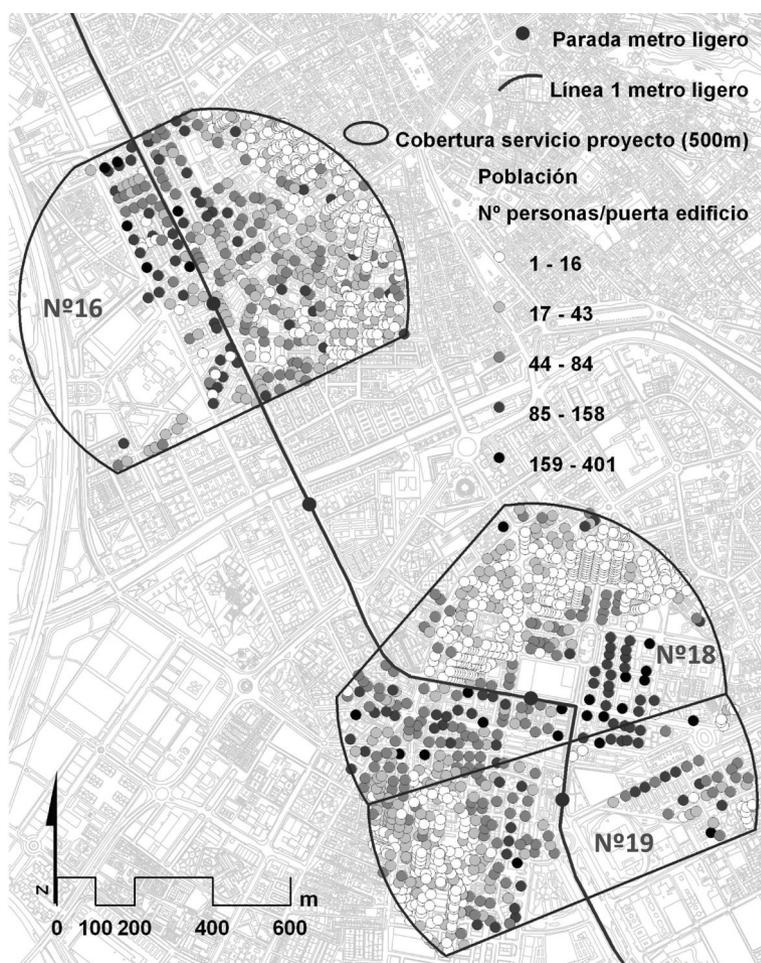


Figura 4. Paradas seleccionadas para la evaluación de la atracción peatonal.

Fuente: elaboración propia

6.2. Integración

El análisis de la integración se realiza tanto a escala urbana como a escala local, en este último caso más relacionada con el área de cobertura de la parada. Esta dualidad de escalas tiene su importancia puesto que identifica si la ubicación de las paradas responde tanto a una estrategia de movilidad global, seleccionando aquellos lugares más integrados en el conjunto de la ciudad, como a aquellas calles más integradas a nivel de barrio.

6.2.1. Integración global (HH-Rn)

Atendiendo a los valores de integración global es posible apreciar que la parada de Recogidas (n° 16) se encuentra ubicada en el segmento de mayor integración en el conjunto de la ciudad (HH-Rn = 1,193), hecho que le caracteriza como eje vertebrador de la misma. Esta condición, a priori, resulta favorable por ejemplo para el establecimiento de actividades comerciales, puesto que va a concentrar mayores flujos peatonales a lo largo de su recorrido, hecho que se ve potenciado por la proximidad a la intersección con la calle Recogidas con un elevado valor de integración global (HH-Rn = 1,124).

Por otra parte, la parada de Hípica (n° 18) está ubicada en un segmento de calle con un valor de integración global menor (HH-Rn = 1,045), seguida en último lugar por la parada de Andrés Segovia (n° 20) (HH-Rn = 0,963).

Por tanto, teniendo en cuenta la integración global se ven diferencias claras en cuanto a la ubicación de las paradas respecto a los movimientos peatonales a escala global, por lo que en este sentido, la parada de Recogidas se encuentra mejor ubicada para generar una atracción a los peatones que el resto de paradas analizadas.

6.2.2. Integración local (HH-R₃)

El análisis de la integración local permite evaluar a una escala más adecuada, la cobertura de servicio, es decir la capacidad de las calles en el interior de dicha cobertura para albergar los flujos peatonales. En este sentido, la parada de Recogidas (n°16) se localiza, como sucedía para la integración global, en una avenida que presenta, como muestra el primer histograma, los valores de integración local más elevados (HH-R₃=4,321), lo que se traduce en que este eje es principal en los movimientos peatonales (figura 5). Además, la calle Recogidas posee también elevados valores de integración local (HH-R₃ = 3,878) por lo que la parada de metro ligero se encuentra en una localización tal que permite atraer los flujos peatonales incrementando la accesibilidad peatonal a la parada de metro ligero y finalmente potenciando su uso.

Por su parte, la parada de Hípica se encuentra en un segmento de calle con elevada integración local (HH-R₃ = 3,513), sin embargo su valor es menor al de la estación de Recogidas por lo que el flujo peatonal sobre el que generar una atracción a la parada es menor. A esta circunstancia se le une la presencia de calles paralelas con similares valores de integración lo que resulta en una distribución de los flujos peatonales entre estas calles.

Por último, la parada de Andrés Segovia (n°19) está localizada en un segmento de calle con un valor de integración local alto (HH-R₃=3,164) respecto al conjunto de calles que quedan en la cobertura servida. No obstante, este valor de integración local no es el más elevado, como se puede apreciar en el histograma para dicha parada (Figura 5), por lo que los mayores flujos peatonales a escala de barrio tendrían lugar a lo largo de calles diferentes a aquella donde se localiza la parada.

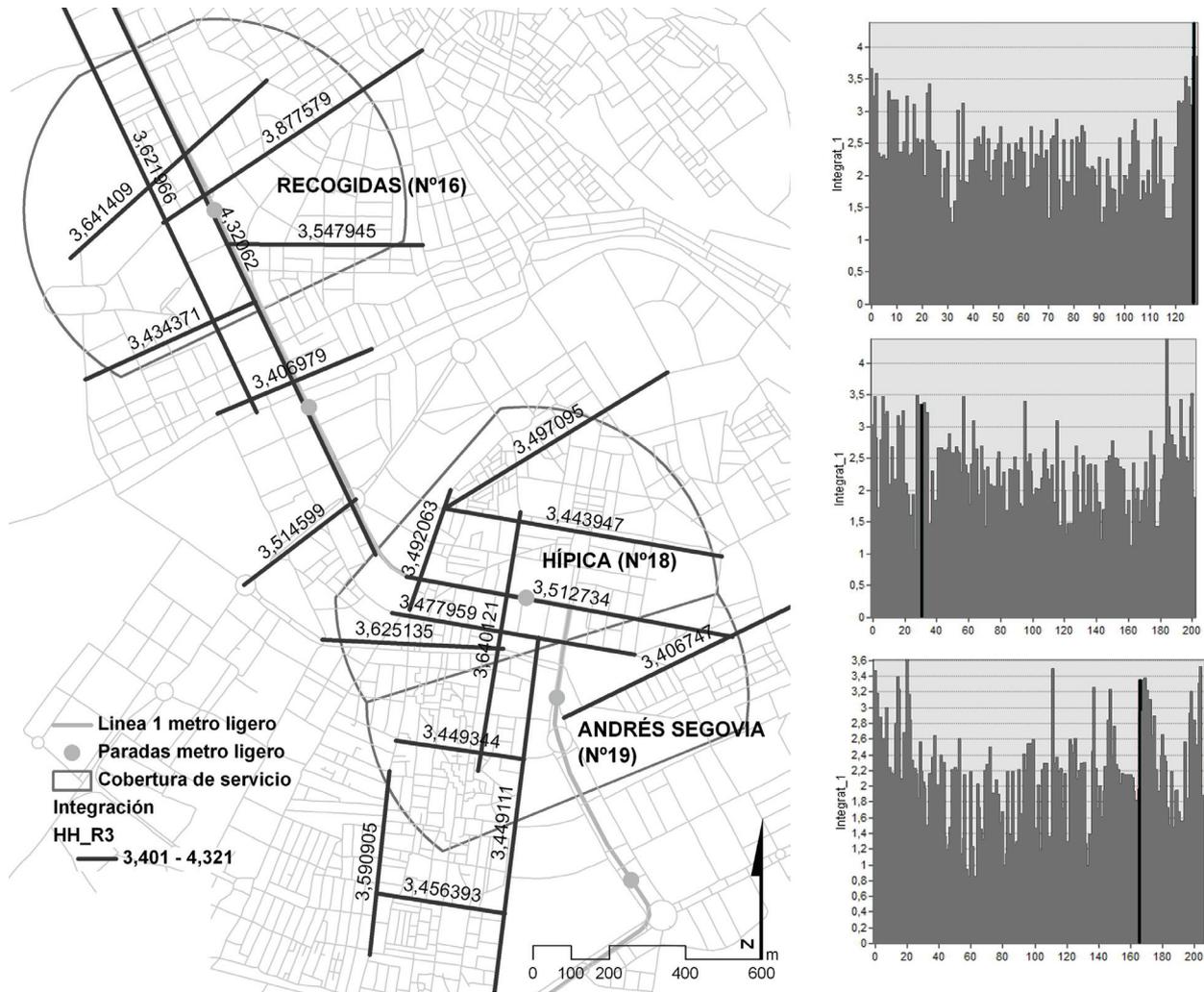


Figura 5. Calles con mayores valores de integración local (HH-R3).
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con los análisis de integración global y local es posible realizar una correlación entre ambos valores con el fin de conocer el grado de **sinergia** existente entre la escala global y la escala local. Una alta correlación entre integración global y local, se traduce en una mayor sinergia, por la cual se incrementa el potencial de los segmentos de calle como canalizadores de los flujos peatonales a todas las escalas.

De manera general los segmentos de calle donde se ubican las paradas de metro ligero poseen altos valores de sinergia ($R_2 = 0,984$) respecto al conjunto de segmentos de la ciudad de Granada, en los que el valor de correlación ($R_2 = 0,489$) muestra la baja

correlación entre ambas escalas de integración. En esta línea y según muestra el gráfico de correlación (Figura 6), el segmento de calle donde se encuentra la estación nº 16 posee el máximo efecto sinérgico, lo que se traduce en que los potenciales flujos peatonales de largo y corto recorrido transcurren por dicho segmento de calle, potenciando así la accesibilidad y captación de población hacia la estación de metro ligero. Por su parte las paradas nº 18 y nº 19 presentan valores de sinergia altos aunque menores a los de la parada de Recogidas (nº16), con ligeras diferencias entre ellos, en lo que respecta a la integración global.

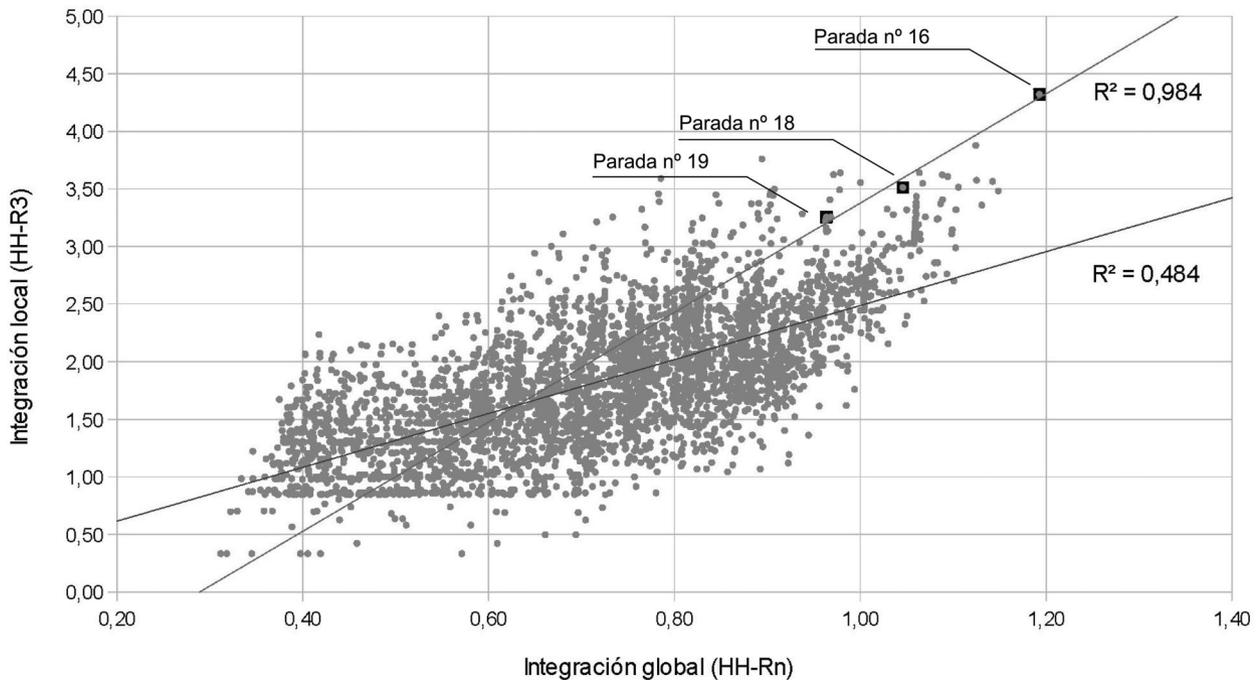


Figura 6. Escatograma de sinergia (Integración global y local).
Fuente: Elaboración propia

6.2.3. Profundidad visual (VSD)

El último análisis relacionado con la configuración espacial corresponde a la profundidad visual, y para ello se realiza el mapa de visibilidad de las paradas de metro ligero desde todas las calles recogidas en las coberturas de servicio que establece el proyecto de metro ligero. Este análisis tiene como finalidad de conocer el grado de relación visual directa entre las calles que abarcan la cobertura de la parada y la propia parada. El grado en que se produce esta relación da lugar a una mayor o menor atracción a la parada y en consecuencia se produce una mayor o menor accesibilidad, en este caso visual, aunque con una clara repercusión en la accesibilidad en sí.

Analizando de forma comparativa la profundidad visual de los tres ámbitos de cobertura (Figura 7) se puede observar que el ámbito de la parada de Recogidas (nº 16) posee una mayor superficie de calles (mayor al 90%) en un número de pasos visuales igual o inferior a 3. No obstante, en lo que respecta a la superficie que se encuentra en los dos primeros pasos visuales, la parada nº16 posee un

40% de la superficie, seguido de la parada de Híptica (nº 18) con un valor próximo al anterior. Finalmente la superficie de la parada nº 19 presenta un dato notablemente superior de superficie (52%) a una profundidad visual de 1 ó 2 pasos. Por tanto, la parada de Andrés Segovia (nº 19) posee una mejor ubicación que las otras dos paradas, ejerciendo una mayor atracción visual a la parada de metro ligero y fomentando así su accesibilidad peatonal.

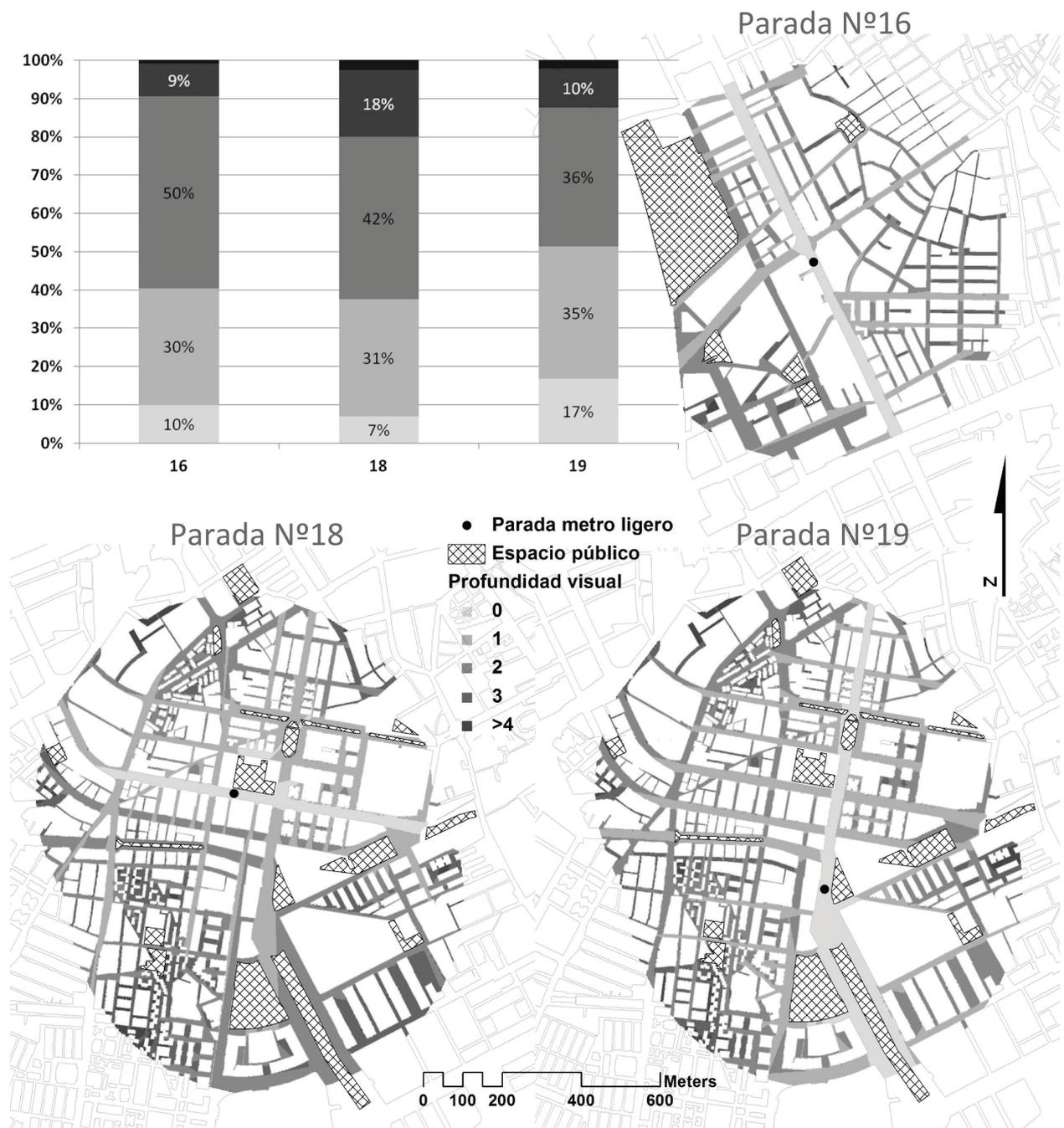


Figura 7. Análisis de la profundidad visual (VSD) a las paradas de metro ligero.
Fuente: Elaboración propia

7. Discusión. Medidas de integración para mejorar la accesibilidad peatonal

Para una mejor integración de los proyectos de transporte público en ciudades y áreas metropolitanas, deben considerarse factores que vayan más allá de las tradicionales variables espacio-temporal. Factores como la integración espacial, que permite optimizar la ubicación de las paradas de transporte público conforme a la población y a su accesibilidad dichas paradas, promoviendo así el uso de estos modos de transporte. La mejora de los análisis de cobertura de servicio con la incorporación de este factor evitaría sobreestimaciones en la población servida y generaría una mayor atracción a las paradas de transporte público.

En el caso del proyecto de la línea 1 de metro ligero de Granada es posible evidenciar situaciones en las que el análisis de la población servida que se efectúa en el proyecto de metro ligero está basado en una cobertura buffer mediante la cual se interpreta que toda la población que está en el interior de esa área puede acceder a la parada de metro ligero y por tanto queda servida por el modo de transporte.

Sin embargo este tipo de análisis de la cobertura de servicio de las paradas contiene una sobreestimación al considerar un método de medición basado en las distancias de forma euclídea respecto a la parada, en lugar de una distancia más ajustada a la realidad como la que puede proporcionar el análisis de redes y la propia configuración espacial de la ciudad (Figura 8). Las diferencias en las medidas en el de análisis de la cobertura de servicio suponen para el objeto de estudio una sobreestimación de un 30%, variando este valor en función de la estructura de calles en el que se implante la parada.

Por otra parte, también se produce una sobreestimación independientemente del método de medida utilizado cuando la distancia entre paradas es inferior al doble de la distancia de cobertura de las paradas. Este hecho puede suponer, además de una sobreestimación de la población servida, una disminución de la eficiencia del servicio por la disminución de la velocidad punta entre paradas contiguas.

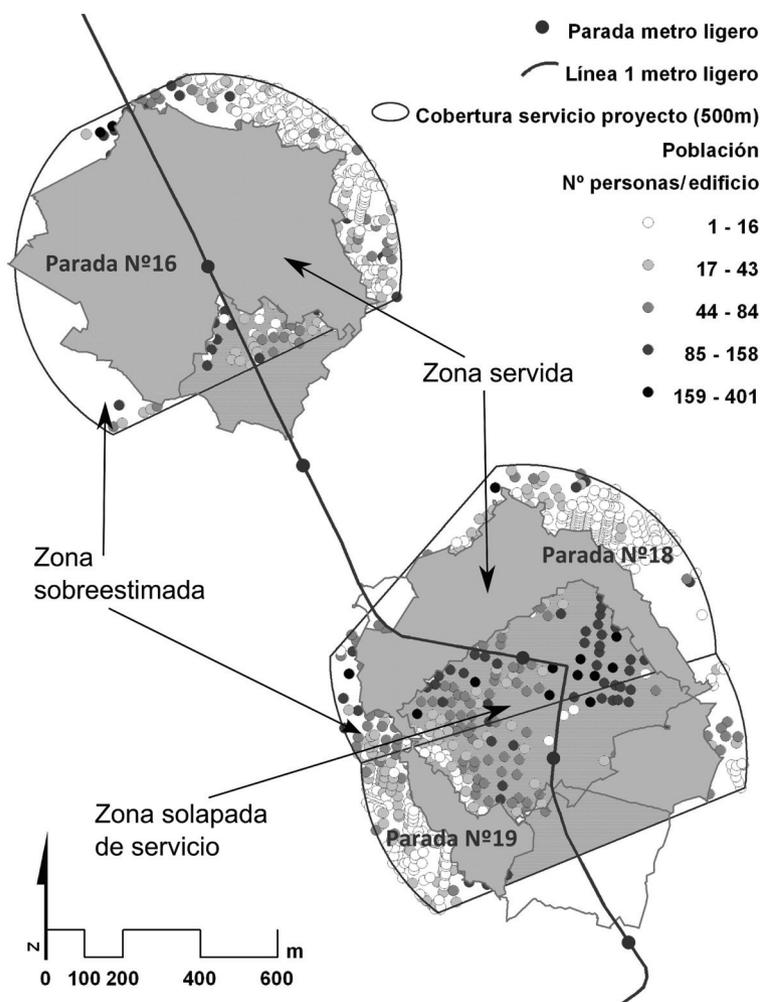


Figura 8. Comparación entre coberturas de servicio y su repercusión en la población servida.
 Fuente: elaboración propia.

En cualquier caso, la cobertura de servicio no garantiza el que la población en esa zona acceda a la parada de metro ligero, por lo que es necesario analizar las condiciones urbanas que fomentan la atracción a la parada como las referentes a la configuración espacial.

En este sentido, y desde una visión global de las tres paradas analizadas, la parada de metro ligero de Recogidas (nº16) posee una óptima localización para dar servicio y generar atracción. No obstante, esta localización podría ser mejorada si se ligase a un espacio público como es el caso del parque García Lorca, que se encuentra próximo. Una vinculación por medio del diseño urbano (recorrido peatonal, mobiliario urbano, arbolado, etc.) podría por una parte incrementar la accesibilidad peatonal a la parada de metro ligero e incrementar la calidad ambiental urbana en la zona.

Las paradas de Hípica y Andrés Segovia (nº18 y 19 respectivamente) tienen una ubicación cuestionable en base a los análisis efectuados. En el caso de la parada nº18 los valores de integración global y local determinan que se encuentra en una ubicación

óptima para atraer a los flujos peatonales. Sin embargo, la parada de metro ligero nº19 no se encuentra ubicada en un segmento de máxima integración local, por lo que los flujos peatonales discurrirán por otras calles, disminuyendo así la atracción peatonal ejercida por esta parada.

De igual forma, los mapas de visibilidad para ambas paradas (Figura 9) muestran que en la zona de solapamiento de las coberturas propuestas por el proyecto, las paradas de metro ligero de Hípica (nº18) y Andrés Segovia (nº19) poseen diferencias sustanciales en la generación de atracción visual. La parada de Hípica es más visible para las manzanas con mayor densidad de población (puntos con tonalidades más oscuras) que la propia parada de Andrés Segovia (nº19) (Figura 9). Así pues, la población servida por la parada de Andrés Segovia sería menor a la considerada en el proyecto en favor de la parada de Hípica cuya población servida aumentaría por una mejor localización y atracción a la parada.

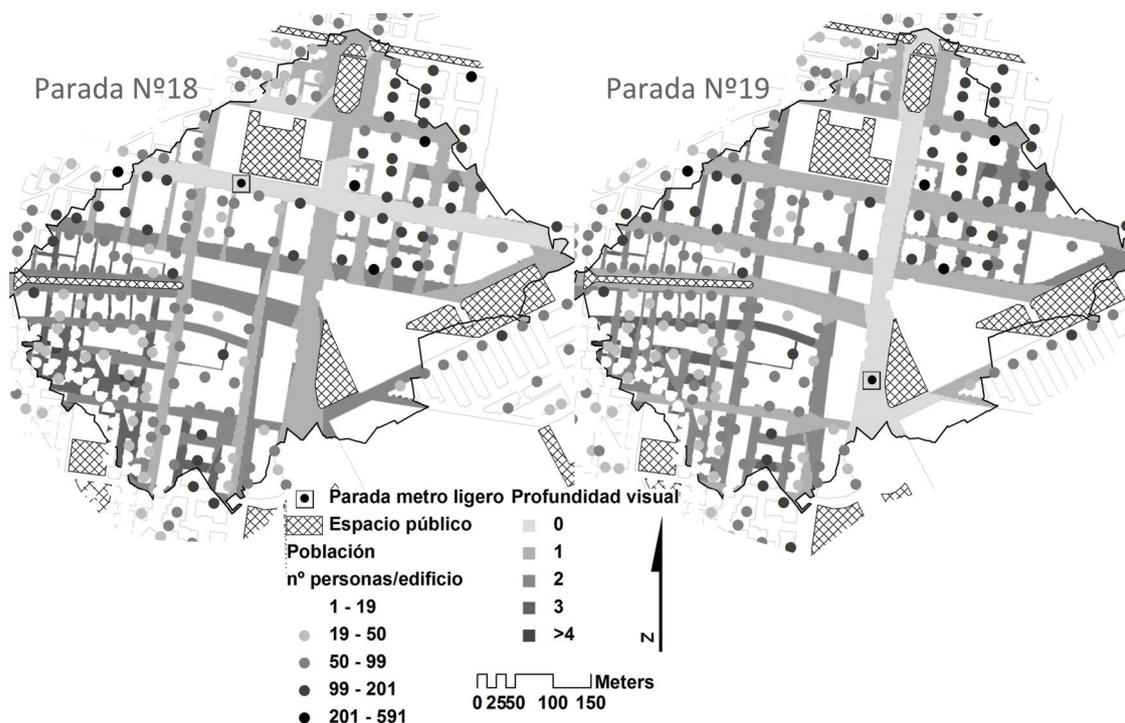


Figura 9. Comparativa de valores de profundidad visual en la zona de solapamiento entre coberturas de estaciones 18 y 19. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, analizadas las coberturas de servicio y atracción de las paradas en relación con la accesibilidad peatonal, se pone en cuestión la ubicación y existencia de la parada de Andrés Segovia (nº19) ya que su cobertura de servicio posee gran superficie

coincidente con las coberturas de servicio aledañas, que ejercen además una mayor atracción sobre las manzanas con mayor densidad que la que ejerce la propia parada de Andrés Segovia.

8. Conclusiones

El análisis de la configuración espacial mediante sintaxis espacial (Space Syntax), como medio para evaluar la generación de atracción peatonal de las paradas de metro ligero, sugiere que la planificación de las paradas puede ser mejorada considerando la integración de las calles en las que se ubican y/o la visibilidad que pueden generar.

Asimismo, los análisis de estas medidas muestran que el solapamiento en la cobertura de servicio de las paradas planteadas en el proyecto, no está justificado en la captación de población, ya que paradas aledañas generarían más atracción sobre la población que la propia parada de metro a la cual se ha asignado, poniendo en cuestión la conveniencia de su ubicación.

Por otra parte, el análisis de la profundidad visual junto con los elementos presentes en la cobertura de servicio evidencia el hecho significativo que supone la presencia de varios espacios públicos alrededor de la parada, que además de los beneficios

ambientales que aportan estos espacios públicos, permiten fortalecer la atracción de las paradas de metro ligero y fomentar su accesibilidad peatonal. En este sentido, la vinculación de las paradas de transporte público a los espacios públicos da lugar a fuertes sinergias, tanto a nivel de accesibilidad peatonal a la parada de metro ligero como a nivel ambiental, lo que da lugar a un incremento de la calidad urbana.

En definitiva, este trabajo, cuyo núcleo reside en la configuración espacial como factor determinante en la atracción y accesibilidad peatonal, supone diferencias conceptuales, metodológicas y operativas en la planificación de la localización de paradas de transporte público respecto a las consideraciones tradicionales. En este sentido el método expuesto supone un nuevo planteamiento sobre el que progresar en la mejora de la movilidad y su integración urbana.

9. Referencias

- ALFONZO, M. A. (2005). "To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs". In: *Environment and Behavior*, 37 (6), 808-836.
- BABALIK-SUTCLIFFE, E. (2002). "Urban Rail Systems: Analysis of the Factors behind Success". In: *Transport Reviews*, 22, 415-447.
- BANISTER, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. Abingdon: Routledge.
- BANISTER, D. (2008). "The Sustainable Mobility Paradigm". In: *Transport Policy*, 15, 73-80.
- BORST, H. C., DE VRIES, S. I., GRAHAM, J. M. A., VAN DONGEN, J. E. F., BAKKER, I. & MIEDEMA, H. M. E. (2009). "Influence of Environmental Street Characteristics on Walking Route Choice of Elderly People". In: *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 477-484.

- DUPUY, G. (1999). *La Dépendance Automobile: Symptômes, Analyses, Diagnostic, Traitements*. Paris : Anthropos
- ENGWICHT, D. (1993). *Reclaiming Our Cities and Towns: Better Living with Less Traffic*. Gabriola Island: New Society Publishers, Limited.
- ESTUPIÑÁN, N. & RODRÍGUEZ, D. A. (2008). The Relationship between Urban Form and Station Boardings for Bogotá's BRT. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42 (2), 296-306.
- GEHL, J. (1971). *Life between Buildings: Using Public Space*. Copenhagen: Danish Architectural Press.
- GEURS, K. T., Boon, W. & Van Wee, B. (2008). "Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom". In: *Transport Reviews*, 29 (1), 69-90.
- GUTIÉRREZ, J. & GARCÍA-PALOMARES, J. C. (2008). "Distance-Measure Impacts on the Calculation of Transport Service Areas Using GIS". In: *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(3), 480-503.
- HANDY, S. L. & NIEMEIER, D. A. (1997). "Measuring Accessibility: an Exploration of Issues and Alternatives". In: *Environment and Planning A*, 29 (7), 1175-1194.
- HANSEN, W. G. (1959). "How Accessibility Shapes Land Use". In: *Journal of the American Institute of Planners*, 25 (2), 73-76.
- HASS-KLAU, C. & CRAMPTON, G. (2002). *Future of Urban Transport. Learning from Success and Weakness: Light Rail*. Brighton: Environmental and Transport Planning.
- HASS-KLAU, C., CRAMPTON, G., BIERETH, C. & CEUTSCH, V. (2003). *Bus or Light Rail: Making the Right Choice. A Financial, Operational and Demand Comparison of Light Rail, Guided Buses, Busways and Bus Lanes*. (Second ed.) Brighton: Environmental and Transport Planning.
- HILLIER, B. & HANSON, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HILLIER, B.; PENN, A.; HANSON, J.; GRAJEWSKI, T. & XU, J. (1993). "Natural Movement: or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. In: *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20 (1), 29-66.
- JACOBS, A. B. (1996). *Grandes calles*. Santander: Universidad de Cantabria.
- LITMAN, T. (2003). "Economic Value of Walkability". In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1828 (1), 3-11.
- LOTFI, S. & KOOHSARI, M. (2009). "Analyzing Accessibility Dimension of Urban Quality of Life: Where Urban Designers Face Duality Between Subjective and Objective Reading of Place". In: *Social Indicators Research*, 94 (3), 417-435.
- LYNCH, K. (1981). *La imagen de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MAY, A. D., KELLY, C. & SHEPHERD, S. (2006). "The Principles of Integration in Urban Transport Strategies". In: *Transport Policy*, 13, 319-327.
- MURRAY, A. T., DAVIS, R., STIMSON, R. J. & FERREIRA, L. (1998). "Public Transport Accessibility". In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 3 (5), 319-328.
- NEWMAN, P. & KENWORTHY, J. (1999). *Sustainability and Cities. Overcoming Automobile Dependence*. Washington: Island Press.
- OLSZEWSKI, P. & WIBOWO, S. (2005). "Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore". In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1927 (-1), 38-45.

- PENN, A., HILLIER, B., BANISTER, D. & XU, J. (1998). Configurational Modelling Of Urban Movement Networks. In: *Environment and Planning B*, 25.
- PETERS, P. (1981). *La ciudad peatonal*. Barcelona: Gustavo Gili.
- POZUETA, J., LAMÍQUIZ, F. J. & PORTO, M. (2009). *La ciudad paseable. Recomendaciones para la consolidación de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*. Madrid: Cedex.
- RODRÍGUEZ, D. A., BRISSON, E. M. & ESTUPIÑÁN, N. (2009). "The Relationship between Segment-Level Built Environment Attributes and Pedestrian Activity around Bogotá's BRT Stations". In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14 (7), 470-478.
- RODRÍGUEZ, D. A. & TARGA, F. (2004). "Value of Accessibility to Bogotá's Bus Rapid Transit System". In: *Transport Reviews*, 24 (5), 587-610.
- TALEN, E. (2002). "Pedestrian Access as a Measure of Urban Quality". In: *Planning Practice & Research*, 17 (3), 257-278.
- TRAVISI, C. M., CAMAGNI, R. & NIJKAMP, P. (2006). *Analysis of Environmental Costs of Mobility Due to Urban Sprawl: a Modelling Study on Italian Cities*. Rotterdam: Tinbergen Institute.
- VALENZUELA MONTES, L. M., SORIA LARA, J. A. y TALAVERA GARCÍA, R. (2011). "Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana" [versión electrónica]. En: *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XV from. En: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-349.htm>.
- VAUGHAN, L. (2007). "The Spatial Syntax of Urban Segregation". *Progress in Planning*, 67 (3), 205-294.
- VENTURI, R., BROWN, D. S. & IZENOUR, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the Forgotten Symbolism of Architectural Form* (Revised edition ed.) Cambridge: MIT Press.
- VUCHIC, V. R. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Aportaciones relacionadas

Ponencia:

Pedestrian accessibility to public space: the implication of the urban form in the city of Granada

Congreso:

CITTA 4th annual conference on planning research)

| Año: | Ciudad (País) |
|------|-------------------|
| 2011 | Oporto (Portugal) |

Autores

Talavera-García, R. and Valenzuela-Montes, L.M.

Ponencia:

Spatial configuration analysis to improve the accessibility to light-rail stations

Congreso:

Virtual cities and territories 7

| Año: | Ciudad (País) |
|------|-------------------|
| 2011 | Lisbon (Portugal) |

Autores

Talavera-García, R. and Valenzuela-Montes, L.M.

Ponencia:

Improving pedestrian accessibility to public space through space syntax analysis

Congreso:

Space Syntax Symposium 8

| Año: | Ciudad (País) |
|------|---------------------------|
| 2012 | Santiago de Chile (Chile) |

Autores

Talavera-García, R.

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.

Título:

CONSTRAINTS AND SYNERGY IN URBAN DESIGN FOR PEDESTRIAN MOBILITY. THE PERSPECTIVE FROM THE CITY OF GRANADA

Estado:

En revisión

Revista:

Transportation Research Part D: Transport and Environment

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| | | | - |

Autores

Talavera-García, R. ; Valenzuela-Montes, L.M. and Tight, M.

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | | |

Link:

A survey-based approach of walking environments to understand pedestrian mobility in Granada (Spain)

ABSTRACT

Pedestrian mobility is increasingly being considered for its potential contribution to developing sustainable cities. At this point, it is crucial to understand the pedestrians' attitudes and perceptions towards both walking and the urban environment. Nevertheless, the analysis of pedestrians' perceptions tend to be fragmented, focusing on specific aspects where encompassing frameworks are missing. In the present work, we undertake a quantitative analysis of information about pedestrian mobility in the city of Granada (Spain) obtained through a survey. The survey tries to understand, in an integrative way, all the main aspects especially related to the urban environment that may enhance or hamper pedestrian mobility. Thus, five thematic areas of factors have been considered including: socio-demographic aspects, attitudes to walking, urban structure, urban design, and visual preferences. The results reveal the positive attitude to walking in Granada, and highlight that the most influential factors are related to lighting, street maintenance, urban green space and pavement width. In addition, boulevards and commercial street typologies are the most preferred. A relationship between the preferred street typologies and the street where respondents live has been also found. Since a comprehensive survey-based approach has been followed to better understand pedestrians' perception, all these findings are expected to contribute to enrich local mobility planning in Granada, assuming that the improvement of walking environments in the city will foster pedestrian mobility.

Keywords: walkability, survey, active transport, urban design, attitude

RESUMEN

La movilidad peatonal es cada vez más reconocida por su contribución al desarrollo sostenible de las ciudades. A este respecto, es de suma importancia entender la actitud de los peatones y su percepción, tanto del hecho de caminar, como del entorno urbano. Sin embargo, la mayoría de los análisis sobre la percepción de los peatones tienden a ser fragmentados, focalizando sólo en aspectos específicos y perdiéndose por tanto una visión más integradora. En este trabajo se lleva a cabo un análisis cuantitativo a través de una encuesta de la movilidad peatonal en la ciudad de Granada (España). La encuesta incluye diferentes aspectos especialmente relacionados con el ambiente urbano que pueden favorecer u obstaculizar la movilidad peatonal. Se incluyen para ello cinco bloques temáticos de factores ligados a: aspectos socio-demográficos; actitud frente a caminar; estructura urbana; diseño urbano; y preferencias visuales. Los resultados, para el caso de Granada, muestran la existencia de una actitud positiva a caminar, e identifica la iluminación, el mantenimiento de la calle, la presencia de espacio verde y la anchura de acera, como los factores más influyentes en la percepción de los peatones. Se evidencia también que las calles tipo boulevard y comerciales son las tipologías de más apreciadas, así como la existencia de una relación entre la preferencia de determinadas tipologías de calles y las tipologías en las que habitan los encuestados. Los resultados obtenidos pueden ser de especial interés para la planificación de la movilidad en Granada, ya que ayudan a entender los entornos peatonales y cómo la mejora de éstos puede incentivar la movilidad peatonal.

Palabras clave: caminar, encuesta, transporte activo, diseño urbano, actitud

1 ■ Introducción

Pedestrian mobility is becoming increasingly important for different reasons (health, equity, environment, etc), but all share the same aim - to encourage the populace to walk around towns and cities as the preferred mean of transport. There are two basic perspectives or dimensions used to promote pedestrian mobility. On one hand, it is a response to health concerns that are trying to invert tendencies related to sedentary lifestyles, poor eating habits and little physical activity (Frank, Engelke and Schmid, 2003; World Health Organization, 2010). On the other hand, from the point of view of urban sustainability; the use of private vehicles has led to cities being larger and less densely populated, which, in turn, has given rise to higher urban, social and environmental costs in cities and metropolitan areas (Travisi, Camagni and Nijkamp, 2006; Banister, 2008; Geurs, Boon and Van Wee, 2008).

To deal with the problems caused by the widespread use of private vehicles, sedentary lifestyles and consequent health problems, the solutions come from the ideas of proximity linked to more compact developments, where walking and cycling comes to the fore (Tight *et al.*, 2011). At this point, many studies have focused on the relationship between pedestrians and their environment, in particular analysis of the effects of density, diversity and design (Jacobson and Forsyth, 2008; Ewing and Cervero, 2010; Christian *et al.*, 2011); analysing the walkability of the built environment at a more detailed scale or microscale (Forsyth *et al.*, 2008; Kim, Park and Lee, 2014; Aghaabbasi *et al.*, 2016), and analysing factors linked to accessibility to public transport (Olszewski and Wilbowo, 2005). Nevertheless, the evaluation of the pedestrian's relationships with their environment tend to appear fragmented, depending on the dominant discipline used in the research. Some examples are Hillier *et al.* (1993) who analyse pedestrian movement from an urban form perspective; Sarkar (2003) who used a comfort perspective; and Learnihan *et al.* (2011) who analysed the influence of scale in walking. A more global and comprehensive view of this relationship, based for instance in a survey, would be crucial to better understand the necessities and preferences

of pedestrians regarding their environment. At this point, the concept of -walking environments- is especially interesting. Defined by Zacharias (2001) as "a space dominated by pedestrian movement where other modes including motor vehicles may have a place, but where pedestrians clearly have movement priority", the concept of a walking environment is interesting, since it encompasses well designed spaces which are attractive for the population (Adkins *et al.*, 2012) allowing, at the same time, retail activities (Zacharias, 2007) and enhancing access to public transport systems (Park, Deakin and Jang, 2015; Talavera-Garcia and Soria-Lara, 2015). In short, walking environments have to do with quality environments for the city and its inhabitants.

In order to obtain an integrative view of the relationship between pedestrian mobility and their environment, mobility studies and plans should cover different scales and factors which determine levels of walking. For example, socio-demographic aspects, attitudes towards walking, legibility of urban structure and urban design elements could be considered in a survey. Within this context, two main questions could be formulated in order to design a survey-based approach: how can walking environments be promoted to encourage the population to walk? And, within an encompassing view, what are the most important needs and preferences of pedestrians (considering the above mentioned aspects) that should be included into local mobility planning?

This paper tries to answer these questions through an integrated understanding of the relationship between pedestrians and their environment in a case study of Granada. The city of Granada has been selected for its size: it is in the range of medium-sized cities, with a population of 235,800 inhabitants. This type of cities have been also analysed in other European countries such as in Portugal (Rahaman *et al.*, 2011) and UK (Pooley, Tight, *et al.*, 2011). Furthermore, Granada's urban structure, health and education services distribution, and climate conditions make the city, at least theoretically, suitable

for walking. In Granada roughly 80% of pedestrian journeys last less than 20 minutes; the town centre receives the great part of pedestrian fluxes; and the different neighbourhoods have, in general, high autonomy levels based on the distribution of services (Ayuntamiento de Granada, 2013). All these facts allow local mobility based on walking. In addition, the public transport system is undergoing a process of re-structuration with urban mobility and re-design implications, which are an opportunity to undertake supportive interventions for walking enhancement.

Thus, the objectives of the present paper are: to gather, through a literature review, the most commonly studied aspects and evaluation methods regarding pedestrian mobility; to know the perception of Granada's population considering all the

main dimensions detected in the literature (see survey in annex 1); and finally, to provide insights into the possible ways to promote the consideration of walking environments into urban mobility plans.

The paper begins with a literature review about pedestrian mobility with particular emphasis on its relationship with the built environment and the methodological options to assess this relationship. Then, the case study materials and instruments and population surveyed is described. Finally, the results are commented on and discussed, showing the main conclusions and open research questions.

2. Background

2.1. Pedestrian mobility

Pedestrian mobility is determined by the close relationship between pedestrians, who relate to their environment through their senses and by interacting with other pedestrians, shopping and cultural activities in the streets (Venturi, Brown and Izenour, 1977) or simply enjoying the natural surroundings and buildings (Jacobs, 1993). These interactions are not present to the same extent in other modes of transport.

The analysis of these facts requires subjective perceptions and needs to be converted into objective factors and elements which are quantifiable (McCormack *et al.*, 2008; Ewing and Handy, 2009) and vice versa. The needs that have to be catered for before pedestrians proceed to walk anywhere are accessibility, security, comfort, and attractiveness, and these needs must also be satisfied consecutively since they follow a hierarchic order (Alfonzo,

2005; Alfonzo *et al.*, 2008). Several criteria on urban design, psychology, sociology, economics and other disciplines are involved in the conversion of elements in the urban environment to satisfy pedestrian needs.

One of the main variables among the myriad that influence walking are socio-demographic characteristics which define various groups of the public, and whose results on pedestrian mobility have been compiled by Owen *et al.* (2004). Another important aspect linked to pedestrian mobility is the purpose, and two significantly different categories may be identified: walking for transportation and walking for pleasure (Giles-Corti and Donovan, 2002; Pikora *et al.*, 2003, 2006; Humpel *et al.*, 2004; Cao, Handy and Mokhtarian, 2006; Salens and Handy, 2008).

2.2 . Walking environments

Zacharias (2001, p. 3) defines the walking environments as “spaces dominated by pedestrian movement, where other modes including motor vehicles may have a place, but where pedestrians clearly have movement priority” and “the contiguous area of pedestrian priority defines the pedestrian district because behaviour and related perceptions of that environment can clearly be distinguished from those in relation to surrounding areas.” At this point, the built environment plays an important role, since it gathers a set of environment attributes, both objective and perceived (Davison and Lawson, 2006), which are influenced by urban design aspects as well as other aspects related to the population necessities about walking, such as accessibility, safety, comfort and pleasurability (Alfonzo, 2005). Thus, to undertake measures aimed at creating and enhancing walking environments, we need to understand the role of the built environment through quantitative and qualitative methods.

On this point, one of the more frequently used terms about the pedestrian’s relationship with the built environment, is the walkability (Forsyth and Southworth, 2008; Forsyth *et al.*, 2009; Talen and Koschinsky, 2013) of the built environment, which is understood as the degree to which the built environment has been adapted for walking (Gori, Nigro and Petrelli, 2014) according to a set of factors and their quality, either in general or specifically for a particular aspect, such as attractiveness, and how the population perceive the walkability of their neighbourhood (Adkins *et al.*, 2012).

2.3 . Measuring the pedestrian-environment relationship

The evaluation of pedestrian mobility is not free from significant complexity, since subjective and objective aspects meet. Pedestrian mobility requires mixed methods to be proposed to enable an understanding of why people move along routes they perceive to be more secure, more attractive (Adkins *et al.*, 2012) rather than moving along other shorter routes.

Going further into this issue, when evaluating pedestrian mobility, it is common to introduce items related to socio-economic aspects among groups of the public and their mobility habits, regardless of the type of measure applied (Forsyth *et al.*, 2009; Bentley, Jolley and Kavanagh, 2010), and later analyse various factors such as gender, age (Borst *et al.*, 2009; Gallimore, Brown and Werner, 2011) or race (Lee *et al.*, 2012).

One of the aspects to bear in mind separately from the environment is the public’s attitude towards walking. Although this analysis does not fall strictly within the evaluation of the pedestrian’s relationship with the environment, the implications have a significant bearing on walking behaviour and on promoting pedestrian mobility. This means that it is very useful in determining the public’s willingness to walk (Beirão and Sarsfield Cabral, 2007; Pooley, Horton, *et al.*, 2011) and also sets the scene for future actions in the urban environment.

With regard to the built environment evaluation, a number of methods have been developed and implemented over the last few decades to establish the degree of walkability in cities, for example the work of Brownson et al. (2009). This showed the wide range of measurements available can be grouped into three types measuring, the perceived environment measurements, observed measurements and GIS measurements:

- Measuring the perceived environment, contains some of the most commonly-used tools, such as the Neighbourhood Environment Walkability Scale (NEWS) (Leslie *et al.*, 2005; Cerin *et al.*, 2007; Werner, Brown and Gallimore, 2010); and other type of surveys that focus on the assessment of residents' perception of design features in the neighbourhood and to gather information on the accessibility to urban services for pedestrians (see, e.g. Kelly et al. (2011); Wood, Frank, and Giles-Corti, (2010).
- Observed measurement, also known as audit, gives a lot of details and specifics for each street, and a subjective view of the state of the streets where people travel (Clifton, Livi Smith and Rodriguez, 2007). S. Lee and Talen (2014) make a comparison between the most common audit tools. However, the drawback of the process of obtaining highly detailed information is the need to use electronic devices and the amount of time it takes. Closely related to this group of measurements, the surveys on visual preferences (VPS) might be found, in which elements seen by the public as being of better quality are identified from photographs (Ewing and Handy, 2009). Although this type of survey has high subjective value: it is not a tool that goes into as much detail as the audits, and it is also sometimes difficult to have a clear idea of each element, since a large number of photographs are required.
- GIS-based measures are a great step forward, since the available technology permits the joint spatial analysis of land uses and other urban variables with a high degree of breakdown and with much more detail. This question has been highlighted by Brownson et al. (2009) in their review about the geographical scale at which some GIS tools work. Furthermore, the GIS spreading is facilitating the application of spatial analysis to the previous groups of measures.

Although it might seem from the above that there are several tools for evaluating the walkability of a built environment and the perception of such walkability by the population, at times these pieces of research focus on applying a specific tool, or on a specific urban typology, or on a specific group of the public. Despite the fact that these approaches surely provide specific insight on the matter, the slim framework in which they move might mean that the interesting nuances of a cross-sectional analysis, where the emphasis is on determining the relationships between scales, aspects and context, are occasionally lost. It is in this respect that the present research aims to provide an overall view, by analysing different aspects such as walking behaviour, the effect of urban structure, the importance of built environment factors and visual preferences of different street typology. In the context of a Mediterranean city like Granada, where the climate characteristics support the all year the presence of a high number of pedestrians linked to commercial, educational, touristic and entertainment activities, the results of the foregoing could be useful to understand pedestrian mobility, and to include the requirements to transform mobility environments into high-quality walking environments into the Sustainable Urban Mobility Plan. In addition, the results might be of interest regarding the design of indicators and analysis tools to analyse pedestrian accessibility to different places (parks, public transport stops, shops, etc.).

3. Methodology

3.1. Study area

The city of Granada has been selected as the study area, since it has some interesting characteristics that make it advantageous for pedestrian displacements. Granada is located in the Andalusian region of Spain, which is well known for its climate characteristics: more than 2,900 sun hours/year with an average temperature of 16.2 °C, conditions that have had, in fact, a profound effect on its urbanism. The city has a diameter of around 7km, so, the maximum distance between the town centre and the peripheral quarters is around 3.5km; approximately 40 minutes walk (Figure 1). The footpaths length is about 106 kilometres over the total length of the road network (506 kilometers)(Ayuntamiento de Granada, 2013). Although Granada gathers all these conditions, the city suffered a great urban transformation in the 1950s that was mainly planned for private vehicles. In fact, the tramway system was removed, the private vehicle was favoured (Barrios Rozúa, 2002) and a sprawl process took place demanding new infrastructure in a process that feeds back on itself. This has led to a city and a metropolitan area with high environmental mobility impacts (Valenzuela-Montes, Soria-Lara and Talavera-García, 2011). To break this loop, the city is in the ongoing process of changing its transport systems, since a line of a light rail system is being built, aspiring to become the main structural axis for urban mobility in Granada. In addition, this light rail system is going to require the remodelling of those streets in or near the line, together with changes on the bus transport system.

The Sustainable Urban Mobility Plan (2013) for Granada shows that pedestrian displacements account for 68.7%, of the total trips, followed by the public transport (33.8%) and finally private vehicles and bikes (Ayuntamiento de Granada, 2013). The diagnosis of the SUMP of Granada also informs that 87.7% of population would be willing to stop using private car within the city in favour of other transport modes. Nevertheless, even when the SUMP identifies pedestrian mobility as the main transport mode, the diagnosis of the plan still presents some important gaps in how pedestrian mobility is analysed. In fact, while the reasons for journeys, origins and destinations, and attitudes related to other transport modes are analysed, much less attention has been paid to pedestrian mobility, and the plan just evaluates the purpose of walking at different population age intervals. This is a shortcoming of the plan, which is in fact common in other plans in Spain and it should be solved, especially considering that walking is the main transport mode and an essential part of other journeys linked to public transport.

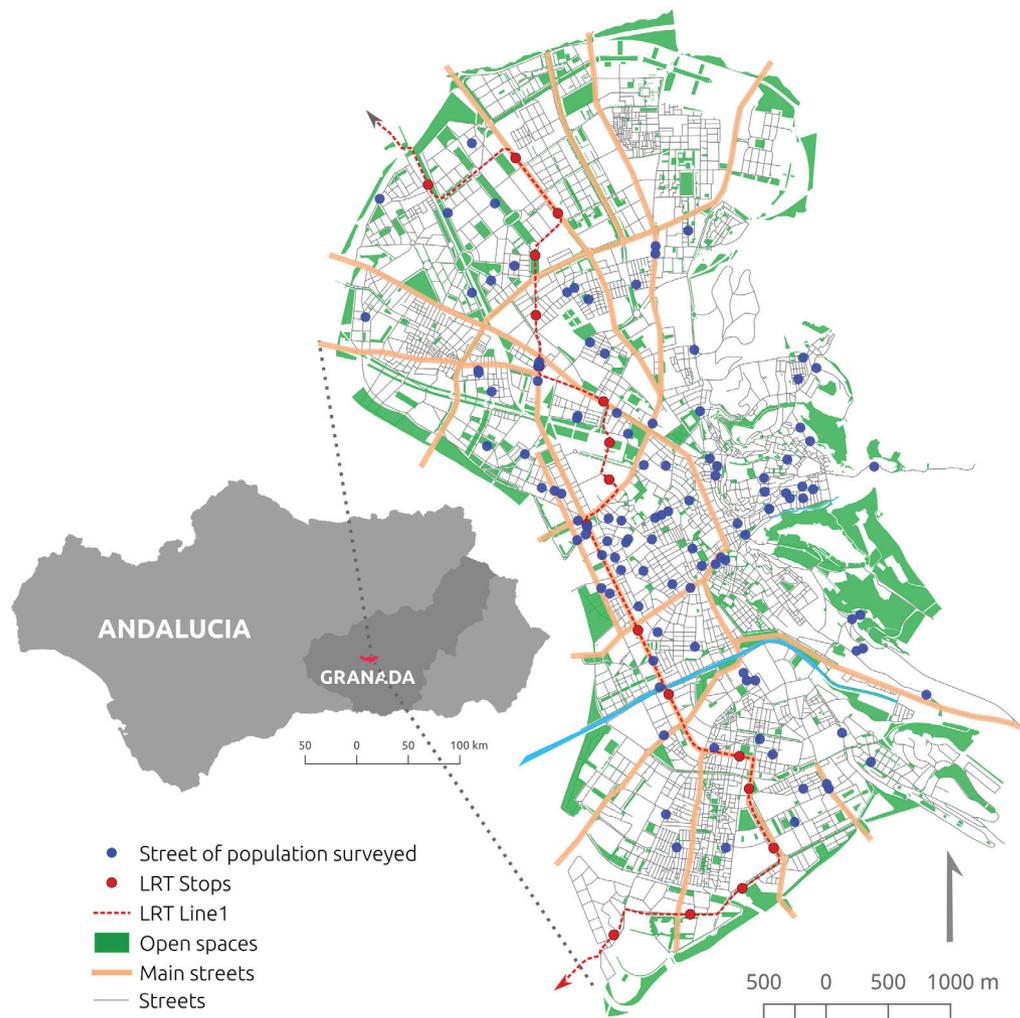


Figure 1. Study area.
Source: by the authors

3.2. Population perception analysis

The target population selected is between 18 to 65 years old. The analysis of pedestrian mobility in the other age groups requires specific techniques and exceeds the aims of this paper. We need to highlight that Granada has a high number of temporal inhabitants, since the University of Granada is one of the main Andalusian universities. In fact, the students account for 25% of population in the city.

An online survey was designed through the platform LimeSurvey to gather information from an operative sample which allows detecting some trends regarding the perception of a series of characteristics linked to pedestrian mobility in walking environments. The survey was launched in May 2015 and was available during three months. The dissemination of the survey was done through the contact with neighbourhoods and cultural associations, as well as the University of Granada.

The survey contains five thematic areas (Table 1) regarding the main aspects influencing pedestrian mobility, which are derived from the literature review. Special attention has been paid to the physical aspects concerning urban design. The structure of the survey is thought to be comprehensive enough to obtain as much information as possible about the pedestrian-environment relationship, but trying, at the same time, to be short enough to assure participation.

The specific content of the survey is presented in annex 1. Some general questions regarding the survey structure are commented on here. All questions are to be answered using a Likert scale from 1 to 5, 1 being the most negative value.

The thematic area –Attitude towards walking- includes 12 statements covering different aspects, to which the surveyed population has to express its degree of agreement. These statements have been inspired by the work of Pooley (2011), which uses statements such as -walking is enjoyable-, -benefits my health-, -unsafe with cars-, among others.

Concerning the thematic area –Urban structure- two aerial photographs have been selected, where a point of departure and a point of destination have been marked in each photograph (Figure 2). Both photographs belong to the down-town area and they have been included since the city centre is the zone with higher levels of walking. In addition, origins and destinations are representative meeting points (open spaces or amenities) for the population of the city. The respondents have

to choose among three possible routes in each photograph. Route a- was drawn following a specific criterion of integration based on Hillier and Hanson (1984), that according to the authors is the key factor of Space Syntax determining the natural movement along urban streets. This means that in a more integrated street there may be a higher pedestrian flux. Route b- was drawn considering a distance criterion, as a classic indicator of spatial accessibility that is frequently used in transport planning (see e.g. García-Palomares et al., (2013). Finally, route c- was drawn under a route-straightness criterion which stipulates that a route with a better distance-directness rate is the most efficient (Sohn and Kim, 2010).



Figure 2. Urban structure photographs. Examples of routes based on a) integration, b) distance, c) straightness.
Source: GoogleMaps (10/2016)

| Table 1. Survey structure. | | |
|----------------------------------|--|----------------|
| Thematic areas | Question | Time (minutes) |
| 1. Socio-demographic | age, gender, years living in Granada, vehicles and the name of your street | 3 |
| 2. Attitude towards walking | Rate the following affirmations according to grade of agreement or disagreement | 2 |
| 3. Urban structure | Rate the following routes according to your preference and the frequency you use them | 3 |
| 4. Urban design | Rate the following factors according to the importance to you as pedestrian | 3 |
| 5. Visual preferences typologies | Rate the following photographs and the factors according to your preferences as pedestrian | 5 |

Source: by the authors

The thematic area –Urban design- contains the more frequent factors that are considered in urban design regarding pedestrians. These factors have been gathered in the work by Valenzuela-Montes & Talavera-García (2015) and the survey includes aspects such as path maintenance, street lighting, green elements and traffic, among others.

The thematic area –Visual preferences- was approached by using photographs representing the main street typologies in Spain according to their function (Manchón *et al.*, 1995) but that are also present in other cities around the world (see e.g. NACTO (2016); Marshall, (2015)). Among the different typologies the most representative of Granada are five: boulevard, collector, commercial, historical and residential (Figure 3). At this point, most of streets combine different characteristics from other typologies, so selected those streets which represent more clearly the corresponding typology have been selected.



Figure 3: Typologies of street, a) boulevard, b) collector, c) commercial, d) historical, e) residential
Source: by the authors

The visual preference has been evaluated by asking, for each photograph, about 12 factors selected from among those considered in the thematic topic -Urban design-. The selection has been undertaken considering three criteria: factors that are linked to different aspects of a street section; factors that are of common use in the evaluation of street design; and factors that do not imply especially long

response time (especially considering that respondents have to answer the questions about all photographs).

Finally, Figure 4 shows the relationship between the thematic areas of the survey and the main concepts concerning pedestrian mobility from which an answer about its perception has been requested.

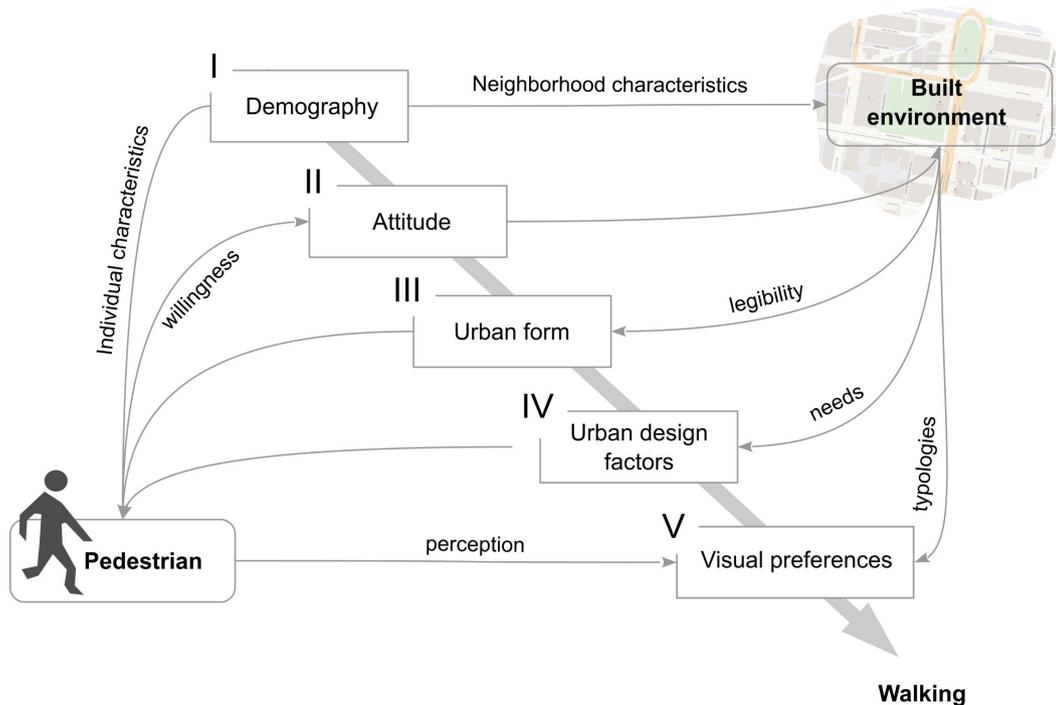


Figure 4: Survey thematic areas and concepts that support them
Source: by the authors

3.3. Data analyses

The information obtained from the survey were exported from the Survey and imported and checked using software GNU PSPP (GNU Project, 2015). Once the complete and valid registers are identified, we undertake descriptive and frequency analysis for each thematic topic of the survey. In addition, Pearson statistics have been calculated in order to find possible correlations between the different thematic areas.

The thematic areas -urban design- and -visual preference- are, in addition, evaluated using Cronbach's Alpha to see the internal consistency of the set of factors included in the survey. The -visual preference- thematic area was also evaluated comparing the means of samples according to the street typology where the respondents live.

A graphical abstract of the method is presented in Figure 5.

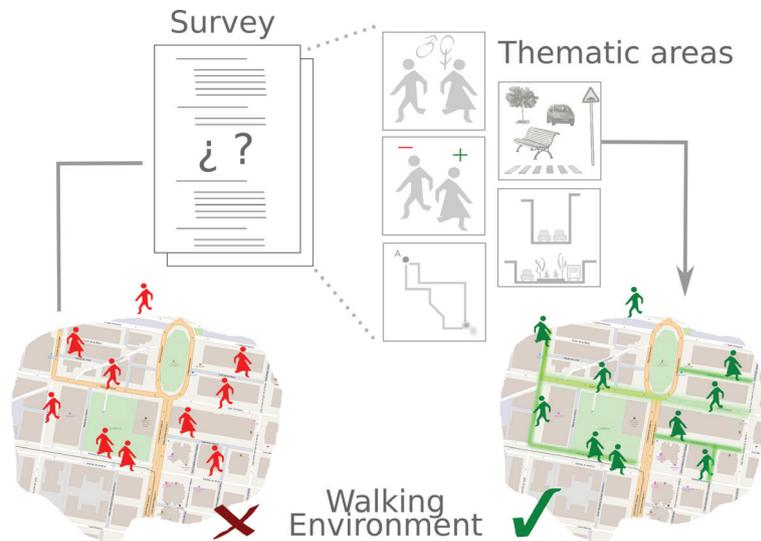


Figure 5: Graphical abstract of the survey-based approach.
Source: by the authors

4. Results

4.1. Socio-demographic characteristics.

The final survey sample comprised 128 participants. Concerning the socio-demographic characteristics of the population surveyed, the percentage of women (50.8%) and men (49.2%) is quite similar, although this characteristic of the sample is slightly different from official data about the population given by the National Institute of Statistics (INE). The collected data by INE show 53.5% women and 46.5% men (INE, 2013). The age distribution of re-

spondents is also similar for the range from 18 to 30 years of age (52,3%) and from 31 to 65 years of age (47,7%).

The vehicle ownership level among the respondents is 82%, the same number indicated by the SUMP of Granada. With regard to the number of years living in Granada, 90,6% of respondents have lived in Granada more than 5 years.

4.2. Attitudes towards walking.

The answers to this thematic topic are presented in Table 2. The most selected answers are –it benefits my health- followed by –I made a contribution to the environment-. On the other side, the less se-

lected answers were –it makes me feel inferior to those using cars-, followed by –I have had bad experiences while walking-.

Table 2.
Ranking of attitudes towards walking

| <i>Variable</i> | <i>Mean</i> | <i>Std Dev</i> |
|---|-------------|----------------|
| Benefits my health | 4.55 | .90 |
| Is better to the environment | 4.51 | .96 |
| Saves me money | 4.45 | 1.00 |
| Is enjoyable | 4.30 | .89 |
| Sense of freedom | 4.14 | .97 |
| Is relaxing | 3.91 | 1.16 |
| Makes me feel part of my community | 3.46 | 1.26 |
| Takes me too long | 2.45 | 1.20 |
| Unsafe when crossing the road | 2.42 | 1.28 |
| Too much physical effort | 2.34 | 1.24 |
| Bad experiences walking | 1.73 | 1.01 |
| Makes me feel inferior to those using car | 1.34 | .93 |

Source: by the authors

These attitudes some times vary depending on age. At this point, positive correlations have been found between age and attitude concerning the statements –walking is enjoyable- ($r=0.29$, $p<0.01$); -walking makes me feel free ($r=0.15$, $p<0.05$); -walking makes me feel part of the community ($r=0.32$, $p<0.01$); and -walking is relaxing ($r=0.30$, $p<0.01$). A negative correlation has been found concerning

the statements –it makes me lose time- ($r=-0.15$, $p<0.05$), and –it makes me feel inferior to those using cars- ($r=-0.18$, $p<0.05$). In other words the older population have more positive attitude towards walking (i.e. enjoyable, freedom, and relaxing) than the younger group and is more concern about lost of time and the feeling of being inferior to car users.

4.3 . Urban structure.

The results about urban structure have been found to be inconclusive (Table 3), since in the first photograph, the results reveal a higher preference for the shortest itinerary ($M=3,53$, $SD=1,32$), whilst in the second case, the population seems to prefer the most straight itinerary ($M=2,73$, $SD=1,22$). Nevertheless, in both cases the itinerary with more integration is the less preferred. In fact, there is a negative correlation (although it is not strong) between the number of years living in Granada and the preference for more integrated routes. It means that the more years the respondent has lived in Granada, the less important is the integration of the routes for them.

Table 3.
Ranking of route preferences

| <i>Criterion of the routes</i> | <i>Mean</i> | <i>Std Dev</i> |
|--------------------------------|-------------|----------------|
| Case 1 Route b) Distance | 3,53 | 1,32 |
| Case 1 Route c) Straightness | 2,77 | 1,34 |
| Case 1 Route a) Integration | 2,08 | 1,18 |
| Case 2 Route c) Straightness | 2,73 | 1,22 |
| Case 2 Route b) Distance | 2,64 | 1,19 |
| Case 2 Route a) Integration | 2,13 | 1,15 |

Source: by the authors

4.4. Urban design.

The results of the survey show that the respondents have high levels of demand (3 to 5 in Likert scale) in regard to the factors presented in the question (see Table 4). The more relevant factors are those related to security and aesthetic issues, such as street lighting (M= 4,13, SD= 1,26) and cleaning (M= 4.03, SD= 1,26) respectively. These are followed by factors related to structural aspects, such as pavement width (M= 3.92, SD= 1,15), presence of public spaces (M= 3.91, SD= 1,18); and factors concerning the attractiveness of the street, such as the presence of trees (M= 4.02, SD= 1,11) and ornamental vegetation (hedgerows, flowers, grass and other small plants) (M= 3.84, SD= 1,11).

The Cronbach's Alpha test shows a high internal consistency (0.92) for the 26 factors considered, which is evidence of the validity of the selected items in the context of the evaluation of urban design by pedestrians.

Table 4.
Ranking of urban design factors

| <i>Variable</i> | <i>Mean</i> | <i>Std Dev</i> |
|---------------------------------|-------------|----------------|
| Lighting | 4.13 | 1.26 |
| Cleanliness-Maintenance | 4.03 | 1.26 |
| Trees | 4.02 | 1.11 |
| Pavement width | 3.92 | 1.15 |
| Open spaces | 3.91 | 1.18 |
| Green lines | 3.84 | 1.11 |
| Obstacles-free | 3.82 | 1.28 |
| Furniture | 3.80 | 1.10 |
| Other pedestrians | 3.77 | .99 |
| Traffic speed | 3.74 | 1.15 |
| Crossing aids | 3.71 | 1.17 |
| Traffic volume | 3.67 | 1.24 |
| Shop windows | 3.62 | 1.05 |
| Public transport stops | 3.59 | 1.21 |
| Sights-landscape | 3.57 | 1.19 |
| Traffic buffer | 3.41 | 1.18 |
| Urban art | 3.40 | 1.14 |
| Pavement quality | 3.38 | 1.22 |
| Slope | 3.36 | 1.22 |
| Pavement type (shared, isolate) | 3.35 | 1.26 |
| Terraces (restaurants and café) | 3.22 | 1.11 |
| Car park | 3.22 | 1.37 |
| Enclosure | 3.18 | 1.26 |
| Type of building | 3.11 | 1.11 |
| Fence | 3.11 | 1.12 |
| Traffic control device | 3.05 | 1.13 |

Source: by the authors

4.5. Visual preferences about street typology.

The results show that the typology –boulevard- is the most preferred (Table 5). Its pavement width, the relationship between height of building and width of street and the presence of public transport stops are the most valuable aspects (Table 6). The second option among the respondents is the commercial typology. In that case, again the pave-

ment width and the relationship between height of building and width of street are highlighted, together with the presence of commercial activities. The third position is for residential typology, where the relationship between height of the building and width of the Street, the cleanliness and maintenance and the low traffic flow are highlighted. For

all the street typologies high internal consistency values have been found, with values superior to 0.8 for Cronbach's Alpha.

In addition, the results obtained for this thematic topic show significant correlation between the global value given to the Street and the frequency with which the respondents move in the –collector- typology ($r=.44$, $n=128$, $p<0.001$), commercial ($r=.34$, $n=128$, $p<0.001$) and historical ($r=.25$, $n=128$, $p<0.01$). For the typologies boulevard and residential, no significant correlation has been found.

It is worth commenting on the relationship between the experience of living in a specific typology and the higher values that this group of population give to the street with the same typology. In this sense, a means comparison was undertaken in order to see if these differences were statistically significant. The results of the comparison show how, for all the typologies, the difference between the

average rating by the people living in streets with same typology and people living in other typologies is statistically significant (Table 7).

Table 5.
Ranking of street typologies

| Typology | Mean | Std Dev |
|-------------|------|---------|
| Boulevard | 4.00 | .87 |
| Commercial | 3.59 | .88 |
| Residential | 3.00 | 1.08 |
| Collector | 2.61 | .91 |
| Historical | 2.41 | 1.04 |

Source: by the authors

Table 6.
Ranking of street-typology factors

| Variable | Boulevard | | Collector | | Commercial | | Historical | | Residential | |
|--------------------------|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------|------------|---------|-------------|---------|
| | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev |
| Pavement width | 4.52 | .65 | 3.46 | 1.03 | 3.63 | .90 | 1.30 | .63 | 3.11 | 1.39 |
| Tree | 3.69 | .99 | 2.68 | 1.06 | 3.16 | 1.08 | 1.43 | .85 | 1.94 | 1.09 |
| Urban art | 3.91 | 1.11 | 1.97 | .82 | 2.61 | 1.10 | 1.91 | 1.05 | 2.05 | 1.10 |
| Cleanliness-Maintenance | 3.88 | .89 | 2.91 | .94 | 3.23 | 1.01 | 2.59 | .99 | 3.55 | .98 |
| Furniture | 3.98 | 1.00 | 2.14 | .86 | 2.96 | .95 | 1.88 | .99 | 2.18 | 1.03 |
| Sights-Landscape | 4.09 | .94 | 2.63 | .99 | 3.21 | 1.03 | 2.41 | 1.17 | 2.31 | 1.17 |
| Public transport stops | 4.15 | .84 | 3.52 | 1.08 | 2.16 | 1.06 | 1.76 | 1.06 | 1.97 | 1.06 |
| Pedestrian crossing aids | 3.55 | 1.03 | 2.71 | 1.03 | 3.52 | .96 | 2.09 | 1.16 | 3.20 | 1.49 |
| Enclosure | 4.31 | .78 | 3.59 | 1.03 | 3.59 | .91 | 1.96 | .98 | 3.55 | 1.07 |
| Shop windows | 3.91 | .87 | 2.20 | .99 | 3.62 | .92 | 1.77 | 1.07 | 1.84 | 1.04 |
| Traffic speed | 2.66 | 1.20 | 2.17 | 1.20 | 3.23 | 1.08 | 3.12 | 1.31 | 3.24 | 1.25 |
| Traffic volume | 2.64 | 1.28 | 2.08 | 1.23 | 3.13 | 1.08 | 3.19 | 1.31 | 3.30 | 1.19 |

Source: by the authors

Table 7.
Comparative of rating between residents and no residents according to their typology of street.

| Typology | Boulevard | Collector | Commercial | Historical | Residential |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|
| Rate living in typology | 4.33 | 2.91 | 3.67 | 2.72 | 3.21 |
| Rate not living in typology | 4.00 | 2.61 | 3.59 | 2.41 | 3.00 |

Source: by the authors

5. Discussion

Sustainable mobility planning needs detailed analysis about pedestrian use of the city if we are to reduce the environmental impacts of motorized mobility. At this point, the understanding of those aspects affecting the decision to walk are fundamental to contribute to generate quality walking environments and to enhance the use of public transport.. To undertake this analysis, a survey might be a suitable instrument. At this point, when an exhaustive analysis is to be undertaken, the complexity or length of the survey may produce lower participation levels than expected. Nevertheless, this low number of respondents is offset by the quality of the information that is gathered in an integrative way, information that should be considered by planners in order to create or improve walking environments. Better walking environments might lead to an increase of pedestrian mobility, which is considered to be much more sustainable than other mobility types.

The results that have been obtained in this research show a set of interesting characteristics both from the population and the built environment in Granada. The discussion is here structured following the thematic areas commented in previous sections and how the results -through the idea of walking environments - could be used to improve the content of the SUMP for Granada and other similar plans.

The final number of participants is not particularly high (128 respondents), still it may be considered representative according to the participation in similar online surveys like the survey about not motorized transport undertaken for the Metropolitan Transit Plan, which had a participation of 90 people. Similar numbers of respondents can be found in research that use NEWS survey (e.g. 187 in Leslie et al. (2005); and 124 in Cerin et al. (2007)). About the gender distribution, it is quite similar to that indicated in the SUMP. In addition, practically all respondents have been living in Granada more than 5 years, which probably influences the answers of other thematic areas.

In general, the respondents have a positive attitude towards pedestrian mobility, more positive in fact the higher the age group of the respondents. Economic saving, pleasure and freedom sensations related to walking are especially highlighted by respondents. Also the environmental benefits are emphasised. These results are in line with those obtained, e.g. by Weinstein et al. (2008) for California and Oregon, and Pooley et al. (2011) for the British cities of Leicester, Lancaster, Leeds and Worcester.

Concerning urban structure, respondents prefer shorter routes compared to more integrated routes. In the work by Hillier et al. (1993) they find that population choose the more integrated routes. Nevertheless, the results obtained in the present research may be experience of the respondents living in Granada for more than 5 years make them choose other routes, not necessarily those more integrated.

As far as the urban design factors is concerned, lighting is the most important factor. In fact, lighting is one of the fundamental aspects concerning security sensation in walking activities (Alfonzo, 2005), and so it has been studied in other works (see Boyce et al. (2000); Ferrer, Ruiz, and Mars, (2015); Kelly et al., (2011)) Another important factor is the presence of trees, which is associated to shading and urban landscape quality (Todorova, Asakawa and Aikoh, 2004), together with the possibility of walking in a more attractive and secure environment (Landis et al., 2001). In summary, it may be considered that those streets gathering the most valuable factors will be the most desired by pedestrians. Nevertheless, a functional perspective needs to be taken into account, meaning that street topologies have to be considered.

The results of the survey (Figure 6) reveal that -boulevards- are the most valuable street typology in Granada, followed by commercial streets. This preference responds to the high multifunctionality in these street typologies, for which the presence of trees, good pavement width and location of public transport stops are highlighted by respondents. At

this point, we may see how the joint performance of urban design factors, together with the density of the compact city, and the density and diversity of uses that may be found in these typologies, contribute to enhance pedestrian mobility, a question also pointed out by Cervero and Kockelman (1997). Conversely, historical typology, in spite of its cultural attractiveness, is usually characterized in Granada by narrow streets, with low levels of commercial activities, with low presence of amenities and with low spatial integration. The population usually perceive these places as less attractive to walk through according to the urban design factors ranking (Figure 6).

About the generation of walking environments as a sustainable planning tool approach, it should take into account the relationship with street typologies such as boulevards and commercial streets, especially if they are located in the shortest routes between the main urban centralities. Furthermore, the improvement of the streets that would configure the walking environment may be undertaken by improving those factors that have lower score than the general ranking. For example, in the case of a boulevard street, the population perceive that this

typology of street needs to be improved in terms of traffic (traffic volume, traffic speed). Nevertheless in the case in which the street section cannot be improved in the present modal split (like an historical street), reduction or elimination of traffic could be considered.

In sum (Figure 7), the survey has shown interesting facts concerning pedestrian mobility in Granada and the basis to generate walking environments. This kind of information should be considered in urban mobility planning. In fact, the urban mobility plan of Granada should take advantage of the positive attitude that population has toward walking. So, probably no measures to enhance positive attitudes need to be taken, but the plan should focus on how to generate quality walking environments to take advantage, in fact, from this positive attitude. At this point, once the necessities on accessibility are covered, the intervention concerning urban design could be prioritised from those related to security (e.g. lighting) and comfort (e.g. trees, lineal vegetation).

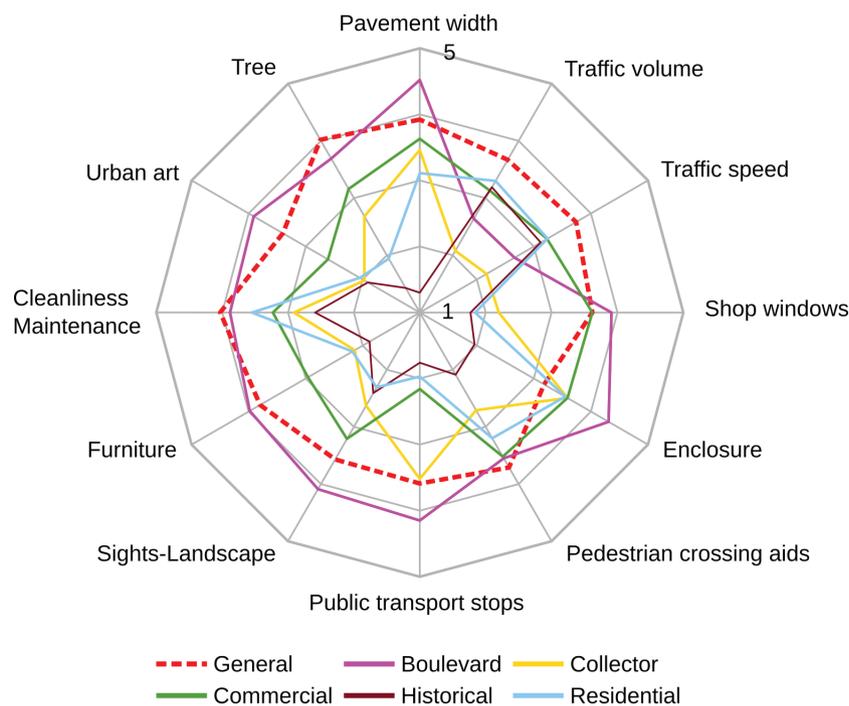


Figure 6: Differences in score factors between General and based on typologies
Source: by the authors

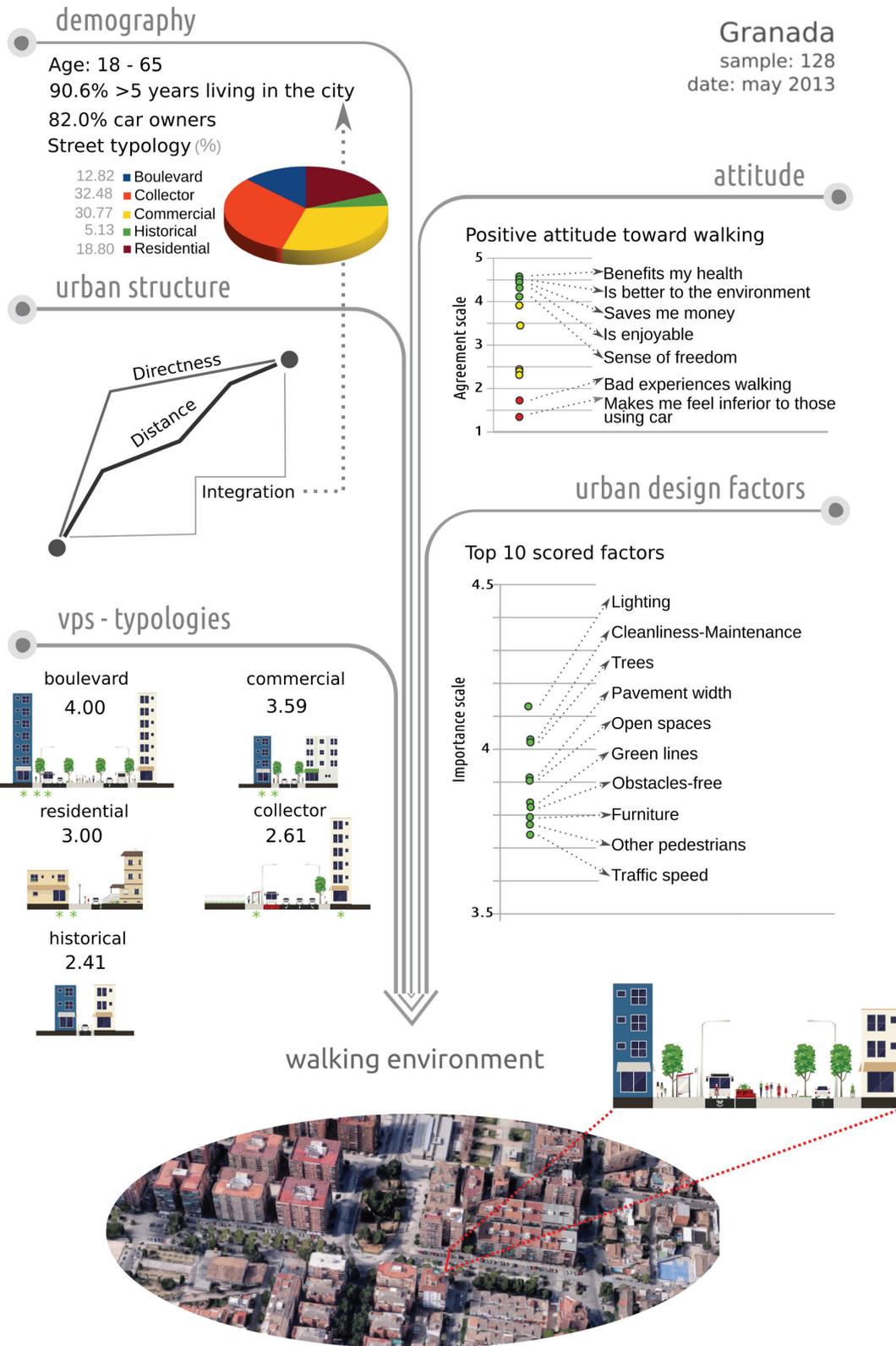


Figure 7: Graphical summary. Source: by the authors. GoogleMaps and StreetMix.
Source: by the authors

6. Conclusions

Further to obtaining scores from the opinions of respondents in Granada on specific aspects of pedestrian mobility in their city, promotion of pedestrian mobility requires multi-instrumental, comprehensive surveys to be designed to find out specific aspects relating to each of the thematic areas considered. Although multi-instrument designs may have many drawbacks for each section they contain (because of the less detailed individual analysis of the measurements) their main advantage lies in obtaining comprehensive information on pedestrian mobility. This relational information is a valuable source of information for urban planners in order to manage the mobility in a more sustainable way.

Given that the city of Granada is undergoing a process of public transport system transformation which is not finished yet, other surveys could be undertaken as a test-retest to know how consistency values are changing in this time.

Finally, making more sustainable cities implies a change in transport models. Transport models need to focus in the role of pedestrians to a greater extent as the key actor for short journeys and a critical element of public transport system. This change to a transport model based on pedestrian mobility needs to be supported by the built environment together with strengthening the positive attitude of the population towards walking. In this sense the present research has drawn a primary approach -based on the walking perception of population- for the diagnosis for planning of walking environments.

7. References

- Adkins, A., Dill, J., Luhr, G. and Neal, M. (2012) 'Unpacking Walkability: Testing the Influence of Urban Design Features on Perceptions of Walking Environment Attractiveness', *Journal of Urban Design*. Routledge, 17(4), pp. 499–510. doi: 10.1080/13574809.2012.706365.
- Aghaabbasi, M., Moeinaddini, M., Zaly Shah, M. and Asadi-Shekari, Z. (2016) 'A new assessment model to evaluate the microscale sidewalk design factors at the neighbourhood level', *Journal of Transport & Health*. doi: 10.1016/j.jth.2016.08.012.
- Alfonzo, M. (2005) 'To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs', *Environment and Behavior*, 37(6), pp. 808–836. doi: 10.1177/0013916504274016.
- Alfonzo, M., Boarnet, M. G., Day, K., McMillan, T. and Anderson, C. L. (2008) 'The Relationship of Neighbourhood Built Environment Features and Adult Parents' Walking', *Journal of Urban Design*. Routledge, 13(1), pp. 29–51. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/13574800701803456>.
- Ayuntamiento de Granada (2013) *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Granada*.
- Banister, D. (2008) 'The sustainable mobility paradigm', *Transport Policy*, pp. 73–80.
- Barrios Rozúa, J. M. (2002) *Granada, historia urbana*. Editorial Comares. Available at: <http://books.google.com/books?id=Y4VsAAAACAAJ> (Accessed: 7 September 2016).

- Beirão, G. and Sarsfield Cabral, J. A. (2007) 'Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study', *Transport Policy*, pp. 478–489.
- Bentley, R., Jolley, D. and Kavanagh, A. M. (2010) 'Local environments as determinants of walking in Melbourne, Australia', *Social Science & Medicine*, 70(11), pp. 1806–1815. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.041>.
- Borst, H. C., de Vries, S. I., Graham, J. M. A., van Dongen, J. E. F., Bakker, I. and Miedema, H. M. E. (2009) 'Influence of environmental street characteristics on walking route choice of elderly people', *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), pp. 477–484. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494409000498>.
- Boyce, P. R., Eklund, N. H., Hamilton, B. J. and Bruno, L. D. (2000) 'Perceptions of safety at night in different lighting conditions', *Lighting Research and Technology*. SAGE Publications, 32(2), pp. 79–91. doi: 10.1177/096032710003200205.
- Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A. and Sallis, J. F. (2009) 'Measuring the Built Environment for Physical Activity: State of the Science', *American Journal of Preventive Medicine*, 36(4, Supplement), p. S99–S123.e12. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.005>.
- Cao, X., Handy, S. and Mokhtarian, P. (2006) 'The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior: Evidence from Austin, TX', *Transportation*. Kluwer Academic Publishers, 33(1), pp. 1–20. doi: 10.1007/s11116-005-7027-2.
- Cerin, E., Macfarlane, D. J., Ko, H.-H. and Chan, K.-C. A. (2007) 'Measuring perceived neighbourhood walkability in Hong Kong', *Cities*, 24(3), pp. 209–217. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2006.12.002>.
- Cervero, R. and Kockelman, K. (1997) 'Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), pp. 199–219. doi: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6.
- Christian, H. E., Bull, F. C., Middleton, N. J., Knuiaman, M. W., Divitini, M. L., Hooper, P., Amarasinghe, A. and Giles-Corti, B. (2011) 'How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study', *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8. doi: 10.1186/1479-5868-8-55.
- Clifton, K. J. K. J., Livi Smith, A. D. and Rodriguez, D. (2007) 'The development and testing of an audit for the pedestrian environment', *Landscape and Urban Planning*, 80(1–2), pp. 95–110. doi: 10.1016/j.landurbplan.2006.06.008.
- Davison, K. and Lawson, C. T. (2006) 'Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature', *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. BioMed Central, 3(1), p. 19. doi: 10.1186/1479-5868-3-19.
- Ewing, R. and Cervero, R. (2010) 'Travel and the Built Environment', *Journal of the American Planning Association*. Routledge, 76(3), pp. 265–294. doi: 10.1080/01944361003766766.
- Ewing, R. and Handy, S. (2009) 'Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability', *Journal of Urban Design*, 14(1), pp. 65–84. Available at: <http://rsa.informaworld.com/10.1080/13574800802451155>.
- Ferrer, S., Ruiz, T. and Mars, L. (2015) 'A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, pp. 141–160. doi: 10.1016/j.trf.2015.07.014.
- Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J. M. and Schmitz, K. H. (2008) 'Design and Destinations: Factors Influencing Walking and Total Physical Activity', *Urban Studies*, 45(9), pp. 1973–1996. doi: 10.1177/0042098008093386.
- Forsyth, A., Michael Oakes, J., Lee, B. and Schmitz, K. H. (2009) 'The built environment, walking, and physical activity: Is the environment more important to some people than others?', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(1), pp. 42–49. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2008.10.003>.
- Forsyth, A. and Southworth, M. (2008) 'Cities Afoot—Pedestrians, Walkability and Urban Design', *Journal of Urban Design*. Routledge, 13(1), pp. 1–3. doi: 10.1080/13574800701816896.

- Frank, L., Engelke, P. and Schmid, T. (2003) *Health and community design: The impact of the built environment on physical activity*. Island Press.
- Gallimore, J. M., Brown, B. B. and Werner, C. M. (2011) 'Walking routes to school in new urban and suburban neighborhoods: An environmental walkability analysis of blocks and routes', *Journal of Environmental Psychology*, 31(2), pp. 184–191. doi: 10.1016/j.jenvp.2011.01.001.
- García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J. and Cardozo, O. D. (2013) 'Walking Accessibility to Public Transport: An Analysis Based on Microdata and GIS', *Environment and Planning B: Planning and Design*. 207 BRONDESBURY PARK, LONDON NW2 5JN, ENGLAND: PION LTD, 40(6), pp. 1087–1102. doi: 10.1068/b39008.
- Geurs, K. T., Boon, W. and Van Wee, B. (2008) 'Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom', *Transport Reviews*. Routledge, 29(1), pp. 69–90. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01441640802130490>.
- Giles-Corti, B. and Donovan, R. J. (2002) 'Socioeconomic Status Differences in Recreational Physical Activity Levels and Real and Perceived Access to a Supportive Physical Environment', *Preventive Medicine*, 35(6), pp. 601–611. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/pmed.2002.1115>.
- GNU Project (2015) 'GNU PSPP for GNU/Linux'. Boston, MA: Free Software Foundation. Available at: <https://www.gnu.org/software/pspp/>.
- Gori, S., Nigro, M. and Petrelli, M. (2014) 'Walkability Indicators for Pedestrian-Friendly Design', *Transportation Research Record*, (2464), pp. 38–45. doi: 10.3141/2464-05.
- Hillier, B. and Hanson, J. (1984) *The social logic of space*. Cambridge University Press. Available at: <http://books.google.es/books?id=NHqoQgAACAAJ>.
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T. and Xu, J. (1993) 'Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement', *Environment and Planning B: Planning and Design*. Pion Ltd, 20(1), pp. 29–66. Available at: <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=b200029>.
- Humpel, N., Owen, N., Iverson, D., Leslie, E. and Bauman, A. (2004) 'Perceived environment attributes, residential location, and walking for particular purposes', *American Journal of Preventive Medicine*, 26(2), pp. 119–125. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2003.10.005>.
- INE (2013) *Cifras oficiales de población de los municipios españoles: Revisión del padrón municipal*. Instituto Nacional de Estadística. Available at: http://www.ine.es/inebmenu/mnu_padron.htm.
- Jacobs, A. B. (1993) *Great Streets*. Mit Press.
- Jacobson, J. and Forsyth, A. (2008) 'Seven American TODs : Good practices for urban design in Transit-Oriented Development projects', *Journal of Transport and Land Use*, 2(Fall), pp. 51–88. doi: 10.5198/jtlu.v1i2.67.
- Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C. and Page, M. W. (2011) 'A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment', *Journal of Transport Geography*, 19(6), pp. 1500–1508. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.08.001>.
- Kim, S., Park, S. and Lee, J. S. (2014) 'Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 30, pp. 10–20. doi: 10.1016/j.trd.2014.05.005.
- Landis, B., Vattikuti, V., Ottenberg, R., McLeod, D. and Guttenplan, M. (2001) 'Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1773(1), pp. 82–88. Available at: <http://dx.doi.org/10.3141/1773-10>.

- Learnihan, V., Van Niel, K. P., Giles-Corti, B. and Knuiman, M. (2011) 'Effect of Scale on the Links between Walking and Urban Design', *Geographical Research*, 49(2), pp. 183–191. doi: 10.1111/j.1745-5871.2011.00689.x.
- Lee, R. E., Mama, S. K., Medina, A. V., Ho, A. and Adamus, H. J. (2012) 'Neighborhood factors influence physical activity among African American and Hispanic or Latina women', *Health & Place*, 18(1), pp. 63–70. doi: 10.1016/j.healthplace.2011.08.013.
- Lee, S. and Talen, E. (2014) 'Measuring Walkability: A Note on Auditing Methods', *Journal of Urban Design*. Routledge, 19(3), pp. 1–21. doi: 10.1080/13574809.2014.890040.
- Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N. and Hugo, G. (2005) 'Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study', *Health & Place*, 11(3), pp. 227–236. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.05.005>.
- Manchón, L. F., Santamera, J. A., de Diego, J. G. B. G., Mínguez, J. J. and Ormazábal, J. I. (1995) *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*. 1st edn. Ministerio de Fomento. Available at: <http://books.google.es/books?id=suN5AAAACAAJ>.
- Marshall, S. (2015) *Streets and patterns*. Routledge.
- Mccormack, G. R., Cerin, E., Leslie, E., Du Toit, L. and Owen, N. (2008) 'Objective versus perceived walking distances to destinations - Correspondence and predictive validity', *Environment and Behavior*, 40(3), pp. 401–425. doi: 10.1177/0013916507300560.
- NACTO (2016) *Urban Street Design Guide*.
- Olszewski, P. and Wilbowo, S. S. (2005) 'Using equivalent walking distance to assess pedestrian accessibility to transit stations in Singapore', *Transportation Research Record*, 1927(1), pp. 38–45. doi: 10.3141/1927-05.
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A. and Sallis, J. F. (2004) 'Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda', *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1), pp. 67–76. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379704000509>.
- Park, S., Deakin, E. and Jang, K. (2015) 'Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments?', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2519, pp. 157–164. doi: 10.3141/2519-17.
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K. and Donovan, R. (2003) 'Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling', *Social Science & Medicine*, 56(8), pp. 1693–1703. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953602001636>.
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Knuiman, M. W., Bull, F. C., Jamrozik, K. and Donovan, R. J. (2006) 'Neighborhood environmental factors correlated with walking near home: Using SPACES', *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Medicine & Science in Sports & Exercise April 2006;38(4):708-714, 38(4), pp. 708–714. doi: 10.1249/01.mss.0000210189.64458.f3.
- Pooley, C., Horton, D., Scheldeman, G., Tight, M., Jones, T., Chisholm, A., Harwatt, H. and Jopson, A. (2011) 'Household decision-making for everyday travel: a case study of walking and cycling in Lancaster (UK)', *Journal of Transport Geography*, 19(6), pp. 1601–1607. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.010>.
- Pooley, C., Tight, M., Jones, T., Horton, D., Scheldeman, G., Jopson, A., Mullen, C., Chisholm, A., Strano, E. and Constantine, S. (2011) 'Understanding walking and cycling: Summary of key findings and recommendations'.
- Rahaman, K. R., Lourenço, J. M., Viegas, J. M., Rahaman Rubayet, K., Lourenco M, J., Viegas Manuel, J., Rahaman, K. R., Lourenço, J. M. and Viegas, J. M. (2011) 'Perceptions of Pedestrians and Shopkeepers in European Medium-Sized Cities: Study of Guimarães, Portugal', *Journal of Urban Planning and Development*. American Society of

- Civil Engineers, 138(1), pp. 26–34. doi: 10.1061/(asce)up.1943-5444.0000094.
- Salens, B. and Handy, S. (2008) 'Built Environment Correlates of Walking: A Review', *Medicine and science in sports and exercise*, 40(7), pp. 550–566. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817c67a4.
- Sarkar, S. (2003) 'Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers', *Transportation Quarterly*. Eno Foundation for Transportation, 57(4), pp. 39–59. Available at: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=11274613&site=ehost-live>.
- Sohn, K. and Kim, D. (2010) 'Zonal centrality measures and the neighborhood effect', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), pp. 733–743. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856410000972>.
- Talavera-Garcia, R. and Soria-Lara, J. A. (2015) 'Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality', *Cities*, 45, pp. 7–17. doi: 10.1016/j.cities.2015.03.003.
- Talen, E. and Koschinsky, J. (2013) 'The Walkable Neighborhood: A Literature Review', *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning (IJSLUP)*, 1(1).
- Tight, M., Timms, P., Banister, D., Bowmaker, J., Copas, J., Day, A., Drinkwater, D., Givoni, M., Gühnemann, A., Lawler, M., Macmillen, J., Miles, A., Moore, N., Newton, R., Ngoduy, D., Ormerod, M., O'Sullivan, M. and Watling, D. (2011) 'Visions for a walking and cycling focussed urban transport system', *Journal of Transport Geography*, 19(6), pp. 1580–1589. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.011>.
- Todorova, A., Asakawa, S. and Aikoh, T. (2004) 'Preferences for and attitudes towards street flowers and trees in Sapporo, Japan', *Landscape and Urban Planning*, 69(4), pp. 403–416. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.11.001>.
- Travisi, C. M., Camagni, R. and Nijkamp, P. (2006) *Analysis of environmental costs of mobility due to urban sprawl: a modelling study on Italian cities*. Tinbergen Institute. Available at: <http://books.google.es/books?id=Ly1LPQAA-CAAJ>.
- Valenzuela-Montes, L. M., Soria-Lara, J. A. and Talavera-Garcia, R. (2011) 'Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana', *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=yv-4JPVwl&eid=2-s2.0-79958123916&md5=85cf4cba42184c215585a487560b5b69>.
- Valenzuela-Montes, L. M. and Talavera-García, R. (2015) 'Entornos de movilidad peatonal: enfoques, factores y condicionantes.', *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales*, 41(123).
- Venturi, R., Brown, D. S. and Izenour, S. (1977) *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form*. Revised ed. MIT Press.
- Weinstein, A., Schlossberg, M., Irvin, K., Weinstein Agrawal, A., Schlossberg, M., Irvin, K., Weinstein, A., Schlossberg, M., Irvin, K., Weinstein Agrawal, A., Schlossberg, M. and Irvin, K. (2008) 'How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference', *Journal of Urban Design*. Routledge, 13(1), pp. 81–98. doi: 10.1080/13574800701804074.
- Werner, C. M., Brown, B. B. and Gallimore, J. (2010) 'Light rail use is more likely on "walkable" blocks: Further support for using micro-level environmental audit measures', *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), pp. 206–214. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.003>.
- Wood, L., Frank, L. D. and Giles-Corti, B. (2010) 'Sense of community and its relationship with walking and neighborhood design', *Social Science & Medicine*. Elsevier Ltd, 70(9), pp. 1381–1390. doi: 10.1016/j.socscimed.2010.01.021.
- World Health Organization (2010) 'Global recommendations on physical activity for health'.

Zacharias, J. (2001) 'Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments', *Journal of Planning Literature*, 16(1), pp. 3–18. doi: 10.1177/08854120122093249.

Zacharias, J. (2007) 'The Nonmotorized Core of Tianjin', *International Journal of Sustainable Transportation*, 1(4), pp. 231–248. doi: 10.1080/15568310601068120.

Appendix. Survey on the perception of the walkability in granada

THEMATIC AREA 1: SOCIAL DEMOGRAPHY

1 Gender

Female Male

2 Age

< 18 years 18 to 30 31 to 65 > 65 years

3 How many years have you lived in Granada?

< 1 year 1 to 5 5 to 10 > 10 years

4 Is there any car owner in your family?

| | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Yes | Not sure | No |
| Car | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Motorcycle | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

5 How many motorized vehicles does your family own?

1 2 3 4 5+

6 Please, indicate your address (only street name and number).

Street:

Number :

*This survey is anonymous. The information only will be used for zoning the answers of the survey

THEMATIC AREA 2: ATTITUDE TOWARD WALKING

7 Please indicate your level agreement or disagreement with the next statements about walking.

| | 1 Completely Disagree | 2 | 3 Neutral | 4 | 5 Completely Agree |
|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Benefits my health | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Is better to the environment | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Saves me money | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Is enjoyable | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sense of freedom | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Is relaxing | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Makes me feel part of my community | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Takes me too long | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Unsafe when crossing the road | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Too much physical effort | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Bad experiences walking | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Makes me feel inferior to those using car | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

THEMATIC AREA 3: ROUTE PREFERENCES

8 Please, tell us the frequency and preferences, as a pedestrian, about each route from Puerta Real to Parque de las Ciencias.



Route 1

Calle Recogidas - Camino de Ronda -
Crta. Armilla



Route 2

Calle San Antón - Paseo del Violón -
Crta. de Armilla



Route 3

Acera del Darro - Paseo del Violón -
Crta. de Armilla

| | 1 Low | 2 | 3 Neutral | 4 | 5 High |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Preference for Route 1 | <input type="radio"/> |
| Preference for Route 2 | <input type="radio"/> |
| Preference for Route 3 | <input type="radio"/> |

9 Please, tell us the frequency and preferences, as a pedestrian, about each route from Jardines del Triunfo to Centro Comercial Neptuno.



Route 1

Avda. Severo Ochoa - Camino de
Ronda - c/ Neptuno



Route 2

c/ San Juan de Dios - c/ Emperatriz
Eugenia - Camino de Ronda - c/
Neptuno



Route 3

c/ Gran Vía de Colón - c/ Reyes
Católicos - c/ Recogidas - c/ Neptuno

| | 1 Low | 2 | 3 Neutral | 4 | 5 High |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Preference for Route 1 | <input type="radio"/> |
| Preference for Route 2 | <input type="radio"/> |
| Preference for Route 3 | <input type="radio"/> |

THEMATIC AREA 4: URBAN DESIGN FACTORS

10 Please, tell us the level of importance that you give, as pedestrian, to each of the following factors.

| | 1 Not important | 2 | 3 Neutral | 4 | 5 Very important |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Pavement type (shared, isolate) | <input type="radio"/> |
| Pavement quality (material) | <input type="radio"/> |
| Traffic buffer | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Slope | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Parking | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Open spaces | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Type of buildings | <input type="radio"/> |
| Traffic control device | <input type="radio"/> |
| Distance to opportunities | <input type="radio"/> |
| Terraces (café and restaurants) | <input type="radio"/> |
| Shop windows | <input type="radio"/> |
| Other pedestrians | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Lighting | <input type="radio"/> |
| Furniture (trash, bench, font...) | <input type="radio"/> |
| Sights - Landscape | <input type="radio"/> |
| Green lines | <input type="radio"/> |
| Fence | <input type="radio"/> |
| Obstacles-free | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - Street maintenance | <input type="radio"/> |

THEMATIC AREA 5: VISUAL PREFERENCES

11 Please, rate each element in the following photography and how often do you walk through this street



San Juan de Dios St.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| How often do you walk through it | <input type="radio"/> |
| Global value | <input type="radio"/> |
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - maintenance | <input type="radio"/> |
| Sights- landscape | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Furniture | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Shop windows and terraces | <input type="radio"/> |

12 Please, rate each element in the following photography and how often do you walk through this street



Rector Martín Ocete St.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| How often do you walk through it | <input type="radio"/> |
| Global value | <input type="radio"/> |
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - maintenance | <input type="radio"/> |
| Sights- landscape | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Furniture | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Shop windows and terraces | <input type="radio"/> |

13 Please, rate each element in the following photography and how often do you walk through this street



Beatario del Santísimo St.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| How often do you walk through it | <input type="radio"/> |
| Global value | <input type="radio"/> |
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - maintenance | <input type="radio"/> |
| Sights- landscape | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Furniture | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Shop windows and terraces | <input type="radio"/> |

14 Please, rate each element in the following photography and how often do you walk through this street



Constitution Avenue

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| How often do you walk through it | <input type="radio"/> |
| Global value | <input type="radio"/> |
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - maintenance | <input type="radio"/> |
| Sights- landscape | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Furniture | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Shop windows and terraces | <input type="radio"/> |

15 Please, rate each element in the following photography and how often do you walk through this street

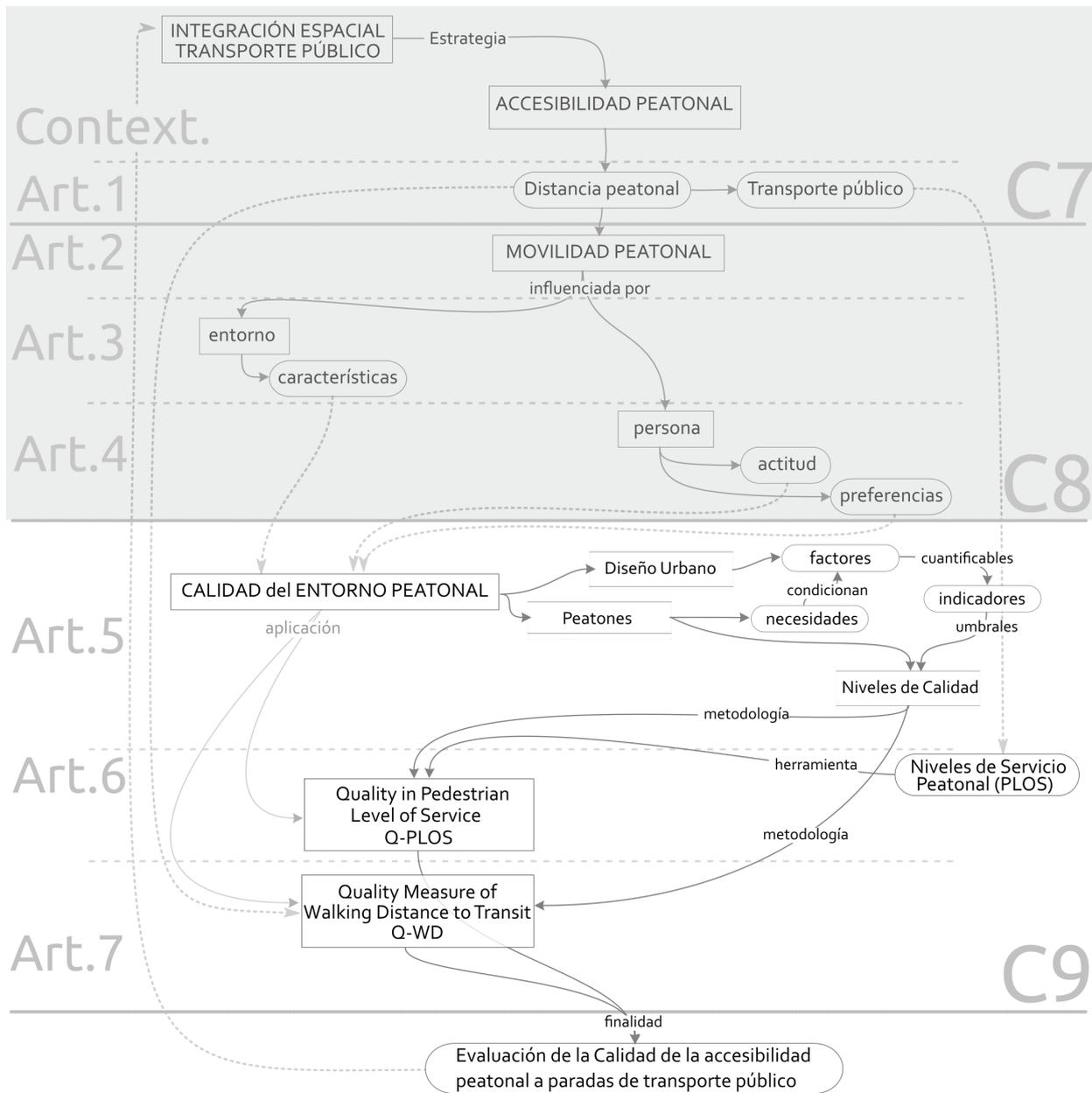


Eneida St.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| How often do you walk through it | <input type="radio"/> |
| Global value | <input type="radio"/> |
| Pavement width | <input type="radio"/> |
| Enclosure (Width:Height ratio) | <input type="radio"/> |
| Traffic volume | <input type="radio"/> |
| Traffic speed | <input type="radio"/> |
| Crossing aids | <input type="radio"/> |
| Trees | <input type="radio"/> |
| Cleanliness - maintenance | <input type="radio"/> |
| Sights- landscape | <input type="radio"/> |
| Urban art | <input type="radio"/> |
| Furniture | <input type="radio"/> |
| Public transport stop | <input type="radio"/> |
| Shop windows and terraces | <input type="radio"/> |

capítulo 9

Evaluando los entornos de movilidad a través de la calidad peatonal



artículo 5

**La calidad peatonal como método para
evaluar entornos de movilidad urbana**

artículo 6

**Q-PLOS, Developing an alternative walking index.
A method based on urban design quality**

artículo 7

**Q-WD, Evaluando la influencia del entorno urbano en la
distancia peatonal al metro ligero de Granada (España)**

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.

La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana

Ruben Talavera-Garcia¹
Julio Alberto Soria-Lara²
Luis Miguel Valenzuela-Montes¹
rtalaverag@ugr.es
j.a.sorialara@uva.nl
lvmontes@ugr.es

- (1) Laboratorio de Planificación Ambiental (LABPLAM)
Universidad de Granada. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio
(2) University of Amsterdam. Amsterdam Institute for Social Sciences Research
Universidad de Zaragoza. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio



Recepción: septiembre de 2012
Aceptación: noviembre de 2012

Título:

LA CALIDAD PEATONAL COMO MÉTODO PARA EVALUAR ENTORNOS DE MOVILIDAD URBANA

Estado:

Publicado

Revista:

Documents d'anàlisi geogràfica

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| 2014 | 60 | 1 | 161 - 187 |

Autores

Talavera-García, R.; Soria-Lara, J.A. and Valenzuela-Montes, L.M.

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| - | - | 0,138 | Q3 |

Link: <http://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/view/291236>

La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana

Resumen

El creciente interés por integrar elementos de la estructura y el diseño de la ciudad en la evaluación y gestión de la movilidad urbana ha contribuido al desarrollo de nuevos métodos e instrumentos que profundicen en este aspecto. La identificación de “entornos de movilidad” podría considerarse un avance conceptual y metodológico importante en este sentido, que abre nuevas posibilidades para la generación de métodos que comprendan mejor la vinculación entre movilidad y entorno urbano desde una perspectiva que pueda ser útil en la práctica de la planificación.

Este artículo se dirige a profundizar sobre la cuestión apuntada, particularizando en el caso específico de la movilidad peatonal. De este modo, se presenta el método de *Caracterización Peatonal de Entornos de Movilidad* (CPEM) como herramienta útil para evaluar “entornos de movilidad” desde el punto de vista de su calidad peatonal, utilizando los cuatro factores siguientes: (i) accesibilidad; (ii) seguridad; (iii) confort; (iv) atracción. Para comprobar la consistencia y utilidad de CPEM respecto a su objetivo inicial, éste ha sido aplicado al caso práctico de dos “entornos de movilidad” previamente identificados en un corredor del área metropolitana de Granada, España.

Palabras claves: entornos de movilidad, calidad peatonal, diseño urbano

Abstract

Over the last years there has been a growing interest to integrate structure, urban design and travel patterns. The incorporation of this knowledge into practice, namely mobility planning, has been positively affected by the development of new planning tools. Despite the innovation of “mobility environment” approach as a novel instrument for mobility planning, new methods seem to be needed. They aim to deepen our understanding of the relationships between urban structure and travel pattern through “mobility environment” concept.

The article aims to gain insight into this problem using the particular case of pedestrian mobility. A method to characterize the pedestrian quality of “mobility environments” is presented here (CPEM). CPEM assesses the pedestrian quality through four walkability aspects: (i) accessibility, (ii) security, (iii) comfort, (iv) attractiveness. To illustrate the worth of this method, a practical application is presented in the metropolitan area of Granada, Spain. The paper describes this application and reflects on the advantages and disadvantages of CPEM as well as on issues for futures research.

Keywords: mobility environments, pedestrian quality, urban structure

1 ■ Introducción

Innovar en la gestión de la movilidad urbana exige enfrentarse a un creciente número de demandas, que oscilan desde la dimensión más socio-ambiental hasta una vertiente puramente urbanístico-tecnológica. De ahí la necesaria y creciente preocupación por desarrollar métodos y herramientas capaces de integrar tales demandas, tanto a nivel conceptual y metodológico (Banister, 2008), como a nivel instrumental (Vieira et al., 2007). El paradigma *'predict and prevent'* frente al clásico *'predict and provide'* (Bertolini et al., 2008; Herce, 2009) ha contribuido fuertemente en la dirección de valorar desde una perspectiva integrada las distintas componentes que atesoran a la movilidad urbana (Givoni y Banister, 2010), esencialmente desde la consideración de la estructura urbana de la ciudad como uno de los factores motrices de la necesidad de viajar y, consecuentemente, del patrón de viaje (Silva y Pinho, 2010).

En este contexto, han sido diversos los trabajos que han aparecido en la literatura especializada profundizando sobre el uso de unidades espaciales como elementos sobre los que articular la toma de decisiones en el campo de la movilidad urbana, tanto desde una perspectiva más vinculada a la movilidad motorizada (Cervero, 2002; Delmelle y Casas, 2012), como desde una aproximación más cercana a la movilidad peatonal o a través de modos alternativos (Clifton et al., 2007). En la mayoría de casos, estos trabajos crecen apoyados sobre estudios e informes que sostienen la hipótesis de la existencia de un fuerte vínculo entre elementos de la estructura urbana y los patrones de viaje en la ciudad (Crane, 2000; Ewing y Cervero, 2010; Fol-tête y Piombini, 2007; Handy y Niemeier, 1997). De este modo, evoluciona a nivel conceptual (Bertolini y Dijst, 2003) y metodológico (Soria, 2011) la idea de "entorno de movilidad" como base espacial sobre la que desarrollar un enfoque integrado –al menos entre estructura urbana y patrón de viaje– de la movilidad urbana. Situación que ha llevado, en el caso específico de la movilidad no motorizada, a hablar de "entornos peatonales" como un modelo basado en aquellos factores urbanos condicionantes de la movilidad peatonal (topografía, arbolado, actividad

comercial, seguridad, etc.) y también el predominio lógico de este modo de desplazamiento (Borst et al., 2009; Zacharias, 2001) en estos entornos.

A priori, la identificación de "entornos de movilidad" podría considerarse un paso adelante para una integración efectiva entre la estructura urbana y los patrones de viaje en el marco de la planificación y gestión de la movilidad (Rodríguez et al., 2009; Soria et al., 2010) y, específicamente, en el contexto de la movilidad no motorizada (Clifton et al., 2007). Sin embargo, parece necesario profundizar sobre el desarrollo de métodos que ayuden a caracterizar y entender mejor el funcionamiento de tales "entornos de movilidad", de manera que éstos puedan llegar a convertirse en instrumentos cada vez más precisos en la toma de decisiones. Esta necesidad se debe esencialmente a dos cuestiones: (i) No siempre los indicadores y procedimientos utilizados para identificar "entornos de movilidad" son los más idóneos para la posterior interpretación y comprensión de su funcionamiento; (ii) Adoptar medidas o estrategias concretas para un "entorno de movilidad" determinado, por ejemplo respecto del desplazamiento peatonal, exige utilizar indicadores y métodos específicos que aporten mayor rigor en el proceso de planificación.

Este artículo se dirige a profundizar sobre la caracterización y evaluación de "entornos de movilidad" desde el punto de vista de su calidad peatonal. Para ello, se presenta el método CPEM (*Caracterización Peatonal de Entornos de Movilidad*). Su intención es la de profundizar sobre la problemática apuntada midiendo la calidad peatonal a partir de los cuatro aspectos siguientes: (i) Accesibilidad; (ii) Seguridad; (iii) Confort y; (iv) Atracción ciudadana. Con el fin de evaluar su utilidad y consistencia, CPEM será aplicado al caso práctico de dos "entornos de movilidad" en un corredor en el área metropolitana de Granada (España), donde las instituciones competentes debaten sobre la implantación de un sistema de metro ligero como factor de atracción peatonal entre otros muchos aspectos.

Tras esta introducción (apartado 1º), el artículo se estructura en los siguientes cuatro bloques. El apartado 2º recoge los principales fundamentos teóricos sobre los que se asienta la investigación. El apartado 3º presenta el método para *caracterizar la calidad peatonal de los entornos de movilidad* (CPEM).

El apartado 4º aplica paso a paso dicho método a dos “entornos de movilidad” en el área metropolitana de Granada (España). Finalmente, el apartado 5º realiza una discusión de los resultados obtenidos y expone las principales conclusiones del artículo.

2. Factores determinantes de la calidad peatonal de los “entornos de movilidad”

2.1. Entornos de movilidad

Las interrelaciones existentes entre la estructura urbana y el patrón de viaje no solo son complejas, sino que cuentan con una gran cantidad de dimensiones e interacciones posibles. Esto ha hecho que un amplio número de autores hayan intentado disecionar la(s) relación(es) existente(s) entre ambos conceptos respecto a la movilidad motorizada (Cao et al., 2009; Cervero y Kockelman, 1997; Ewing y Cervero, 2001; 2010; Næss, 2009), así como también, desde la óptica de la movilidad peatonal (Ewing y Handy, 2009; Lee y Moudon, 2006). Trabajos que han estado generalmente encaminados a descifrar qué variables son más determinantes en este binomio.

Apoyado en gran medida sobre la producción de conocimiento en torno a la influencia de la estructura urbana en el patrón de viaje e inspirado en el planteamiento conceptual de Bertolini y Dijst (2003), el concepto de “entorno de movilidad” se entiende como aquella unidad espacial operativa para la planificación y la evaluación de la movilidad urbana, resultante de una valoración integrada de factores de la estructura urbana y del patrón de viaje, capaz de aportar información sobre las siguientes cuatro dimensiones de la movilidad: (i) urbanística; (ii) ambiental; (iii) socio-económica y; (iv) modal (Soria, 2011). Definición que se apoya sobre diversos trabajos que utilizan un enfoque conceptual próximo a éste, en lo que respecta al uso de unidades espaciales que vinculen factores de la estructura urbana y el patrón de viaje como matriz espacial sobre la que planificar la movilidad urbana tanto motorizada como no motorizada.

Desde un enfoque orientado a la movilidad motorizada, Cervero (2002) centra parte de su investigación en la utilización de unidades espaciales como elementos que ayuden a orientar la toma de decisiones en el campo de la movilidad. Tales unidades espaciales delimitan diferentes espacios urbanos en base a características homogéneas de densidad, diversidad y diseño, sobre las que se analiza la elección modal de transporte. Otro ejemplo relevante es el trabajo llevado a cabo por Delmelle y Casas (2012) en lo que respecta a la incidencia de infraestructuras de transporte público sobre elementos de la estructura urbana.

Desde un enfoque orientado a la movilidad no motorizada y particularmente peatonal, la investigación llevada a cabo por Rodríguez *et al.* (2009) identifican distintas unidades urbanas con el objetivo de generar medidas sinérgicas entre los desplazamientos peatonales y el sistema de autobús *Transmilenio* en Bogotá (Colombia). Igualmente cabe destacar otro conjunto de trabajos cuyo interés versa en conocer las características que condicionan una mayor o menor actividad peatonal en las áreas de influencia espacial del transporte público, con el objetivo de mejorar dichas características y por ende incrementar la influencia espacial de las paradas de transporte público (Olszewski y Wibowo, 2005; Weinstein et al., 2008). Este enfoque ha contribuido a reconocer la importancia de trabajar a nivel urbano aquellos factores que incentivan la movilidad no motorizada como un factor de éxito en la implementación de distintos modos de transporte público, algo que ocurre, por ejemplo, en el

caso de los autobuses públicos (Rodríguez et al., 2009) o en los sistemas de metro ligero (Hass-Klau y Crampton, 2002).

Centrando el discurso sobre la movilidad peatonal como enfoque dominante del artículo, cada vez es más frecuente usar el término “entorno de movilidad peatonal” o “entorno peatonal” (Zacharias, 2001) para denominar a aquellas unidades espaciales que se conforman a partir de la síntesis de factores urbanos vinculados estrechamente al desplazamiento peatonal y en modos alternativos (Borst et al., 2009; Clifton et al., 2007). Tales “entornos peatonales” se caracterizan por tener una preferencia o aptitud por el peatón como principal modo de desplazamiento, que deriva de poseer ciertas características vinculadas al peatón, tales como: continuidad espacial, topografía o densidad urbana.

Profundizando sobre lo anterior, a la hora de evaluar o caracterizar “entornos peatonales” es necesario considerar diversos factores de diseño urbano que influyen en el comportamiento del peatón a la hora de desplazarse (Borst et al., 2009; Lotfi y Koo-

hsari, 2009; Zacharias, 2001), especialmente como consecuencia de la relación directa e intensa que el peatón mantiene con la ciudad a través de sus sentidos. Situación que permite al peatón interactuar con otros peatones (Gehl, 1971; Peters, 1981), participar de la actividad comercial y cultural en las calles (Venturi et al., 1977) o, apreciar el entorno natural y arquitectónico (Jacobs, 1993). En definitiva, la movilidad peatonal permite apreciar las características singulares de los itinerarios haciendo que cada uno tenga una identidad propia (Lynch, 1960).

A pesar de que se ha progresado en la identificación de “entornos peatonales” como instrumentos para la planificación y se conocen mejor qué factores de la estructura urbana son influyentes sobre el desplazamiento peatonal (Ewing y Handy, 2009; Owen et al., 2004), es necesario seguir profundizando sobre cómo caracterizar y evaluar la calidad peatonal de tales entornos y cuáles son los métodos más idóneos para ello (Sauter et al., 2010).

2.2. Factores determinantes de la calidad peatonal

Al objeto de evaluar la calidad peatonal en un ámbito geográfico específico, es preciso no solo diseccionar la(s) relación(es) que se establece(n) entre los peatones y el entorno urbano por el que éstos transitan, sino conocer también qué condiciones son las que propician o no la movilidad peatonal. Inicialmente, el estudio de los condicionantes de la movilidad peatonal cubrían aspectos como la seguridad, conveniencia, continuidad, confort, coherencia y atractivo (Fruin, 1971). Aspectos que con posterioridad fueron reagrupados en los cuatro bloques siguientes: (i) accesibilidad, (ii) seguridad, (iii) confort, y (iv) atractivo (Alfonzo, 2005; Pozueta et al., 2009). Es por tanto, en la medida en que tales condicionantes sean satisfechos, el “entorno peatonal” poseerá una mayor o menor calidad para que el peatón se desplace, lo que incidirá de manera decisiva en los niveles de servicio peatonal del entorno urbano (Olszewski y Wibowo, 2005). Tal aspecto es determinante si se trata, por ejemplo, de potenciar el acceso peatonal a determinadas centralidades urbanas como podrían ser las esta-

ciones de transporte público. De los cuatro factores citados anteriormente, la accesibilidad tiene un carácter eminentemente físico, mientras que los tres aspectos restantes poseen una mayor implicación perceptual. Además, dichos factores se encuentran vinculados mediante una relación secuencial (Figura 1) en la que la accesibilidad es el aspecto condicionante a satisfacer en primera instancia. Una vez satisfecho este primer factor el siguiente factor a abordar sería seguridad, para posteriormente poder emprender el factor del confort y finalmente el factor de atracción (Alfonzo, 2005).

La *accesibilidad*, como condicionante estructurante, y que está en el primer lugar de los aspectos previamente apuntados, hace referencia a aquellos aspectos más esenciales implicados en la movilidad peatonal. Aspectos relativos a la propia existencia de una infraestructura peatonal, la pendiente de ésta, su anchura o los materiales empleados; así, por ejemplo, ciertas evidencias muestran que existe una relación entre la dimen-

sión de la acera y la velocidad peatonal, según la cual una acera menor de 2 metros puede originar que los encuentros entre peatones se den con dificultad (Prinz, 1986; Sanz, 2008), al ralentizar u obstruir el flujo peatonal. En este sentido, la accesibilidad como condicionante estructural ha dado lugar a que sean numerosos los manuales de diseño que tengan en consideración esta cuestión (Manchón et al., 1995; Portland, 1998; Pozueta, 2001; Sanz, 2008).

El segundo aspecto condicionante de la movilidad peatonal es la *seguridad*, en especial, la relacionada con el tráfico (Pikora et al., 2003). En esta línea, factores como la velocidad de circulación en una vía tiene claras repercusiones sobre la calidad peatonal, ya que determinan la sensación de seguridad del peatón (Landis et al., 2001; Transport, 2007). Este aspecto se introduce en el diseño urbano mediante diferentes actuaciones destinadas a reducir la fricción entre modos de transporte, actuaciones como el templado de tráfico, disminución de la velocidad o espacio compartido, entre otras, y que además repercuten positivamente en la intensidad y diversidad de funciones urbanas (Sanz, 2008) y por ende en la calidad peatonal de una calle o ámbito determinado.

El *confort* es el tercero de los aspectos señalados como condicionantes de la movilidad peatonal, siendo además el aspecto cuya determinación puede suponer una mayor dificultad en cuantificar por la diversidad de matices que puede contener. El análisis del confort como condicionante de la movilidad peatonal puede dividirse en tres ramas: físico, psicológico y fisiológico (Sarkar, 2003). En el seno de cada una de esas ramas es posible encontrar multitud de variables vinculados al confort entre las que ocupan un papel destacado, por volumen de referencias, las variables climáticas (Nikolopoulou y Lykoudis, 2006; Stathopoulos et al., 2004). Además estas variables pueden ser reguladas mediante elementos del diseño urbano como el arbolado (Shashua-Bar y Hoffman, 2000), el cual permite crear en calles con amplias secciones, sensación de encajonamiento así como orientar el flujo peatonal, ayudando de esta forma a definir la calle, requisito indispensable para generar en el peatón la impresión de seguridad e intimidación (Peters, 1981), y dando a la calle un carácter especial por el movimiento de las hojas de los árboles (Jacobs, 1993). Desde una visión contrapuesta, en ocasiones, el confort para

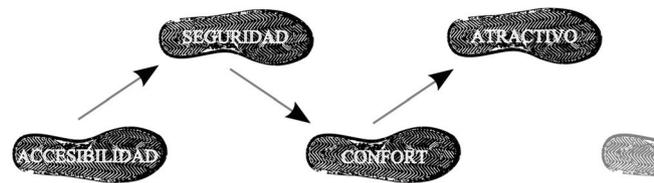


Figura 1: Aspectos condicionantes en la movilidad peatonal.

Fuente: elaboración propia a partir de Alfonzo (2005)

el peatón es analizado desde aquellas variables que generan estrés en el peatón y que generalmente están asociadas con el tráfico, como son el ruido (Raggam et al., 2007) y la contaminación.

Por último, la *atracción* hace referencia a los paisajes urbanos que origina que los itinerarios sean atractivos para los peatones. En este aspecto juega un papel fundamental las personas puesto que la movilidad peatonal permite al peatón interactuar con otros peatones (Gehl, 1971; Peters, 1981), y además participa de la actividad comercial y cultural en las calles (Venturi et al., 1977). En esta línea y de manera específica, los usos comerciales se establecen en sí mismos como puntos de atracción de personas que observan los distintos escaparates, que interactúan con otras personas en estos establecimientos y son fruto de inspiración (Gehl, 1971). Además, se establece una fuerte relación entre el diseño de la calle y los usos comerciales, pudiendo animar el comercio (Peters, 1981) e incluso crear entre ellos sinergias que fortalezca su atracción (Salingaros et al., 2005). Por tanto una calle densa en usos comerciales que además posea una diversidad de oferta resulta determinante como atrayente de peatones.

En base a la descripción realizada, resulta evidente profundizar sobre el desarrollo de métodos y herramientas para la evaluación de la calidad del diseño urbano en la movilidad peatonal (Ewing y Handy, 2009), que se encuentren en una interfase entre la percepción de los peatones y los factores de diseño manejados por los planificadores. De esta forma, resulta necesario analizar las cualidades del diseño urbano que poseen alguna implicación con los aspectos condicionantes de la movilidad peatonal. No obstante, no todas las cualidades urbanas son cuantificables dada su propia naturaleza. Entre las cualidades cuantificables destacan las cin-

co siguientes: escala humana, imagen evocadora, complejidad, confinamiento y transparencia (Ewing y Handy, 2009); que serán valoradas en este artículo a través de indicadores que procuran “medir” las posibles relaciones entre las características físicas y el condicionamiento de la movilidad peatonal.

Así pues, establecer un conjunto reducido de indicadores cuya representatividad sea elevada por el número de relaciones que se establecen con diferentes cualidades del diseño urbano, dota a los diferentes agentes de una herramienta útil capaz de plasmar de forma técnica aquellos aspectos urbanos que condicionan una movilidad peatonal de calidad.

3. Método para caracterizar la calidad peatonal de entornos de movilidad (CPEM)

La metodología propuesta (Figura 2) supone una herramienta útil en dos aspectos principalmente, por una parte, permite evaluar los “entornos de movilidad” para la promoción de la movilidad peatonal y por otra parte, como herramienta versátil que permite adaptarse a diferentes casos de estudio. Entrando en detalle en la metodología CPEM, ésta tiene como finalidad medir aquellas características presentes en los entornos de movilidad y su influencia sobre la movilidad peatonal. En este sentido, la presencia de características físicas y de calidad en los entornos de movilidad no sólo satisfará los con-

dicionantes peatonales, sino que, lógicamente, favorecerá la movilidad peatonal en dichos entornos.

Aplicar CPEM consta de 3 fases: (i) selección de indicadores; (ii) estandarización o normalización de resultados; (iii) aplicación del caso de estudio.

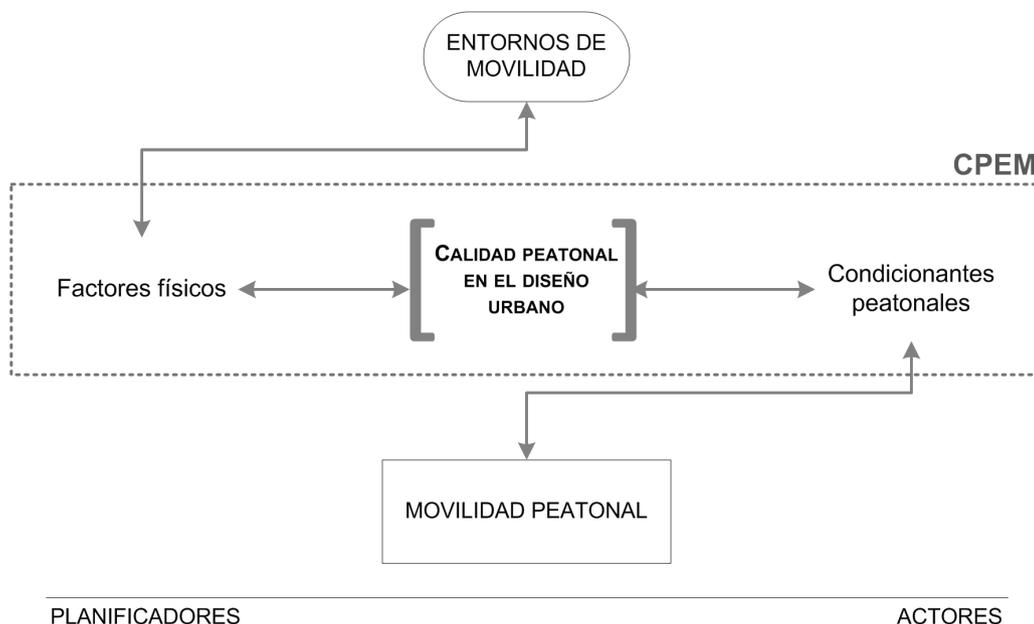


Figura 2. Metodología de Caracterización peatonal de los entornos de movilidad (CPEM)
Fuente: Elaboración propia

3.1 . Fase I: Selección de indicadores

La caracterización peatonal de los entornos de movilidad precisa contar con una serie de indicadores capaces de cuantificar aquellas características físicas relacionadas con las principales cualidades del diseño urbano que forman parte de los condicionantes de la movilidad peatonal. Estos indicadores están basados en una serie de criterios de buenas prácticas para la selección de indicadores entre los que se encuentran la representatividad, facilidad de aplicación y comprensión (Litman, 2012). Representatividad para reducir el número de indicadores el máximo posible sin que con ello pierda validez el análisis de las cualidades de diseño urbano que repercuten en los aspectos condicionantes. Facilidad de aplicación para que la información que es necesaria introducir esté disponible en las administraciones o sean sencillas de adquirir, así como facilidad de manejo del indicador que permita ser aplicado por los diferentes actores. Por último, los indicadores deben ser comprensibles por cualquier actor que participe en el proceso, sin que sean necesarios conocimientos técnicos o complejos en la materia.

De acuerdo a los criterios de representatividad, facilidad de aplicación y comprensión mencionada anteriormente, se establecen una serie de indicadores para la caracterización peatonal de los entornos de movilidad. Indicadores que son además representativos de una serie de cualidades deseables entre las que se encuentran aquellas que permiten su cuantificación como el confinamiento, escala humana, complejidad y la imagen evocadora, y que aportan calidad al entorno desde el punto de vista de la movilidad peatonal. Los indicadores utilizados corresponden a una adaptación de algunas de las medidas operativas ya planteadas por Ewing et al. (2005) o Pikora (2006) y que se detallan a continuación, así como se recogen de manera sintética en la Tabla 2:

Para el primer condicionante de la movilidad peatonal, la accesibilidad, se ha utilizado el indicador de sección peatonal dada la facilidad de concepción y lo básico y primario que supone para que la movilidad peatonal tenga lugar al modular los flujos pea-

tonales (Prinz, 1986; Sanz, 2008). Este indicador permite conocer en qué lugares del entorno de movilidad los flujos peatonales tienen lugar sin problemas dadas las dimensiones de la sección peatonal y en aquellos en los que los flujos peatonales podrían ralentizarse e incluso entrar en conflicto con otros modos de transporte debido a una sección peatonal insuficiente.

El indicador utilizado en el segundo de los aspectos, relativo a seguridad vial, es la fricción modal. Este indicador considera la velocidad máxima permitida en la vía, así como el número de carriles de transporte motorizado que posee, de tal modo que a mayor velocidad y mayor número de carriles mayor será la fricción existente y mayor será la percepción de inseguridad que posea el peatón respecto a estas vías (Landis et al., 2001).

El confort, como aspecto condicionante, es uno de los que requieren un mayor número de indicadores en su valoración dada la diversidad de factores del diseño urbano que intervienen en la generación de confort para el peatón (Sarkar, 2003). Además estos factores poseen una mayor independencia por lo que difícilmente pueden ser relacionados a través de un único indicador. En este sentido se han seleccionado los indicadores de densidad de arbolado, ruido y ratio anchura-altura de la calle, que a continuación se comentan.

La densidad de arbolado permite, como indicador, establecer relaciones con otras características de confort como es la generación de sombra, regulación de temperatura y humedad, así como una re-naturalización de las calles. Este indicador además permite evaluar cualidades del diseño urbano como la generación de imágenes evocadoras (Jacobs, 1993), complejidad y mejora del confinamiento.

Tabla 1.

Aspectos condicionantes, indicadores de la calidad peatonal propuestos y factores de calidad a los que afectan

| Aspecto condicionante | Indicador | Fórmula | Descripción |
|-----------------------|------------------------------------|--|--|
| Accesibilidad | Sección peatonal | | La sección peatonal es una medida simple de la anchura que posee la plataforma peatonal. |
| Seguridad | Fricción modal | $S = v \cdot n \text{ carriles}$ | Este indicador considera la velocidad máxima permitida de la vía, así como el número de carriles que posee. |
| | Densidad arbolado | $d = n / a$ | La densidad de arbolado considera el número de árboles por hectárea teniendo en cuenta un radio de 20 metros alrededor de cada ejemplar. |
| Confort | Ruido (Lden) | $L_{den} = 10 \log \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night+10}}{10}}}{24}$ | El ruido (Lden) es un indicador ampliamente extendido que recoge información diaria, pero ponderando cada tramo del día, dadas las repercusiones que conllevan. |
| | Ratio entre la anchura y la altura | $R = W/H$ | El ratio entre la anchura y la altura tiene como variables la anchura de la sección de calle y la altura de los edificios. Este indicador aparece también relacionado con el indicador de visión de cielo o ángulo cenital |
| Atracción | Complejidad comercial | $C = d \cdot H'$ $H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$ | La complejidad comercial considera como variable fundamental la densidad de comercios. Esta variable se pondera con la diversidad obtenida con el índice de Shannon. |

Fuente: elaboración propia

En lo referente al ruido (Lden), este indicador posibilita analizar otro de los factores determinantes en el confort como es el ruido (Raggam et al., 2007), hecho constatado por su amplia consideración cuando se habla de movilidad y de calidad ambiental urbanas. En este sentido el ruido constituye uno de los indicadores más relevantes en lo que respecta a la generación de imágenes evocadoras (Ewing et al., 2005).

Finalmente, el indicador ratio anchura-altura posee gran importancia por las múltiples relaciones que establece tanto dentro del confort como relativos a otros condicionantes como la seguridad. Así mismo posee relación con varias cualidades deseables como la generación de confinamiento positivo o la escala humana (Jacobs, 1993). Por tanto, el ratio anchura-altura, como indicador de confort, supone evaluar la influencia de las variables más básicas en la planificación urbanística como son altura de edifi-

cios y sección de la calle en la generación de confort tanto a nivel psicológico como a nivel ambiental al estar relacionado con la insolación que recibe la calle (Alitoudert y Mayer, 2006).

Por último, en cuanto al atractivo como condicionante de la movilidad peatonal, se propone el indicador de complejidad comercial, entendiéndose éste como una síntesis de la densidad y diversidad comercial. Además como su propio nombre indica, la complejidad comercial está relacionada con la complejidad como cualidad de diseño urbano, ya que en ellas se incluyen actividades como restaurantes y bares o comercios con amplios escaparates que resultan atractivos para el peatón. En este sentido, el indicador permite evaluar las principales actividades generadoras de potenciales interacciones entre personas y que son, en consecuencia, generadoras de atracción para los peatones (Carmona, 2003).

3.2. Fase II: Estandarización de resultados

Las ventajas de estandarizar los resultados obtenidos son varias. Por una parte, la estandarización supone establecer unos umbrales de calidad peatonal sobre factores en los que, en términos generales, no existe una tradición reguladora al respecto. Por otra parte, el establecimiento de tales umbrales de calidad peatonal contribuirá a desarrollar métodos exportables a otros contextos y regiones (Soria, 2011), así como, a la generación de una concienciación ambiental.

Además, la estandarización de los resultados de cada uno de los indicadores propuestos permite obtener una información sobre la calidad de cada factor que puede ser fácilmente comparable y entendible por parte de los diferentes actores. Bajo este contexto, se lleva a cabo una estandarización de los valores en función de diversa bibliografía científica al respecto, manuales de diseño urbano y buenas prácticas. Mencionada estandarización se compone de cinco categorías o niveles de calidad (Tabla 2), que son resultado de las características presentes en las calles del "entorno de movilidad" analizado.

3.3. Fase III: Aplicación al caso de estudio. Entornos de movilidad en el área metropolitana de Granada

El método de *caracterización peatonal de entornos de movilidad* CPEM se caracteriza por ser flexible, lo que facilita su adaptación y aplicación a diferentes casos de estudio según las necesidades específicas. De esta forma, el método puede ser aplicado en diversas escalas y con diferentes enfoques (más técnicos o más orientados a la decisión).

Como caso práctico para este artículo se ha seleccionado un corredor de movilidad en el área metropolitana de Granada, España. Durante los últimos 30 años, el proceso de metropolitanización en la Comarca de la Vega de Granada ha reforzado una espiral de interdependencia entre los municipios que la conforman (Aguilera, 2008), en parte traducidos en crecientes flujos de viajes, especialmente

Tabla 2.
Estandarización de los resultados en niveles de calidad peatonal

| Nivel de calidad peatonal | Sección peatonal | Fricción modal | Ruido | Densidad de arbolado | Ratio entre la anchura y la altura | Complejidad comercial |
|---------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | (m) | Velocidad (km/h) y carriles | Lden (dBA) | (arb./km ²) | Anch/Alt | (comercios/ha) |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| I | > 3 | Peatonal | < 60 | > 10.000 | 1:2-1:3 | ≥ 64 |
| II | 3-1,8 | 20-30 | 60-65 | 10.000-2.500 | 3:2-1:2 | 40-64 |
| III | 1,8-1,2 | 50 y 1 carril | 65-70 | 2.500-1.000 | 3:2-3:1 / 1:3-1:4 | 25-40 |
| IV | 1,2-0,9 | 50 y 2 carriles | 70-75 | 1.000-650 | > 3:1* | 9-25 |
| V | < 0,9 | 50 y ≥ 3 carriles | >75 | < 650 | < 1:4 | < 9 |

* Se considera que posee un mayor nivel de calidad peatonal por la potencial sinergia con el arbolado que mejoraría la percepción espacial.

Los valores indicados en la tabla se establecen a partir de la interpretación de la información contenida en las siguientes referencias.

1. Manchón et al. (1995); Prinz (1986); Sanz (2008)
2. Sanz (2008)
3. EEA (2010)
4. Manchón et al. (1995)
5. Alitoudert y Mayer (2006); Bentley (1999); Jacobs (1993); Pozueta Echavarri et al. (2009)
6. Intervalos obtenidos mediante cuantiles

Fuente: elaboración propia

en sentido corona de municipios-capital. A pesar de la creación del Consorcio de Transportes Metropolitanos y la consecuente Red Integrada de Transporte Público, problemas como el crecimiento del automóvil y la congestión suponen una amenaza para la calidad del aire local, la contaminación acústica, la deslocalización territorial de usos del suelo, etc.

Ante este panorama, las instituciones competentes han optado por implantar un sistema de metro ligero en el principal corredor de movilidad de la región, utilizando a éste como instrumento impulsor de nuevas pautas de movilidad. Contexto en el que destaca la voluntad de la corporación municipal y el gobierno regional por convertir al metro ligero en un factor de atracción peatonal en los entornos de sus estaciones. El corredor lo conforman 4 municipios: Albolote, Armilla, Granada y Maracena (ver Figura 3).

En este contexto, la Universidad de Granada recibe el encargo¹ de estudiar diferentes ámbitos del corredor con el fin de evaluar su calidad desde el punto de vista de su movilidad peatonal, como paso previo a la definición de posibles estrategias urbanas, priorización de inversiones económicas, etc. En respuesta a esta demanda, desde la Universidad se identifican diferentes entornos de movilidad en el corredor, reconociendo diferentes aptitudes peatonales en cada uno de ellos. Sobre tales entornos de movilidad se decide aplicar el método de CPEM para caracterizar de una forma precisa su calidad peatonal, tomando sus resultados como base para orientar a la administración pública en la toma de decisiones.

¹ Contrato de Investigación con la Empresa Ferrocarriles de Andalucía. 2009-2011: "El metropolitano de Granada como instrumento de innovación, calidad y sostenibilidad urbana".

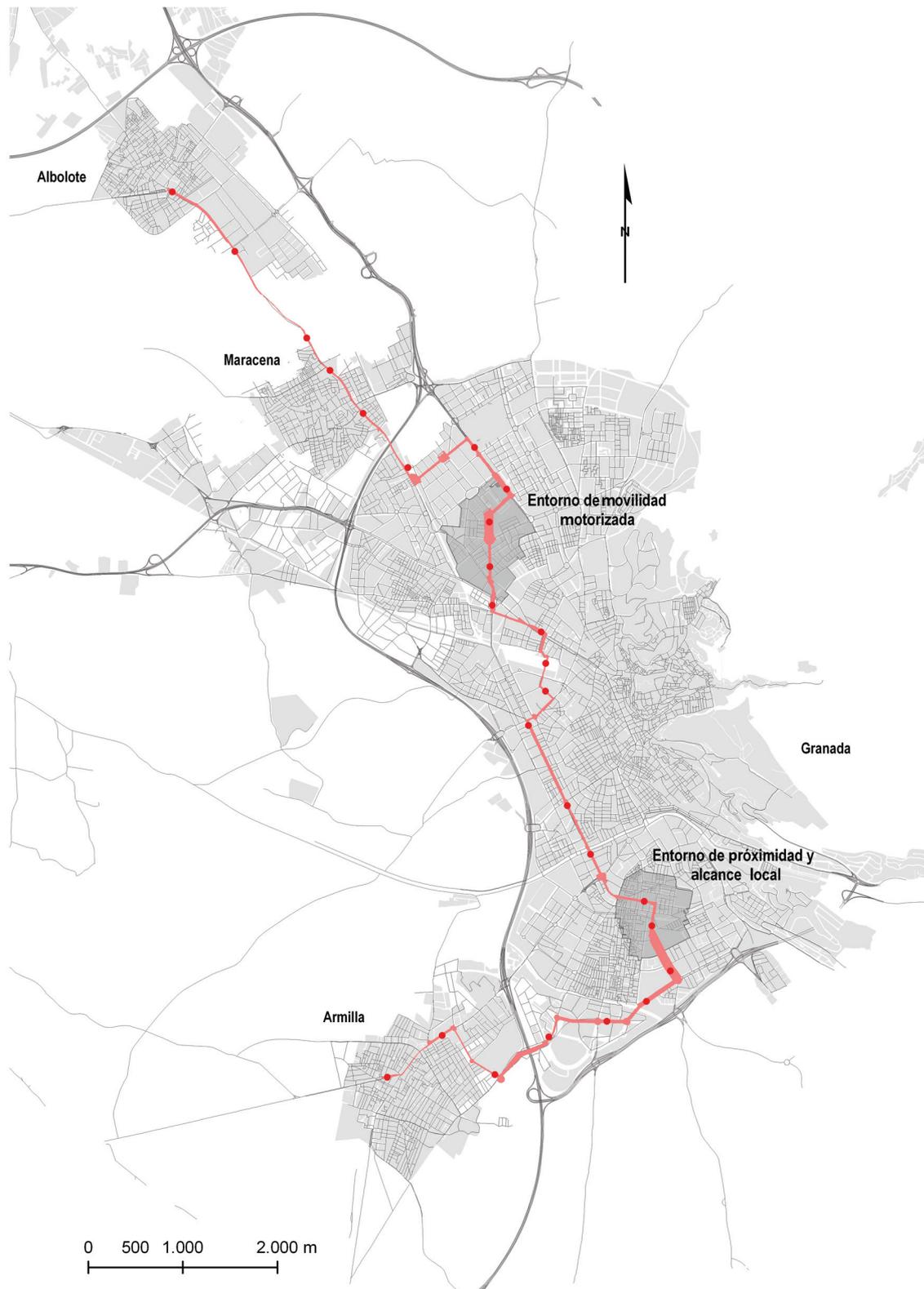


Figura 3. Entornos de movilidad seleccionados para aplicar el método CPEM .
Fuente: Elaboración propia

Utilizando diferentes indicadores vinculados a la estructura urbana (densidad residencial, diversidad actividades urbanas, cobertura temporal de actividades urbanas, etc.) y del patrón de viaje (tasas de circulación motorizada, influencia de ejes transversales sobre el corredor, etc.), fueron identificados hasta cinco “entornos de movilidad”: (i) Entorno de proximidad y alcance local; (ii) Entorno de proximidad y distribución circulatoria; (iii) Entorno de circulación motorizada; (iv) Entorno de estaciones intermodales; (v) Entorno de centralidad metropolitana.

Específicamente son presentados aquí los resultados obtenidos para el “entorno de proximidad y alcance local” y el “entorno de circulación motorizada” (Tabla 3) ya que constituyen los “entornos de movilidad” sobre los que se aplicará el método CPEM. El motivo es que inicialmente eran “entornos de movilidad” en el corredor, con características urbanas y patrones de viaje sustancialmente diferentes. Mientras que el “entorno de proximidad y alcance local” mostraba una alta aptitud inicial al desplazamiento peatonal, ocurría todo lo contrario en el “entorno de circulación motorizada”. De ahí, que se consideraran los dos “entornos de movilidad” más idóneos para aplicar CPEM y testear su sensibilidad y capacidad para caracterizar la calidad peatonal de tales entornos.

El “entorno de proximidad y alcance local” hace referencia a aquellos tramos del corredor cuya movilidad está caracterizada por una fuerte dimensión local del medio urbano y, por lo tanto, la mayoría de sus flujos de movilidad deberían encontrarse altamente mediatizados por demandas locales del entorno inmediato del corredor. La componente de proximidad es muy relevante, por lo que una gran parte de las necesidades de la población residente podrían ser cubiertas sin necesidad de utilizar modos motorizados, de ahí, que no sean espacios que destaquen por ser centros de atracción de movilidad a nivel metropolitano, como así tampoco espacios urbanos caracterizados por una alto tránsito urbano, a lo que contribuye el que no estén conectados a ejes transversales de relevancia ni desde el punto de vista de su movilidad motorizada y no motorizada.

El “entorno de circulación motorizada” hace referencia a aquellos tramos cuya movilidad está caracterizada por una muy débil dimensión local del medio urbano, aspecto que refuerza su condición como lugares de tránsito y/o circulación. De esta forma, la componente de proximidad es poco relevante en la mayoría de casos, por lo que una gran parte de las necesidades de la población residente no pueden ser satisfechas en ese mismo espacio, de ahí, que desde el punto de vista de la movilidad, se conviertan en lugares destinados exclusivamente al tránsito o circulación motorizada desde unos lugares a otros del corredor, o entre el corredor y el resto del sistema urbano, situación que en muchos casos se ve reforzada por su función como itinerarios circulatorios en el diseño de la propia ciudad.

Tabla 3.
Caracterización de los entornos de movilidad analizados

| | Entorno de circulación motorizada | Entorno de proximidad y alcance local |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Densidad residencial (viviendas/ha) | <30 | ≥95 |
| Intensidad de actividades (actividades/1000viviendas) | 53,56 | 100 |
| Tránsito motorizado | | |
| (vehículos/actividad) | 384,27 | 46,02 |
| (autobuses/actividad) | 23,68 | 4,30 |

Fuente: elaboración propia

4. Aplicación del método CPEM y resultados obtenidos

Una vez caracterizados los “entornos de movilidad”, la aplicación del método CPEM permite obtener de manera detallada las implicaciones que poseen cada uno de los entornos descritos respecto

a la calidad peatonal a través de la evaluación de los aspectos que condicionan la movilidad peatonal. En este sentido, a continuación se detallan los principales resultados obtenidos.

4.1. Accesibilidad

La calidad peatonal respecto al indicador de sección peatonal (imagen “a”, Figura 4) muestra resultados similares para los entornos seleccionados, en los cuales existe una superficie superior al 80% del total con una presencia de aceras superiores a 3 metros de sección. Además ambos ámbitos comparten características similares en cuanto a la distribución de las diferentes secciones peatonales, en las que las mayores secciones peatonales se encuentran en las avenidas o calles principales que articulan el entorno, y donde se sitúan las paradas de metro ligero. Por tanto, ambos entornos presentan un entramado

de calles cuya sección peatonal permiten al peatón desplazarse cómodamente, sin interferencias a priori de obstáculos, dado que la sección peatonal existente permite compatibilizar la sección mínima requerida para un óptimo flujo peatonal y la presencia de mobiliario urbano, del mismo modo que permite la presencia de peatones parados frente a escaparates comerciales en caso de que los haya, sin interferir en el resto de peatones que se desplazan (Manchón et al., 1995; Sanz, 2008).

4.2. Seguridad

La fricción modal como indicador estructural de la seguridad vial para el peatón, y por tanto la seguridad que ofrecen las distintas calles a la hora de emprender un desplazamiento peatonal, muestra en primer lugar como en ambos entornos el grueso de la superficie se encuentra en niveles de calidad 3 (entre el 44% y 49%), nivel que está definido por la presencia de calles con límite de velocidad de 50 km/h y dos carriles de circulación. Entre las calles con estas características se encuentran aquellas por las que pasa la línea de metro ligero que a pesar de la oportunidad de reducción de la fricción modal, mantiene el nivel de fricción modal al no alterar el número de carriles de tráfico existentes. Por otra parte, en lo que respecta a la distribución de superficie en los restantes niveles de calidad se observan diferencias claras según el entorno analizado (imagen “b”, Figura 4). En este sentido la superficie pea-

tonal es mayor en el entorno de proximidad respecto del “entorno de movilidad motorizado”, lo que da lugar a un mayor porcentaje de nivel 1 de calidad (12%), mientras que en el nivel 2 destaca el “entorno de circulación motorizada” debido a la mayor presencia (15,5% de la superficie) de zonas 30. Por otra parte, el “entorno de circulación motorizada” presenta como rasgo más significativo un porcentaje notable de superficie de calles (21,1%) donde hay 3 o más carriles para el tráfico motorizado con límite de velocidad de 50 km/h.

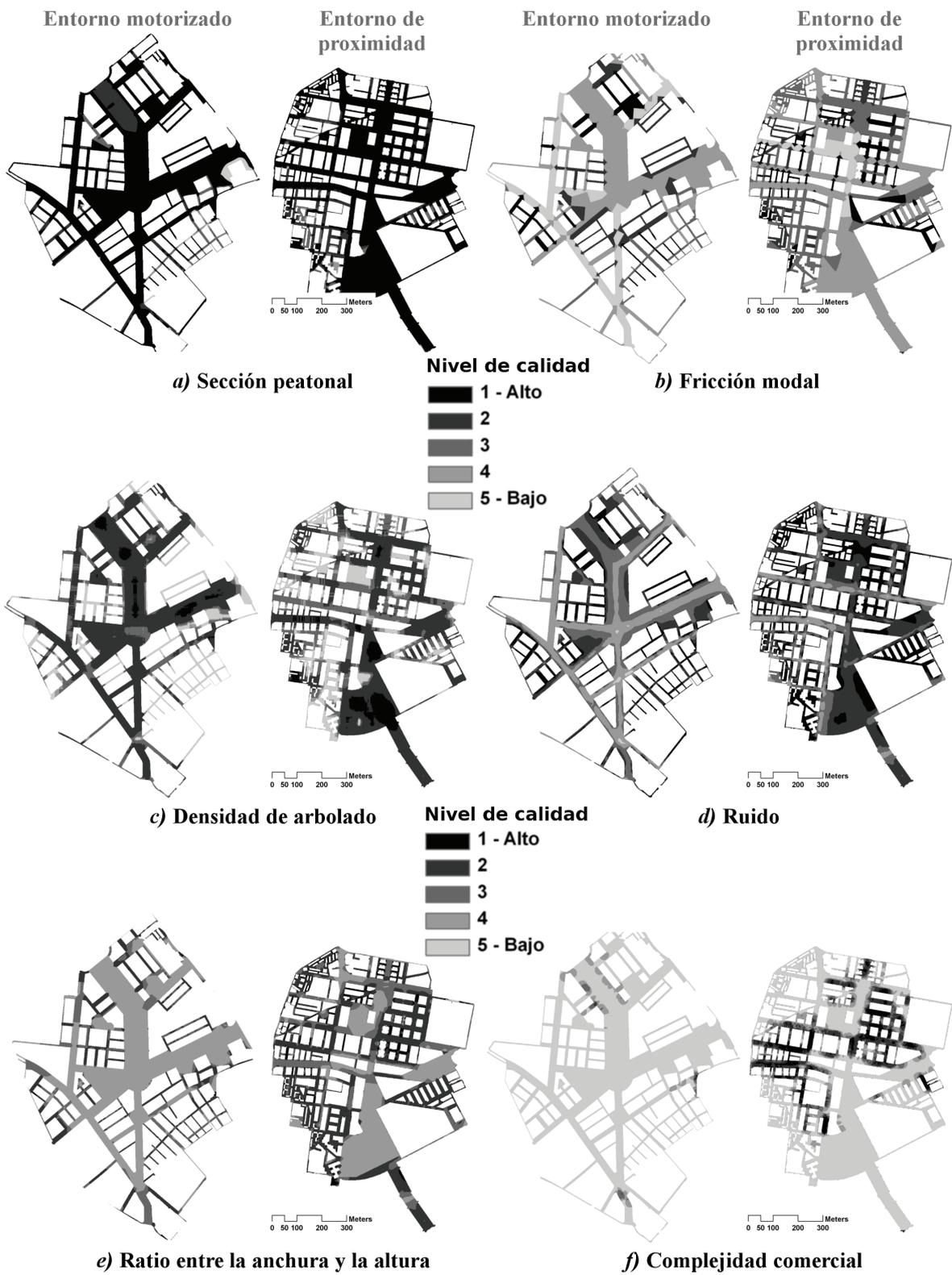


Figura 4. Niveles de calidad según indicadores analizados en los entornos analizados: motorizado y de proximidad. Fuente: Elaboración propia

4.3. Confort

El indicador ruido (Lden) como evaluador de la calidad peatonal muestra, cómo se aprecia en la imagen comparada ("d", Figura 4), niveles más elevados de calidad para el peatón en el "entorno de proximidad y alcance local" que en el "entorno de circulación motorizada". En este sentido más del 70% de la superficie libre del entorno de proximidad se encuentra en los dos niveles superiores de calidad peatonal respecto al ruido, es decir, cuyos valores de Lden son inferiores a los 65 dBA. En cambio, para el "entorno de circulación motorizada" la superficie con calidad I y II se reduce hasta el 37% de la superficie libre total. Por tanto, este indicador ratifica según los resultados obtenidos, la definición de los propios entornos. El "entorno de circulación motorizada" presenta en relación con el peatón una menor calidad puesto que los niveles de ruido tienen como consecuencia un bajo confort acústico que puede condicionar la movilidad peatonal. Finalmente, y en contraposición, el "entorno de proximidad y alcance local" presenta unas características ligadas al nivel de ruido que resultan más confortables para el peatón a la hora de emprender un desplazamiento, así como la imagen positiva que suscita para el peatón las calles de este entorno.

Por su parte, la densidad de arbolado como indicador de cualidades urbanas como la imagen o la escala humana, muestra superficies con nivel de calidad 1 (imagen "c", Figura 4), con densidad de arbolado > 10.000 unidades por kilómetro cuadrado, reducidas tanto en el "entorno de proximidad y alcance local", como en el "entorno de circulación motorizada". No obstante se hacen perceptibles diferencias considerables en la superficie de los entornos en referencia al nivel 2 de calidad peatonal en lo que a arbolado respecta, siendo superior en el "entorno de circulación motorizada" (60,43%) que en el "entorno de proximidad" (44,25%). Esta diferencia en la superficie de espacio libre con nivel 2 de calidad está sustentada, como se puede apreciar en la imagen "c" (Figura 4), en la presencia en el "entorno de circulación motorizada" de bulevares en los que existe una alta densidad de arbolado, espacios que en el "entorno de proximidad" son sustancialmente menores.

En lo referente al indicador de ratio anchura-altura los ámbitos presentan diferentes características (imagen "e", Figura 4). El "entorno de circulación motorizada" presenta una concentración de superficie superior al 64% con nivel de calidad peatonal 4, lo que evidencia la presencia de calles y avenidas en la que la altura de la edificación es baja en relación a la sección de calle. Respecto al "entorno de proximidad y alcance local", este presenta una distribución de la superficie más o menos homogénea en los niveles centrales (niveles 2, 3 y 4). Sin embargo es preciso matizar aquellos valores correspondientes al nivel 4, ratio anchura-altura superior a 3, debido a que estos corresponden prácticamente en su totalidad con espacios públicos y zonas verdes.

Por tanto, comparando ambos entornos en lo que respecta a su calidad peatonal medida en función del ratio anchura-altura, se puede concluir que el "entorno de proximidad y alcance local" presenta un entramado de calles con una relación entre la sección y la altura de los edificios que confieren al peatón mayor sensación de confort.

4.4. Atractivo

El último indicador, complejidad comercial, muestra diferencias notables entre los entornos analizados (imagen "f", Figura 4), diferencias determinadas tanto por la densidad de usos comerciales que se encuentran presentes en el "entorno de proximidad y alcance local", como por la diversidad de los mismos. Este hecho otorga a las calles un carácter atrayente, promoviendo pues la movilidad peatonal, así como el nivel peatonal de servicio de las paradas de metro ligero.

En este sentido, cabe mencionar en primer lugar como el nivel 5 de calidad posee unos elevados porcentajes (62,8% en "entorno de proximidad" y 94,2% en el "entorno de circulación motorizada") por la presencia de espacios públicos de distinta naturaleza y unido a las propias características de la herramienta de análisis utilizada, que establece un radio de búsqueda de 20 metros. Por otra parte, las diferencias en los primeros niveles de calidad establecidos para el indicador de densidad-diversidad entre los entornos son significativas, ya que en el "entorno de circulación motorizada" los porcentajes de superficie para estos niveles de calidad son prácticamente inexistentes (inferior al 1%).

Por otra parte, y en sentido más general, los resultados de calidad peatonal obtenidos para cada uno de los indicadores analizados muestran valores medios de porcentajes de calidad (figura 5a) sustancialmente diferentes entre los entornos de movilidad estudiados. Así pues, el "entorno de proximidad" posee unos valores medios de nivel de calidad 1, 2 y 3 superiores al "entorno de circulación motorizada", destacando este último por mayores porcentajes medios en los niveles de calidad 4 y 5.

Desde otro punto de vista, analizando los resultados obtenidos de los niveles de calidad, en función de los aspectos condicionantes de la movilidad peatonal para los entornos de movilidad estudiados, permite observar dónde se centran los esfuerzos para satisfacer los condicionantes peatonales. Así pues, se observa como en ambos entornos (Figura 5b) existe prácticamente la misma distribución en la que se intenta satisfacer el condicionante de la accesibilidad, seguido de los condicionantes de seguridad y confort y en último lugar el condicionante de atracción. Sin embargo las diferencias más notables, como se puede apreciar a modo de ejemplo en la Figura 6, se encuentran en el condicionante de atracción donde el "entorno de proximidad" presenta valores más elevados.

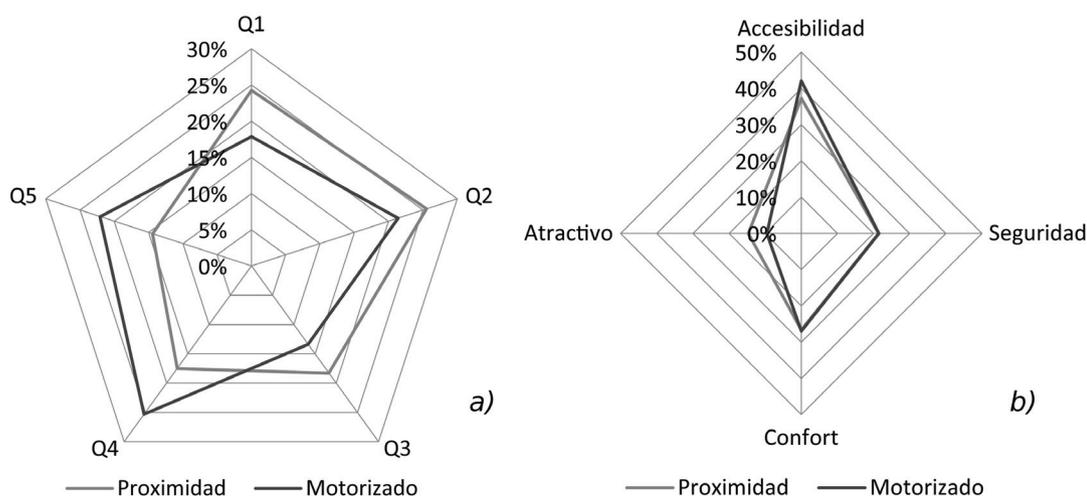


Figura 5. Porcentajes medios en los niveles de calidad peatonal (a) y distribución según condicionantes (b) para los entornos estudiados.

Fuente: elaboración propia.

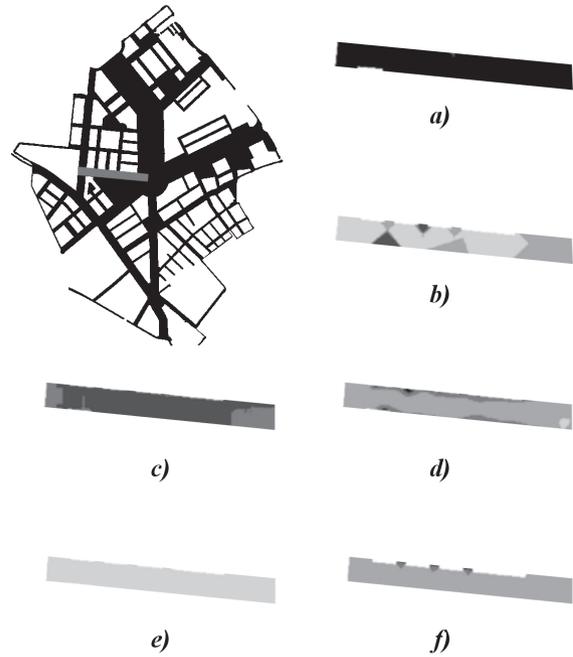
5. Discusión y conclusiones

El presente artículo ha profundizado sobre el desarrollo de instrumentos y herramientas metodológicas que faciliten la caracterización y evaluación de “entornos de movilidad” desde el punto de vista de su calidad peatonal. Para ello ha sido propuesto el método CPEM (Caracterización Peatonal de Entornos de Movilidad). Dicho método fue aplicado al caso práctico de dos “entornos de movilidad” en un corredor en el área metropolitana de Granada (España), donde las instituciones competentes decidieron implantar un sistema de metro ligero como factor de atracción peatonal entre otros objetivos.

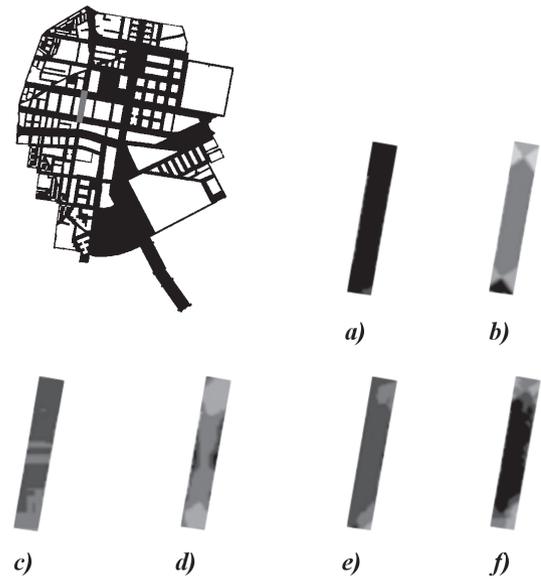
Diferentes apreciaciones se pueden obtener de aplicar CPEM. Algunas de sus ventajas más aparentes están vinculadas con su sencillez y flexibilidad, lo que influye indudablemente en su nivel de exportabilidad. El método es sencillo de aplicar fundamentalmente porque no requiere de la utilización de ningún software específico más allá de software GIS comúnmente utilizados en el sector académico y profesional, así como, no se ha precisado de la utilización de técnicas estadísticas complejas para entender los resultados obtenidos. Esta es una ventaja muy importante, ya que facilita enormemente su posible utilización en el ámbito profesional. Además, el método ha sido diseñado para que sea flexible y que eso sirva para reforzar su exportabilidad. Tanto el modelo conceptual utilizado en su diseño, como las distintas fases que conforman CPEM, convierten a éste en una herramienta metodológica capaz de operar en ámbito escalares, competenciales y contextuales diferentes, pudiendo ser de utilidad tanto en sistemas de planificación donde la componente técnica tiene un papel destacado, como en sistemas de planificación más comunicativos y donde los resultados del método podrían ser entendidos como una guía para la toma de decisiones. Su flexibilidad se fortalece en la medida y CPEM ha sido concebido como un modelo de caja blanca, donde sus posibles usuarios pueden decidir sobre el tipo de indicadores, el nivel de interacción de éstos, etc.

En contrapunto a las principales ventajas detectadas de diseñar y aplicar CPEM, es necesario señalar también algunos aspectos de progreso y mejora. A pesar de que los resultados del método nos han proporcionado interesantes lecturas parciales de cada uno de los cuatro bloques que lo conforman a nivel conceptual (accesibilidad, seguridad, confort y atracción), la obtención de un valor agregado o de conjunto puede contribuir a reforzar la utilidad de CPEM en la toma de decisiones. Esencialmente porque sintetizar la caracterización de la calidad peatonal en un único valor final posibilita la comparación entre entornos de movilidad de forma ágil y clara, permitiendo por consiguiente acercar la evaluación realizada a técnicos que no son especialistas en el campo, pero que necesariamente intervienen en la toma de decisiones, reduciendo así posibles barreras comunicativas entre los diferentes campos disciplinares que se dan cita en el proceso de planificación de la movilidad urbana. De igual manera, fortalecer el método propuesto con estudios preliminares que ayuden a establecer qué variables pueden ser más influyentes en la calidad peatonal en función del contexto específico donde CPEM es aplicado, contribuiría a reducir posibles incertidumbres sobre la conveniencia de los indicadores utilizados o sobre el peso específico que debe tener en la evaluación cada uno de los 4 bloques parciales previamente apuntados. Esta cuestión es importante en la medida y la componente subjetiva juega un papel destacado a la hora de valorar la calidad peatonal, tal y como se ha señalado en diferentes lugares del presente trabajo. Algunas técnicas que pueden ayudar en este sentido son la elaboración de cuestionarios, técnicas Delphi, etc. que permiten obtener valores de influencia para cada uno de los factores. Una vez obtenidos dichos valores es posible extraer el peso de cada factor en función de su influencia respecto del valor de referencia que la población o expertos asigna a la distancia como medida tradicional de la accesibilidad. Con esta ponderación de factores se puede obtener un valor unitario de calidad peatonal, así como establecer los niveles de servicio de cada una de las paradas de metro ligero en función de la calidad peatonal.

Entorno de movilidad motorizada



Entorno de proximidad y alcance local



Nivel de calidad



a) Sección peatonal

b) Fricción modal

c) Densidad de arbolado

d) Ruido

e) Ratio entre la anchura y la altura

f) Complejidad comercial

Figura 6. Ejemplo de niveles de calidad obtenidos para calles de los entornos de movilidad evaluados.
Fuente: elaboración propia.

La selección de dos “entornos de movilidad” para aplicar CPEM se debía esencialmente a que a priori tales entornos (“entorno de proximidad y alcance local” y “entorno de circulación motorizada”) mostraban “aptitudes” diferentes respecto de la movilidad peatonal y, consecuentemente, esto tendría una influencia sobre la implementación del sistema de metro ligero en el corredor en cuestión. Esta situación los hacía idóneos para detectar si el método propuesto en este artículo era suficientemente sensible para detectar las diferencias que a priori se intuían y profundizar sobre ellas de cara a desarrollar posibles estrategias de planificación. A la vista de los resultados obtenidos se puede decir que el método ha sido sensible a las características que de inicio se presuponían para ambos “entornos de movilidad”, revelando algunos aspectos interesantes que permiten alcanzar un conocimiento más profundo de estos espacios de cara plantear su utilidad desde el punto de vista de la atracción peatonal en torno al nuevo sistema de metro ligero.

En esta línea, los resultados obtenidos para los “entornos de movilidad” permiten además evidenciar aquellos aspectos susceptibles de mejora, a través de diferentes actuaciones, en función de los distintos planteamientos estratégicos de movilidad que se quieran llevar a cabo en los entornos, estrategias como continuidad peatonal, articulación de espacios verdes, etc., que den mayor integridad a los “entornos de movilidad”.

Finalmente, señalar que el artículo abre diferentes líneas de trabajo sobre las que actualmente se encuentran trabajando sus autores. Por un lado, optimizar el modelo CPEM y su aplicación es una de las prioridades principales que surgen tras esta investigación. Dicha optimización pasa por integrar la opinión del peatón sobre los factores condicionantes de la calidad peatonal en cada contexto, así como, progresar hacia la obtención de un valor agregado o de conjunto de los diferentes bloques utilizados para evaluar la calidad peatonal, permitiendo así la comparativa entre entornos peatonales. Por otro lado, acercar la investigación desde su actual dimensión exploratoria o descriptiva hacia una perspectiva más experimental donde técnicos competentes y profesionales del sector puedan aplicar CPEM y colaborar en su mejora, constituye otra de las ramas de trabajo que serán abordadas en el futuro más inmediato.

6. Referencias

- AGUILERA, F. (2008). Análisis espacial para la ordenación eco-paisajística de la aglomeración urbana de Granada. *Departamento de Expresión Gráfica, Arquitectónica y en la Ingeniería*. Universidad de Granada, Granada.
- ALFONZO, M.A. (2005). «To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs». *Environment and Behavior* 37, 808-836.
- ALITOUDELT, F. y MAYER, H. (2006). «Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate». *Building and Environment* 41, 94-108.
- BANISTER, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. pp. 73-80.
- BERTOLINI, L., CLERCO, F.L. y STRAATEMEIER, T. (2008). «Urban transportation planning in transition». *Transport Policy* 15, 69-72.
- BERTOLINI, L. y DIJST, M. (2003). «Mobility Environments and Network Cities». *Journal of Urban Design* 8, 27-43.
- BORST, H.C., DEVRIES, S.I., GRAHAM, J.M.A., VAN DONGEN, J.E.F., BAKKER, I. y MIEDEMA, H.M.E. (2009). «Influence of environmental street characteristics on walking route choice of elderly people». *Journal of Environmental Psychology* 29, 477-484.
- CAO, X., MOKHTARIAN, P.L. y HANDY, S.L. (2009). «Examining the Impacts of Residential Self-Selection on Travel Behaviour: A Focus on Empirical Findings». *Transport Reviews* 29, 359-395.
- CARMONA, M. (2003). *Public places, urban spaces: the dimensions of urban design*. Architectural Press.
- CERVERO, R. (2002). «Built environments and mode choice: toward a normative framework». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 7, 265-284.
- CERVERO, R. y KOCKELMAN, K. (1997). «Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 2, 199-219.
- CLIFTON, K.J., LIVI SMITH, A.D. y RODRIGUEZ, D. (2007). «The development and testing of an audit for the pedestrian environment». *Landscape and Urban Planning* 80, 95-110.
- CRANE, R. (2000). «The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review». *Journal of Planning Literature* 15, 3-23.
- DELMELLE, E.C. y CASAS, I. (2012). «Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia». *Transport Policy* 20, 36-46.
- EWING, R. y CERVERO, R. (2001). «Travel and the Built Environment: A Synthesis». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1780, 87-114.
- EWING, R. y CERVERO, R. (2010). «Travel and the Built Environment». *Journal of the American Planning Association* 76, 265-294.
- EWING, R., CLEMENTE, O., HANDY, S., BROWNSON, R.C. y WINSTON, E. (2005). *Measuring Urban Design Qualities Related to Walkability. Active Living Research Program*. Robert Wood Johnson Foundation.
- EWING, R. y HANDY, S. (2009). «Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability». *Journal of Urban Design* 14, 65 - 84.

- FOLTÊTE, J.-C. y PIOMBINI, A. (2007). «Urban layout, landscape features and pedestrian usage». *Landscape and Urban Planning* 81, 225-234.
- FRUIN, J.J. (1971). *Pedestrian planning and design*. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.
- GEHL, J. (1971). *Life between buildings: using public space*. Danish Architectural Press.
- GIVONI, M. y BANISTER, D. (2010). *Integrated Transport: From Policy to Practice*. Routledge.
- HANDY, S.L. y NIEMEIER, D.A. (1997). «Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives». *Environment and Planning A* 29, 1175-1194.
- HASS-KLAU, C. y CRAMPTON, G. (2002). *Future of urban transport. Learning from success and weakness: light rail*. Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.
- HERCE, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: Propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Reverté.
- JACOBS, A.B. (1993). *Great Streets*. Mit Press.
- LANDIS, B., VATTIKUTI, V., OTTENBERG, R., MCLEOD, D. y GUTTENPLAN, M. (2001). «Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1773, 82-88.
- LEE, C. y MOUDON, A.V. (2006). «The 3Ds+R: Quantifying land use and urban form correlates of walking». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 11, 204-215.
- LITMAN, T. (2012). *Well Measured - Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, p. 35.
- LOTFI, S. y KOOHSARI, M. (2009). «Analyzing Accessibility Dimension of Urban Quality of Life: Where Urban Designers Face Duality Between Subjective and Objective Reading of Place». *Social Indicators Research* 94, 417-435.
- LYNCH, K. (1960). *La imagen de la ciudad*. Gustavo Gili, 1981, Barcelona.
- MANCHÓN, L.F., SANTAMERA, J.A., DE DIEGO, J.G.B.G., MÍNGUEZ, J.J. y ORMAZÁBAL, J.I. (1995). *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*. Ministerio de Fomento.
- NÆSS, P. (2009). «Residential Self-Selection and Appropriate Control Variables in Land Use: Travel Studies». *Transport Reviews* 29, 293-324.
- NIKOLOPOULOU, M. y LYKOURDIS, S. (2006). «Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries». *Building and Environment* 41, 1455-1470.
- OLSZEWSKI, P. y WIBOWO, S. (2005). «Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1927, 38-45.
- OWEN, N., HUMPEL, N., LESLIE, E., BAUMAN, A. y SALLIS, J.F. (2004). «Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda». *American Journal of Preventive Medicine* 27, 67-76.
- PETERS, P. (1981). *La ciudad peatonal*. Gustavo Gili.
- PIKORA, T., GILES-CORTI, B., BULL, F., JAMROZIK, K. y DONOVAN, R. (2003). «Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling». *Social Science & Medicine* 56, 1693-1703.
- PIKORA, T.J., GILES-CORTI, B., KNUIMAN, M.W., BULL, F.C., JAMROZIK, K. y DONOVAN, R.J. (2006). *Neighborhood Environmental Factors Correlated with Walking Near Home: Using SPACES. [Miscellaneous Article]*. *Medicine & Science in Sports & Exercise* April 2006;38(4):708-714.

- PORTLAND, G. (1998). Pedestrian design guide. *Pedestrian Transportation Program*. Office of transportation engineering and development, Portland.
- POZUETA, J. (2001). Instrucción para el Diseño de la Vía Pública en el municipio de Madrid. Ayuntamiento de Madrid, Madrid.
- POZUETA, J., LAMÍQUIZ, F.J. y PORTO, M. (2009). *La ciudad paseable. Recomendaciones para la consolidación de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*.
- PRINZ, D. (1986). *Planificación y configuración urbana*. Gustavo Gili.
- RAGGAM, R.B., CIK, M., HÖLDRICH, R.R., FALLAST, K., GALLASCH, E., FEND, M., LACKNER, A. y MARTH, E. (2007). «Personal noise ranking of road traffic: Subjective estimation versus physiological parameters under laboratory conditions». *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 210, 97-105.
- RODRÍGUEZ, D.A., BRISSON, E.M. y ESTUPIÑÁN, N. (2009). «The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT stations». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 14, 470-478.
- SALINGAROS, N.A., COWARD, L.A., WEST, B.J. y BILSEN, A. (2005). *Principles of urban structure*. Techne.
- SANZ, A. (2008). *Calmar el tráfico: Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*. Ministerio de Fomento, Madrid.
- SARKAR, S. (2003). «Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers». *Transportation Quarterly* 57, 39-59.
- SAUTER, D., HOGERTZ, C., TIGHT, M., THOMAS, R. y ZAIDEL, D. (2010). «Measuring Walking». En: TIGHT, M. and WALKER, J., Eds., *Pedestrians' Quality Needs. Final Report of the COST project 358*, Cheltenham: Walk21.
- SHASHUA-BAR, L. y HOFFMAN, M.E. (2000). «Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees». *Energy and Buildings* 31, 221-235.
- SILVA, C. y PINHO, P. (2010). «The Structural Accessibility Layer (SAL): revealing how urban structure constrains travel choice». *Environment and Planning A* 42, 2735-2752.
- SORIA, J. (2011). Modelo de umbrales para la evaluación ambiental de la movilidad urbana. *Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio*. Universidad de Granada, Granada.
- SORIA, J.A., VALENZUELA, L.M. y PINHO, P. (2010). A method to identify mobility environments in metropolitan transport corridors: a case study in Granada *4th CITTA Annual Conference on Planning Research* Oporto.
- STATHOPOULOS, T., WU, H. y ZACHARIAS, J. (2004). «Outdoor human comfort in an urban climate». *Building and Environment* 39, 297-305.
- TRANSPORT, G.B.D.F. (2007). *Manual for Streets*. Thomas Telford Pub.
- VENTURI, R., BROWN, D.S. y IZENOUR, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form*. MIT Press.
- VIEIRA, J., MOURA, F. y MANUEL VIEGAS, J. (2007). «Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration». *Transport Policy* 14, 421-432.
- WEINSTEIN, A., SCHLOSSBERG, M. y IRVIN, K. (2008). «How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference». *Journal of Urban Design* 13, 81-98.
- ZACHARIAS, J. (2001). «Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments». *Journal of Planning Literature* 16, 3-18.

Aportaciones relacionadas

Ponencia:

Pedestrian mobility environments: definition, evaluation and prospects

Congreso:

Joint AESOP - ACSP Congress

| <i>Año:</i> | <i>Ciudad (País)</i> |
|-------------|----------------------|
| 2013 | Dublín (Irlanda) |

Autores

Julio A. Soria-Lara and **Talavera-García, R.**

NOTA: Con la finalidad de cumplir con las políticas de copyright de las diferentes revistas en referencia a la reproducción y distribución de los artículos presentes en esta tesis, el contenido de los mismos se ha adaptado y homogeneizado al formato establecido para el conjunto del documento.

Cities 45 (2015) 7–17



Contents lists available at ScienceDirect

Cities

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cities



Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality



Ruben Talavera-Garcia ^{a,*}, Julio A. Soria-Lara ^b

^a Department of Urban and Spatial Planning, University of Granada, Spain

^b Amsterdam Institute for Social Science Research, University of Amsterdam, Netherlands

Título:

Q-PLOS, DEVELOPING AN ALTERNATIVE WALKING INDEX.
A METHOD BASED ON URBAN DESIGN QUALITY.

Estado:

Publicado

Revista:

Cities

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| 2015 | 45 | | 7 - 17 |

Autores

Talavera-García, R. and Soria-Lara, J.A.

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| 2.051 | Q1 | 1.422 | Q1 |

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.03.003>

Q-PLOS, Developing an alternative walking index. A method based on urban design quality

Resumen

El Nivel de Servicio es una medida para evaluar el grado de adecuación de los diferentes modos de transporte a la infraestructura existente (carretera, vías ferreas, calles, etc.). Mientras en las últimas décadas ha aumentado el interés en relación con el uso de los niveles de servicio para la gestión y planificación pública y privada de las infraestructuras de transporte, aparecen ciertas deficiencias cuando se aplica al caso de la movilidad peatonal (por ejemplo, la complejidad de la movilidad peatonal en términos de comportamiento y los factores relativos al diseño urbano asociados a la peatonalización). Este trabajo tiene como objetivo profundizar en los temas antes mencionados, desarrollando un índice alternativo de caminar, el método de la Calidad en el Nivel de Servicio Peatonal (Q-PLOS). Este método incipiente se basa en la calidad del diseño urbano para los peatones y su relación con las necesidades al caminar. La ciudad de Granada (España) permite la focalización empírica para el método propuesto. El artículo mostró que Q-PLOS supone una medida más precisa de las características de la movilidad peatonal. Este hecho se basa en la relevancia de determinados factores ligados al diseño urbano junto con la preferencia sobre los mismos. Finalmente, el elevado detalle de los resultados obtenidos permiten incrementar la efectividad del nivel de servicio para los peatones que desean acceder a las paradas de transporte público.

Palabras clave: accesibilidad peatonal, diseño urbano, calidad del diseño, transporte público, Granada

Abstract

The Level of Service (LOS) is a measure to evaluate the degree of accommodation of different transport modes in a given infrastructure (road, railway, street, etc.). While the last decades have seen a growing interest regarding the use of level of service for managing and planning private and public transport infrastructures, shortcomings appear when it is used in the context of pedestrian mobility (i.e. the complexity of pedestrian mobility in terms of behaviour and the consideration of urban design factors associated with pedestrianisation). This paper aims to gain insight into the abovementioned issues by developing an alternative walking index, the Quality of Pedestrian Level of Service (Q-PLOS) method. This novel method is based on the quality of urban design for pedestrian and its relationship with walking needs. The city of Granada (Spain) provided the empirical focus. The paper found that the Q-PLOS was a more accurate measurement of pedestrian mobility characteristics. This was based on the relevance of specific factors linked to urban design together with public preferences about them. Finally, the obtained high-detailed outputs provide a platform to increment the effectiveness of level of service specifically for pedestrians that want to access to a public transport stop.

Keywords: pedestrian accessibility, urban design, design qualities, public transport, Granada

1 ■ Introduction

Level of Service (LOS) is a measure to evaluate the degree of bicycle and pedestrian accommodation in a roadway environment (Dixon, 1996) or transport station (TRB, 2003). It was mainly developed as part of an initiative from USA to make cities more liveable and reinforce multimodality. One of the first analyses of LOS used pedestrian density to evaluate capacity and space requirements in roadways (Fruin, 1971). Later, other research was carried out using different indicators to evaluate LOS, such as the combination of pavement width and pedestrian density (Mori & Tsukaguchi, 1987). The results of this indicator were presented on an easily understood scale, leading to its widespread use in planning and decision-making, as reflected by its constant appearance in reference manuals (TRB, 1985, 2000).

Despite advances in LOS measurements, their use has been far greater in the field of non-pedestrian mobility, including bicycling. This gap is due to the complexity in evaluating pedestrian mobility causes one of the most common problems in this type of measure (Asadi-Shekari, Moeinaddini, & Zaly Shah, 2013). Specifically, one of the most important issues is related to knowing the minimum number of indicators needed to accurately estimate pedestrian satisfaction or perceived level of service. In the past, attempts to improve the P-LOS measure have been based on the addition of new indicators on safety as a walking need. For example, Landis et al. (2001) noticed that the traditional LOS measures could be improved by adding indicators on lateral separation, type of vehicle or traffic volume and speed. Similarly, others such as Baltes and Chu (2002) and Petritsch et al. (2005) have designed a P-LOS measure focusing on pedestrian safety at crossings, including some additional factors, such as signals or medians. Furthermore, there was an improvement in P-LOS measures based on other walking needs: pedestrian comfort, taking account of indicators like air pollution and noise levels (Sarkar, 2003).

Nevertheless, these advances focus on partial aspects, while a more integrated approach incorporating more walking needs is still required

(Asadi-Shekari et al., 2013). Academic literature indicates that the research on walking needs has been based on factors such accessibility, safety, comfort, and attractiveness (Alfonzo, 2005; Asadi-Shekari et al., 2013; Pozueta, 2009; Weinstein, Schlossberg, & Irvin, 2008). Furthermore, Alfonzo (2005) demonstrates a hierarchy of walking needs where accessibility is the first level followed by safety, comfort and attractiveness. Within this framework, the quality of pedestrian environments is based on the inhabitants' degree of satisfaction with walking needs as a whole. If walking needs are satisfied, pedestrians will tend to display positive behaviour towards walking, which can improve the pedestrian level of service regarding public transport stops, thus increasing their pedestrian accessibility and use (Olszewski & Wibowo, 2005).

In this context, we need to use indicators characterised by their usability and relevance for all factors describing the quality of urban design and creating positive behaviour in the public's desire to walk (Ewing & Handy, 2009). The consideration of urban design factors (related to the improvement of the third D of 3D's) together with the other two D's (density and diversity) (Lee, Yi, & Hong, 2013) allows us to achieve better quality standards in accessibility to transportation. To address this objective, mixed methods merging qualitative and quantitative analysis must be implemented and, in most of cases, there are no reference values for these level of service measures (Dixon, 1996).

As Asadi-Shekari et al. (2013) point out, the existing PLOS methodologies may be of three types: regression methods, simulation or point system methods. All these PLOS type methods have their advantages and disadvantages. On the one hand, regression and simulation methods have as main advantages that weight and strength of indicators are not passed on personal decisions. Nevertheless these methods (e.g. Landis et al. (2001), Muraleetharan, Adachi, Hagiwara, and Kagaya (2005), Petritsch et al. (2006)) present some disadvantages such as high complexity and time-consuming, making difficult to incorporate in a decision making process. On

the other hand, point system methods (e.g. Gallin (2001), Sarkar (2003)) are easy to follow and integrate in a decision making process but the weights are selected more arbitrarily. In this sense Q-PLOS method tries to get the advantages of each type of methods in order to response to the existing LOS shortcomings such as lack of methods that provide safe, secure, comfortable and convenient walking, as well the difficult to link this methods in a easily and low timeconsuming way to the decision making process (Asadi-Shekari et al., 2013).

In this paper, we propose a method of contemplating urban design factors in P-LOS under the name of "Quality of Pedestrian Level of Service" (Q-PLOS). The method aims to provide a better integration of walking components compared to traditional LOS measures, based on a white-box model that allows transport planners to fit it in with the characteristics of local mobility environments. To address this, we selected highly relevant indicators of urban design qualities that may provide a consistent measure to be used by transport planners when designing pedestrian environments based on quality criteria within the framework of a transport infrastructure.

Thus, the proposed method for P-LOS measure tries to evaluate the quality of urban design in order to increase pedestrian accessibility to public transport stops, making access routes more convenient and easier for pedestrians (Fig. 1). In addition, the indicator results can be aggregated to provide a global value of quality for pedestrian mobility based on the weights obtained from surveys on inhabitants (Adkins, Dill, Luhr, & Neal, 2012; Cerin, Macfarlane, Ko, & Chan, 2007) or panels of experts (Ewing & Handy, 2009; Pikora, Giles-Corti, Bull, Jamrozik, & Donovan, 2003) which aims to reduce the disadvantages of arbitrariness that accompanies the point system methods.

The paper has three sections. Firstly, we present the research method in three stages: (i) selection of pedestrian factors and associated indicators; (ii) definition of quality thresholds; and (iii) aggregation of quality values. Next, we aim to show how the measure could be applied using the city of Granada as a study area, where a new light rail line is being built. This light rail project enables us to test whether quality of urban design has been taken into account as a key issue in increasing accessibility to light rail-stops and, therefore, their use, which should be one

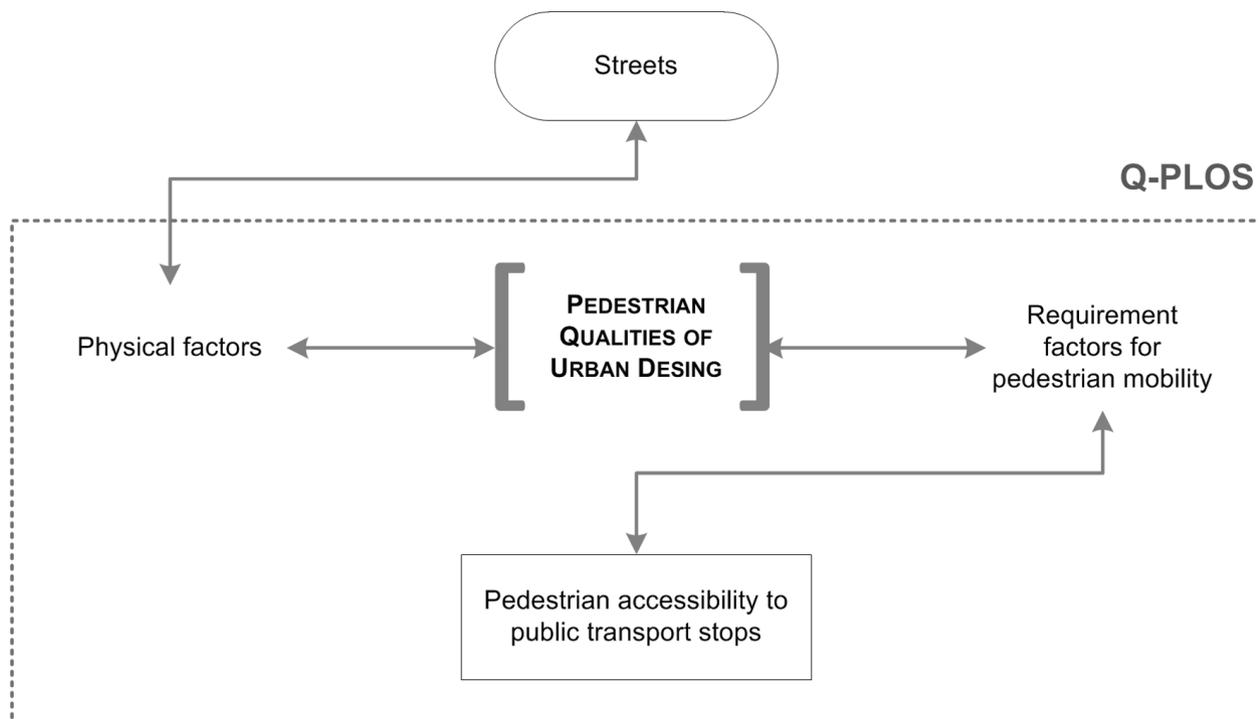


Figure 1. Method to evaluate the quality of pedestrian level of service of public transport stops. Source: by the authors

of the objectives of this type of projects. Finally, we discuss the results obtained and the usefulness of the Q-PLOS measure in urban transport planning in order to achieve improved multimodal cities where walking and cycling can play a predominant role.

2. Research method

Q-PLOS is a measure based on a method designed with regard to three key issues. First, it evaluates pedestrian environments through the use of urban design indicators related to walking needs. Second, the measure must let the easy comparison between

different case studies through the definition of quality thresholds. Third, the output is simultaneously presented as an aggregated result and as separated factors. This would make its potential use in the decision-making process.

1.1. Method

As stated previously, the method is divided into three stages: (i) selection of pedestrian factors and associated indicators; (ii) definition of quality thresholds, and (iii) aggregation of quality values.

2.1.1. Stage I: Selection of pedestrian factors and associated indicators

During a first filter, a literature review was conducted to identify pedestrian factors related to urban design. Then, in a second filter, a set of indicators was selected for each highlighted pedestrian factor identified from literature.

To see what pedestrian factors seemed to be more relevant from academic literature, a review of the Journal Citation Report Index (JCR) database was undertaken. We have made a thorough search within the articles (for a period from 1996 to 2013) related to transport and urban design. Specifically, we have looked for the most common terms related to walking, such as walking, pedestrian, accessibility and their possible derivations or composed words. A total amount of 19 journals from JCR (Social Science Citation Index) and 61 articles have been studied from which we have obtained a preliminary list of factors (Fig. 2). We have ranked these factors by

measuring how often they appear in the articles compared to the total number of articles published in the journals (Fig. 3). In this way, we finally select the factors which allow us to characterise pedestrian environments from the viewpoint of the pedestrian's accessibility to public transport stops.

Then factors were grouped according to walking needs, accessibility, security, comfort, and attractiveness. These walking needs have to be catered for before a pedestrian proceeds to walk anywhere and also they must be satisfied consecutively since they follow a hierarchic order (Alfonzo, 2005).

Accessibility is the first level in the hierarchy of walking needs and refers to basic factors linked to footpaths and urban structure. Based on the analysis of papers, the most frequently used factors are distance to destination, pavement type, pavement maintenance, pavement width and connectivity. These factors play an important part in accessibility as they are involved in pedestrian walking speed and route options.

Safety is the second level in the hierarchy of walking needs and includes factors such as lightning, intersection design, the barrier effect or traffic friction based on values of traffic speed, from the viewpoint that speed has a direct influence on wheth-

er or not pedestrians feel safe (Landis et al., 2001; Young, 2007). This walking need has been introduced through measures in urban design that aim to reduce friction between motorised and non-motorised transport modes. Among other examples of these measures we find traffic calming, speed limit reduction, etc. which have a positive effect on the intensity and diversity of urban functions (Sanz, 2008) and may improve the quality of pedestrian streets or pedestrian environments.

The third level of walking needs – comfort – involves a large number of highly diverse factors that make this need a complicated issue to analyse. Climate is most frequently used in analysing comfort (Nikolopoulou & Lykoudis, 2006; Stathopoulos, Wu, & Zacharias, 2004) and, at the same time, climate factors can be modified by certain elements of urban design, such as trees (Shashua-Bar & Hoffman, 2000). Trees can direct pedestrian flow in wide streets and improve pedestrians' perception of safety and privacy by creating a good height-to-width ratio (Peters, 1981). Trees can also give the street a special atmosphere through the movement of leaves and the effects of light and shade (Jacobs, 1993).

Lastly, attractiveness is based on the capacity of pedestrian mobility for social interaction (Gehl, 1971; Peters, 1981) and for participating in commercial and cultural activity along the streets (Venturi, Brown, & Izenour, 1977). The commercial land use is the most relevant factor according to the papers analysed (Fig. 3). This relevance is based on its capacity to be points of attraction where pedestrians stop to look in store windows or buy something from streets markets, at the same time that people can interact with other pedestrians and provide a source of inspiration for other people (Gehl, 1971). This means that urban design is strongly linked to commercial uses, by improving shopping dynamics on the streets (Peters, 1981). Furthermore, the relationship between urban design and shops can create synergies that promote the attractiveness of places (Salingaros, Coward, West, & Bilsen, 2005) where the density and diversity of shops are a determining feature.

From the previous list of factors we have chosen those for which relevant, applicable and understandable indicators may be found in the literature. Relevance, applicability and understanding are desirable criteria in the selection of indicators, as Niemeyer and de Groot (2008) state in their research.

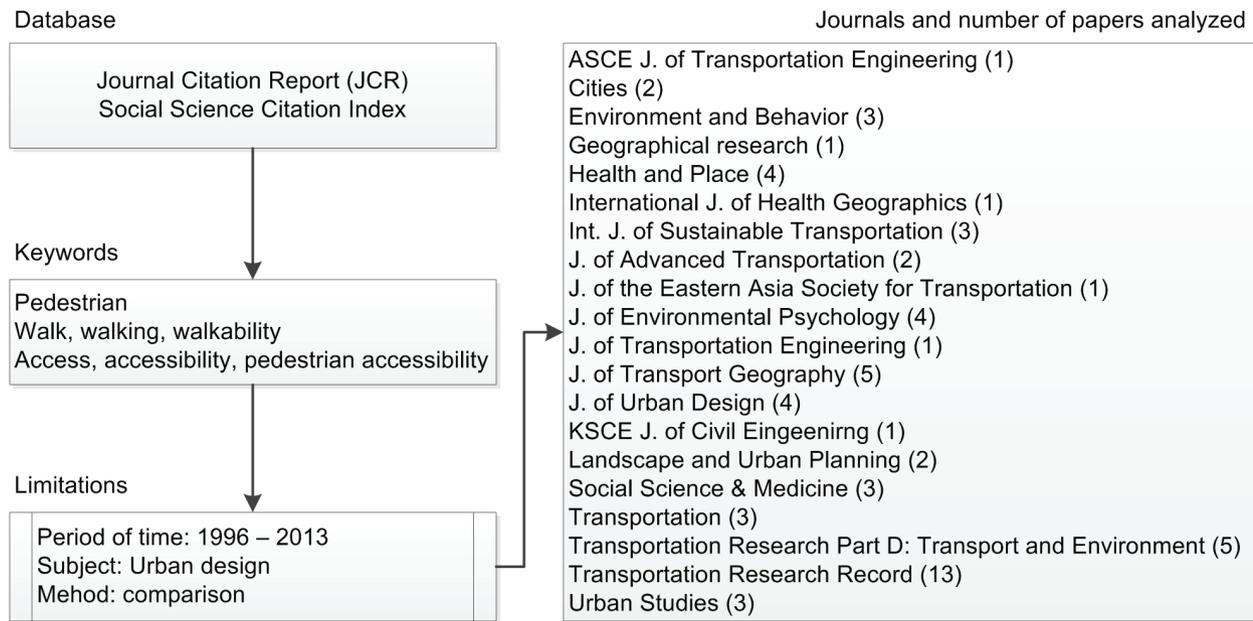


Figure 2. Literature review method
Source: by the authors

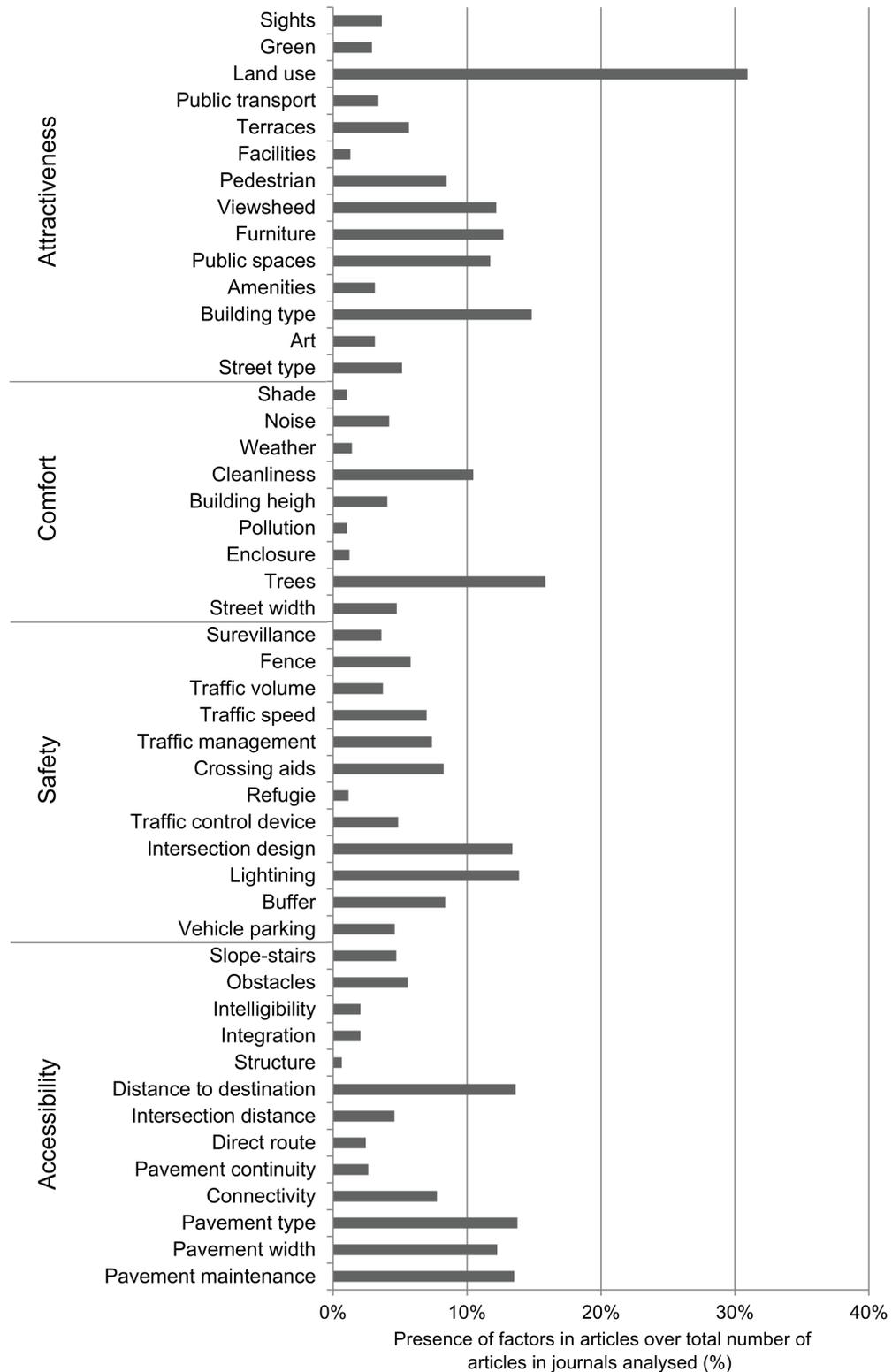


Figure 3. Relevant factors in pedestrian mobility publications according to the ratio taken from the total number of papers analysed from journals over the last 20 years.
Source: by the authors

These criteria appear in the section named as “policy and management dimensions” (Niemeijer & de Groot, 2008, p. 18) as criteria among the most frequently used in selecting indicators.

Relevance – In our case, this criterion implies the relevance for the issue in order to reduce the number of factors and their indicators as much as possible, while preserving their capacity to analyse urban design qualities related to pedestrian mobility. In this sense, the relevance of the factor is linked to the frequency of appearance in the literature analysed (Fig. 3).

Applicability –In our case, the importance of this applicability roots in the idea of indicators based on information that can be easily obtained from existing – and public – databases. These are also indicators which are easily managed by the representative professional groups involved in a given decision-making process.

Understanding –The indicators have to be easily understood by the target public. According to the objective of this research, and the future application for decision making in real situations, the decision-makers involved in transport projects will be the target public, but also the general public should be able to understand the indicator outputs.

For the design of the Q-PLOS measure, we selected one factor from each walking need, following the requirements described above. However, the walking needs for accessibility can be tackled on different scales, so two accessibility factors were used (Table 1).

At this point, we have to clarify that the literature frequently refers to factors with names that are also the same for the case of the indicators (e.g. pavement width, which is a factor linked to a physical characteristic of the pavement, but at the same time, pavement width is the name of the indicator that measures this characteristic).

From accessibility block of factors, pavement width has been selected before pavement maintenance and type according to its relevance to pedestrian flow at detail scale, as well as its determine the kind of flow allowed, such as wheelchairs, baby’s strollers or people with shopping cart. Furthermore,

there are many general purpose handbooks on urban design that include this relationship between pavements and pedestrian mobility (Manchón, Santamera, de Diego, Mínguez, & Ormazábal, 1995; Portland, 1998; Pozueta, 2001, 2009; Sanz, 2008). Also the applicability of this factor is high because the related information is easy to obtain from the cadastral database, while for the other two factors it would be necessary to conduct field work to obtain the information with a great cost of time and resources.

The second factor from accessibility is connectivity, according to its relevance for the structural accessibility, its applicability based on the number of intersections and its understanding by public.

From the block of security factors, the most frequently used factors (Fig. 3) are lightning and intersection design. However, the relevance of these factors, their applicability and understanding is low. Despite the fact that lightning is frequently mentioned in papers, its relevance is low because it only has sense during the not-light hours. Furthermore, its applicability would depend on the existence of light sensors that would allow to know the amount of light along the streets. About intersection design factor, its relevance is low if there is not traffic in those streets and, in addition, it is difficult to integrate in a measure because this factor is more suitable for a qualitative analysis.

From comfort block of factors, tree factor has been selected based on its high relevance (Fig. 3). Furthermore, tree factor has a good applicability when its density is analysed, which is also an understandable measure by target audience.

Finally, from attractiveness, an indicator of commercial density is proposed, since it provides information on activities that give rise to a greater demand for accessibility and activities that encourage pedestrians to walk, thus making some streets more attractive. Also the applicability of commercial land use factor is high when it is analysed from the point of view of density, making it at the same-time easy to understand by target audience.

Table 1.
Summary of selected factors and indicators

| Walking needs | Factor | Indicator | Units | Comments |
|----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|--|
| Accessibility (acc) | Connectivity | Connectivity | # intersections | Number of intersections per segment of street |
| | Pavement width | Pavement width | m | |
| Safety (saf) | Traffic speed | Traffic speed and # of lanes | kmph | Speed limit. At the maximum speed limit, the number of lanes are included |
| Comfort (com) | Trees | Tree density | tree/km ² | This can be calculated by different analysis methods. In this case, we used a search radius of 20 m from each tree |
| Attractiveness (att) | Land use | Commercial density | shops/km ² | |

Source: by the authors

2.1.2. Stage II: Definition of quality thresholds

An important advantage of quality-based evaluations is their capacity to compare pedestrian environments by adopting critical reference values. This enables the abstraction level of many supply analyses in transport planning to be reduced. Reference values here are labelled as “quality thresholds”. Although there is a growing opinion that highlights the importance of defining reference values in urban design, they are rarely used in daily practice (Dixon, 1996; Hickman, Ashiru, & Banister, 2010; Nijkamp, 2004). Urban quality thresholds standardise the results of urban design factors and facilitate a comparison of alternatives (Nijkamp, 2004). One relevant problem faced in practice is that the reference values are often fuzzy, and decision makers may have different views on how to adopt them. Consensus solutions to the above could focus on designing methods based on experts’ opinions or the adoption of standardised values accepted by the community.

Therefore, once the results for each indicator were obtained, we adopted quality thresholds, which allow the comparison and understanding by decision makers in the transport project. The definition of thresholds is based on academic references found in urban design handbooks and good practices

guidelines. Thus, we divided the result values obtained from indicators into five levels of urban design quality (Table 2).

In addition, quality levels could be used as a threshold for factors which are not normally regulated, with exportable methods developed for other contexts and regions, followed by generating environmental awareness on the issue.

2.1.3. Stage III: Aggregation of quality values

Lastly, the third stage in the method addresses the aggregation of quality values obtained in the previous stage for each urban design factor. While the results of each indicator can be showed in separated quality levels, the aggregation of the results in a global quality level image would provide practitioners and public a global idea to compare different mobility environments. For this aggregation, weights were used to bring the Q-PLOS measure closer to the walking needs of the public in our study area.

With this objective in mind, we used information about urban design factors from a web-survey about walking in Granada. The survey was designed from the theoretical framework and experiences from planning practice.

Table 2.
Quality thresholds

| Quality level | Connectivity (# intersections) | Pavement width (m) | Traffic speed Speed (km/h) and lanes | Tree density (tree/km ²) | Commercial density (shops/km ²) |
|---------------|--|-----------------------|--|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| A (1) | Geometric interval classification according to the maximum value of connectivity in the city | > 3 | - | > 20,000 | Equal intervals based on the maximum value registered in the city |
| B (2) | | 3-2.25 | 20-30 | 20,000-15,000 | |
| C (3) | | 2.25-1.5 | 50 (1 lane) | 15,000-10,000 | |
| D (4) | | 1.5-0.9 | 50 (2 lanes) | 10,000-5,000 | |
| E (5) | | < 0.9 | 50 (3 lanes) | < 5,000 | |

This standardization of the indicator results are based on the following references

- 1). Geometric interval classification according to the maximum value of connectivity in the city
- 2). Manchón et al. (1995), Sanz (2008)
- 3). Sanz (2008)
- 4). Density based on a distance between mid-size trees of 7 meters. Manchón et al. (1995)
- 5). Equal intervals based on the maximum value registered in the city

Source: by the authors

The web-survey was open to allow as much participation as possible. We also contacted social and cultural associations (University of Granada students, neighbourhoods associations, charity associations) to disseminate the survey among the people that have contact with, or are linked to, these associations. The survey was accessible for 3 months. A total of 125 respondents filled in the form.

The results for the survey showed that there were roughly equal women (51.5%) and men (48.5%), which is slightly different from official data on the population of Granada, where women make up 53.5% and men 46.5%. The distribution of age of the respondents was 0.8% for minors, 51.5% for people between 18 and 30 years old, and 47.7% for those that were between 31 and 65 years old. Another characteristic of the respondents was that 81.8% of respondents answered that they had a private vehicle, and 50% of these respondents had more than one vehicle in the family circle. This result shows how the majority of respondents are not forced to walking or to use public transport.

Specifically in the block of questions about urban design factors, the public were asked to rank the importance of factors for walking on a scale from 1 to 5, where 1 was the lowest score of importance and 5 was the highest. We have used a 5-point Likert scale based on its suitability to have a neutral score (3) and its capacity to label differently and clearly each value ("very Important", "important", "neutral", "unimportant", "very unimportant"). In this sense, it is necessary to highlight that the web survey was a previous work about different aspects related to walking such as walking behaviour, urban design factors or visual preferences in different kind of streets. In this context the number of factors was reduced according to their relevance and their understanding by public.

The results for the question "Score each factor according to the importance that you give them in order to walk" gave the following scores (Table 3). The reliability of the analysis was 0.910 (Cronbach's alpha > 0.7) that shows the high internal consistency of the test scores, meaning that the scores were not the result of random responses.

Table 3.
Factor score obtained from a pedestrian preferences survey in Granada

| Factor | Mean | S.D. |
|-------------------------|------|-------|
| <i>Accessibility</i> | | |
| Pavement width | 3.94 | 1.140 |
| Distance to destination | 3.92 | 1.266 |
| Obstacles | 3.82 | 1.313 |
| Pavement type | 3.38 | 1.286 |
| Slope | 3.38 | 1.235 |
| Connectivity | 3.14 | 1.315 |
| <i>Safety</i> | | |
| Lighting | 4.13 | 1.285 |
| Traffic speed | 3.75 | 1.168 |
| Pedestrian signals | 3.73 | 1.197 |
| Traffic volume | 3.68 | 1.255 |
| Pavement protection | 3.42 | 1.191 |
| Walls | 3.10 | 1.175 |
| Traffic speed device | 3.04 | 1.170 |
| <i>Comfort</i> | | |
| Trees | 4.03 | 1.131 |
| Cleanliness | 4.02 | 1.289 |
| Enclosure (ratio W:H) | 3.19 | 1.299 |
| <i>Attractiveness</i> | | |
| Public places | 3.92 | 1.191 |
| Green lines | 3.83 | 1.128 |
| Furniture | 3.79 | 1.122 |
| Other pedestrians | 3.75 | 1.012 |
| Shops, restaurants, etc | 3.61 | 1.074 |
| Public transport stop | 3.60 | 1.231 |
| Sights | 3.56 | 1.210 |
| Pavement surface | 3.41 | 1.241 |
| Art | 3.40 | 1.167 |
| Parking on way | 3.24 | 1.409 |
| Terraces | 3.21 | 1.149 |
| Building types | 3.11 | 1.148 |

Source: by the authors

Once the scores of each factor are obtained, it is necessary to transform the factor scores into weights, with a scale from 0 to 1, taking as reference the highest scored factor (Table 4). This transformation let us have more suitable weights to be introduced in the Q-PLOS formula.

Table 4.
Assigned weights.

| Walking needs | Indicator | Assigned weight |
|----------------------|--------------------|-----------------|
| Accessibility (acc) | Connectivity | 0.76 |
| | Pavement width | 0.95 |
| Safety (saf) | Traffic speed | 0.91 |
| Comfort (com) | Tree density | 0.98 |
| Attractiveness (att) | Commercial density | 0.87 |

Source: by the authors

Once the values are obtained (Table 2) and their corresponding weights (Table 3), they are introduced in the following formula:

$$QPLOS = \left(W_{dis}(Q_{dis}) + \frac{(\sum W_{acc} Q_{acc})}{n_{access}} + \frac{(\sum W_{sec} Q_{sec})}{n_{sec}} + \frac{(\sum W_{com} Q_{com})}{n_{com}} + \frac{(\sum W_{att} Q_{att})}{n_{att}} \right) / 5$$

where W is the weight of pedestrian needs, Q the quality levels of indicator results, and n is the number of indicators.

This Q-PLOS formula contains the values of each factor and their weights corresponding to the four walking needs, together with a fifth element related to the area of service of each transport stop. This element comes from the idea of the maximum attraction capacity that a stop of a given public transport system generates according to distance. In this sense, the area of service of LRT systems is set in 500 m. Thus, the first 100 m will have the maximum quality access (A), while in the last 100 m this quality will decrease to level E. For this distance factor (dis), a weight of 0.95 has been assigned.

2.1 . Testing area. Metropolitan Area of Granada

We selected the Metropolitan Area of Granada as the testing area to analyse the indicators comprising the Q-PLOS. More specifically, for this research we selected two public transport service areas, one in a traffic-oriented environment and the other one in a local-oriented environment, as described for mobility environments defined by Soria-Lara (2011) on the Light Rail Transit (LRT) system corridor (Fig. 4). The selected mobility environments were surrounding the corridor of line 1 of the light rail of Granada, which is under construction. These two mobility environments have strongly contrasting characteristics (Soria-Lara, Valenzuela-Montes, & Pinho, 2014).

On the one hand, the traffic-oriented environment refers to sections along the corridor where mobility is characterised by a very high traffic flow. Mobility by proximity is irrelevant for this environment. They are purely residential area, with a density of <3000 houses/km², where people would find it difficult to cover their daily needs (53.56 land uses/1000 houses) and this justifies the high volume of traffic (384.27 vehicles/land use).

On the other hand, the local-oriented environment receives few visits from people from other sections along the corridor. They are well-structured places from the urban viewpoint, with a density of >9500 houses/km², where residents can cover the majority of their daily needs (work, shopping, leisure, etc.). Cars (46.02 vehicle/land use) and other motorised transport (4.3 buses/land use) are not indispensable and walking is a recurrent activity.

The selection of mobility environments with opposing characteristics allows us to evaluate the correspondence between the quality of urban design for pedestrian mobility through the Q-PLOS method and the type of mobility environment.

Finally, the main characteristic of the method for evaluating pedestrian qualities of urban design is its simplicity and its capacity to compare different situations (Talavera-Garcia, Valenzuela-Montes, & Soria-Lara, 2014). It may be applied and adapted to different case studies, depending on specific needs. This characteristic also makes the method useful for several scales and different points of view, varying from more technical to more decision-oriented purposes.

For the particular case of Granada, we processed three types of data sources. Firstly, a data source managed by the city council, in this case, cadastral information of Granada. Secondly, raw data sources on specific subjects, such as trees or traffic speed. Finally, we had to carry out fieldwork to obtain information on commercial land use and to confirm some of the data provided in other sources.

The results were grouped into four sections according to the previously defined walking needs: accessibility as the most basic need and related to physical factors; safety, that include both meanings,

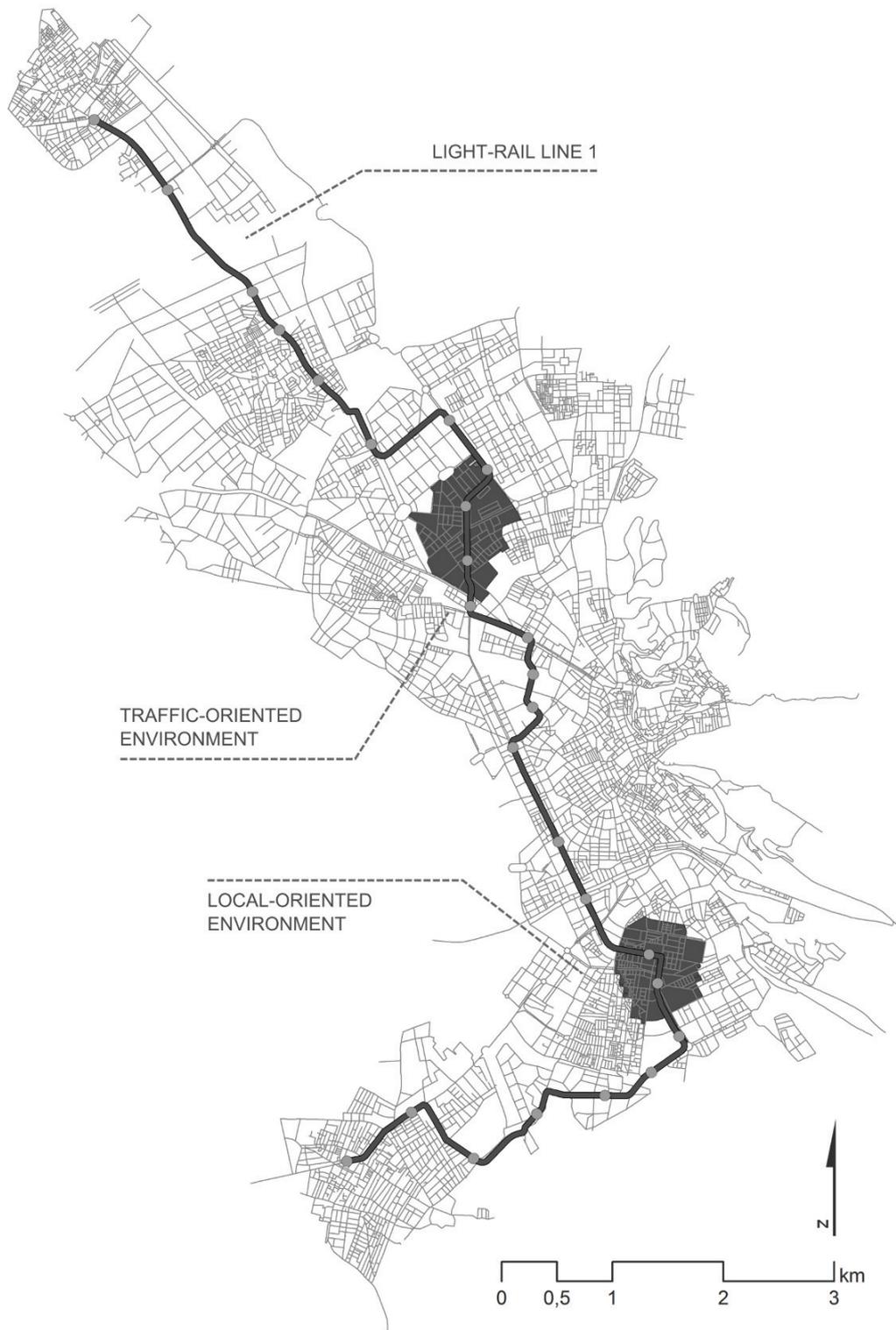


Figure 4. Study area. Mobility environments of LRT sections 9 and 18..
Source: by the authors

3. Results and discussion

personal safety by surveillance and personal safety linked to traffic; comfort needs, which include traditional aspects such as thermal comfort; and lastly, attractiveness, which comprises the four features that lures pedestrian movements. Once the results

of each indicator have been obtained, the quality level of each pedestrian environment has been measured according to the quality thresholds defined previously (Table 5).

Table 5.
Quality level of service

| Quality Levels | Accessibility | | Safety | Comfort | Attractiveness | |
|----------------|-------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| | Connectivity | Pavement width | Traffic speed | Tree density | Commercial density | |
| | (# intersections) | (m) | Speed (km/h) and # lanes | (tree/km ²) | (shops/km ²) | |
| A | Threshold | 14.3 - 61 | > 3 | - | > 20,000 | 1,944 - 2,430 |
| | Traffic | 10.0% | 82.2% | 21.4% | 0.0% | 0.0% |
| | Local | 30.4% | 84.4% | 34.6% | 1.4% | 8.5% |
| B | Threshold | 5 - 14.3 | 3-2.25 | 20-30 | 15,000- 20,000 | 1,458 - 1,944 |
| | Traffic | 48.2% | 11.8% | 14.6% | 7.8% | 0.0% |
| | Local | 35.2% | 10.8% | 8.3% | 9.9% | 17.0% |
| C | Threshold | 3.2 - 5 | 2.25-1.5 | 50 (1 lane) | 10,000-15,000 | 972 - 1,458 |
| | Traffic | 22.4% | 3.1% | 6.8% | 30.5% | 0.0% |
| | Local | 14.1% | 3.5% | 24.1% | 22.0% | 18.8% |
| D | Threshold | 2.8 - 3.2 | 1.5-0.9 | 50 (2 lanes) | 5,000-10,000 | 486 - 972 |
| | Traffic | 8.3% | 0.8% | 36.1% | 30.7% | 0.0% |
| | Local | 6.8% | 1.0% | 27.4% | 31.5% | 21.5% |
| E | Threshold | 1 - 2.8 | < 0.9 | 50 (3 lanes) | < 5,000 | 0 - 486 |
| | Traffic | 11.0% | 2.1% | 21.1% | 30.9% | 100% |
| | Local | 13.5% | 0.3% | 5.5% | 37.1% | 34.2% |

Source: by the authors

3.1 . Accessibility

Connectivity indicator results (Fig. 5a) showed that the local-oriented environment had the highest number of street intersections. This result is presented in quality level A and was approximately one third of the surface area (30.4%), whereas in the traffic-oriented environment it was only 10%. The results obtained from connectivity confirm that in the local-oriented environment there were better conditions of urban form and block length than in the traffic-oriented environment, which made the first one more walkable and pedestrian-friendly.

Pavement width (Fig. 5b) showed similar results between the two pedestrian environments in which more than 80% of public space corresponded to

level A. This means that pavement width was over 3 m. Thus, both pedestrian environments had a similar distribution of pavement width, with the wider ones belonging to main avenues and streets and where the LRT stops were located.

The results showed that the pavements of both pedestrian environments were mostly obstacle free for walking, as pavement width was compatible with the presence of street furniture without affecting pedestrian flows. In addition, this width allows pedestrians to stop in front of store windows and interact with other pedestrians without slowing down pedestrian flows (Manchón et al., 1995; Sanz, 2008).

3.2 . Safety

Traffic speed, as the main indicator of safety, shows the streets where the conditions make it more likely that pedestrians would choose to walk along them. Therefore, the local pedestrian environment concentrated the highest surface area in level A, whereas the traffic-oriented environment presented a larger surface area in quality level D. On the other hand, both environments had a large surface area in quality level A due to the presence of boulevards. The streets comprising level A have a speed limit of 50 kmph and two traffic lanes. Although the LRT project has stops along streets of this type, the opportunity to improve the safety of streets through

a reduction of traffic friction was not taken. Indeed, the project keeps the same number of traffic lanes and the same speed limit.

With regard to the other quality levels of safety, differences between pedestrian environments can be seen in Fig. 5b. The local-oriented environment shows larger surface in level A (34.6%) than the traffic-oriented environment. Nevertheless, according to quality level B, the traffic-oriented environment as a larger area of streets (14.6% of total area) with speed limit of 30 kmph. Lastly, the streets in the traffic-oriented environment return worse results for level E than the local-oriented environment (21.1% over total area).

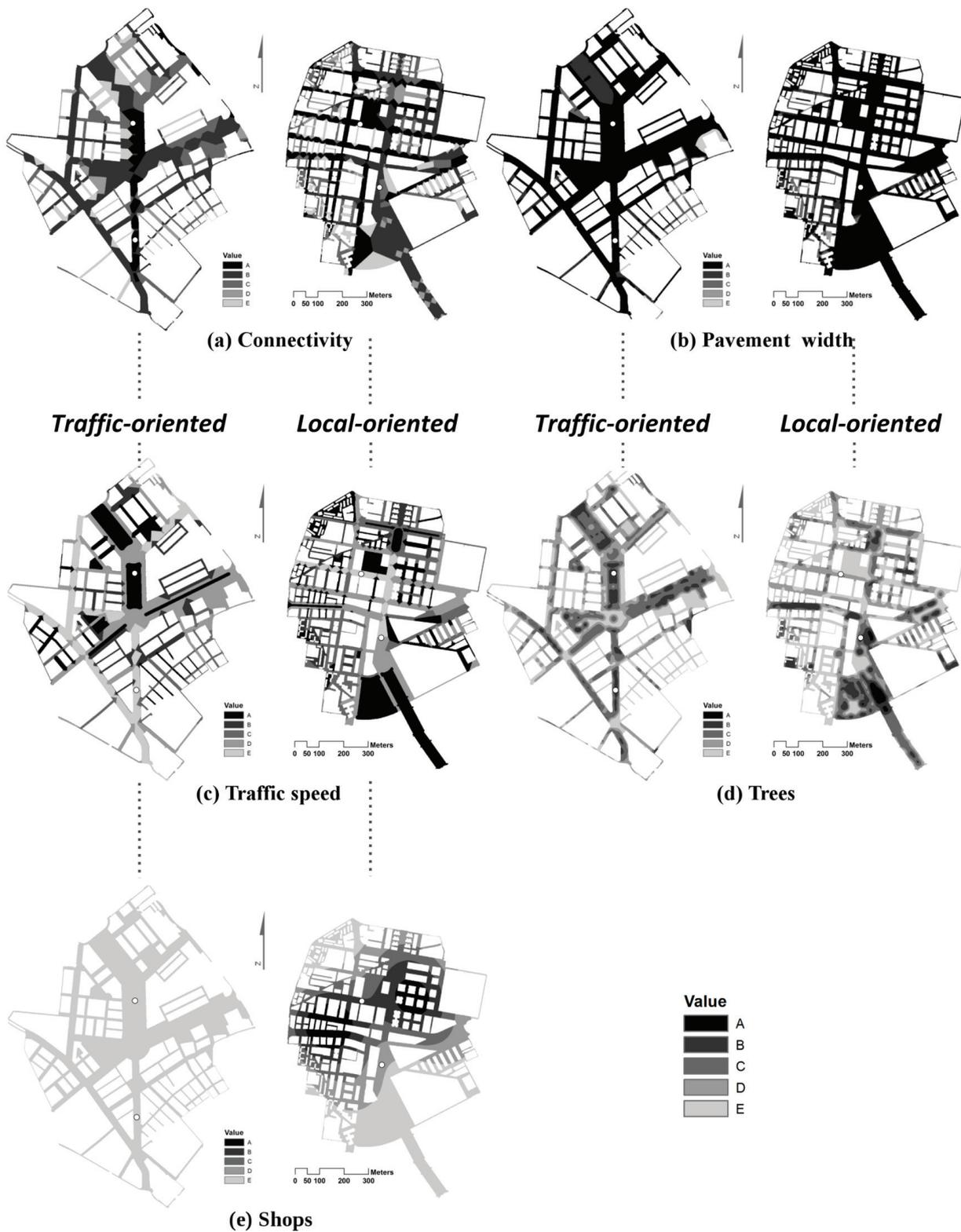


Figure 5. Qualitative levels obtained from the proposed indicators.
Source: by the authors

3.3. Comfort

Tree density as the first indicator used to evaluate the quality level of comfort shows that the local pedestrian environment (Fig. 5d) has areas of public space with a high density of trees (>10.000 tree/km²), which corresponds to quality level A. However, for the third quality level (C) of tree density, some differences between the pedestrian environments were found. The traffic-oriented en-

vironment showed a larger area in level C (30.5%) than the local-oriented environment (22.0%). This difference was due to the traffic-oriented environment having wider streets with a higher density of trees compared to a scant amount of trees in some streets in the local-oriented environment.

3.4. Attractiveness

The evaluation of attractiveness was based on a commercial density indicator that showed marked differences between the two environments (Fig. 5e). These differences can be explained by the fact that commercial density has a strong influence on the ability of a street to attract pedestrians and encourage them to walk along to reach LRT stops.

The results of each pedestrian environment for the density indicator are very significant because the traffic-oriented environment has a low percentage of area in the highest quality levels (8.5%). Although the results show that there is a large area in level E (the lowest quality level) in both pedestrian environments, this is more evident in the traffic-oriented environment, where it is 100% of the surface area. This result may be conditioned by the fact that the indicator uses a search radius of 250 m around each store.

3.5. A summary of the results obtained from the indicators

From the viewpoint of the quality of urban design in the pedestrian environments, there are some differences between the two under study. In the local-oriented environment, we found a large percentage of public space with quality levels A, B and C, whereas in the traffic-oriented environment the percentage of public space is higher in levels D and E.

Looking at the results obtained for the pedestrian environments according to walking needs, we can point out specific spaces where an effort to improve the requirements of walking needs should be made.

If the quality levels of urban design based on the indicators are combined with the traditional method of assessing accessibility, such as distance, the Q-PLOS level defined in the method section is obtained.

The results obtained with the Q-PLOS method show lower values of Q-PLOS in the traffic-oriented environment (Q-PLOS C) than in the local-oriented environment (Q-PLOS B). Neither of these has a significant surface area in level A (Table 6). However, with level B of Q-PLOS, the surface area of the traffic-oriented environment is lower (36%) than for the local-oriented environment, which has 69%

in level B. The results are reversed in quality level C, where the traffic-oriented environment has the highest percentage of surface area at twice that of the local-oriented environment (60% and 26% respectively). Finally, neither of the pedestrian mobility environments analysed has a significant surface area in quality level D or E (Fig. 6).

These differences in Q-PLOS levels between mobility environments, and especially at the highest levels, mean that the local-oriented environment has better urban design qualities for pedestrian accessibility to LRT stops than the traffic-oriented environment.

Therefore, if the LRT project wants to increase pedestrian accessibility to stops in the traffic-oriented environment, it has to increase the integration of LRT stops by improving urban design qualities.

Table 6.
Summary of quality levels of service.

| | % of surface on each quality level | | | | | Q-PLOS |
|------------------------------|------------------------------------|-------|-------|------|---|--------|
| | A | B | C | D | E | |
| Traffic-oriented environment | 2.13 | 35.87 | 60.04 | 1.96 | 0 | C |
| Local-oriented environment | 4.42 | 69.15 | 26.17 | 0.27 | 0 | B |

Source: by the authors

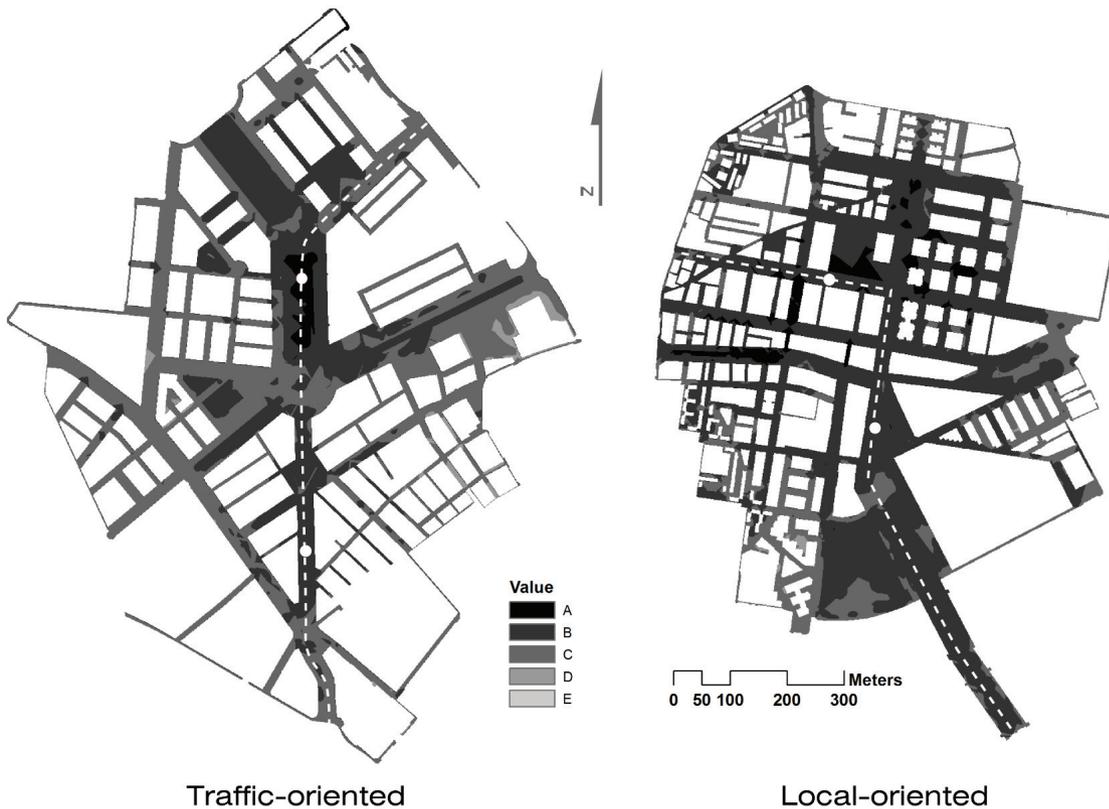


Figure 6. Q-PLOS of LRT stops.
Source: by the authors

4. Conclusions and further research

According to the results obtained by applying the Q-PLOS measure and compared with a traditional measure of pedestrian level of service based only on accessibility or safety walking needs, the method we designed enabled to make a more detailed identification of characteristics related to pedestrian mobility, which shows that they can be improved through mobility strategies of urban design, such as pedestrian continuity and connectivity of green spaces.

These more detailed results have significant consequences for attitudes towards walking, by making the local-oriented environment more suitable and attractive for walking than the traffic-oriented environment.

The design of the method for the Q-PLOS measure contains three main improvements compared to traditional PLOS measures. The first one is that Q-PLOS takes into account separate walking needs (accessibility, safety, comfort and attractiveness), resulting in a more accurate measurement of pedestrian mobility characteristics. The second one is that Q-PLOS has been designed using the most frequent factors of urban design pertinent to walking. The third improvement compared to traditional PLOS is that this measure includes the public's preferences on urban design factors, found through an open survey, thus increasing the degree of adjustment to reality.

Among the advantages of using the Q-PLOS method, we also highlight its ease and flexibility. The method is easy to apply since it does not need to use specific software, only GIS software commonly used in the professional and academic sector. Furthermore, it does not require complex statistics to understand the results. For this reason, Q-PLOS has been designed as a white-box method that is flexible and exportable. Moreover, the design of the Q-PLOS method allows users to use additional indicators or change the interaction between them.

Finally, regarding the usefulness of the Q-PLOS measure in transport planning, the method helps with decision-making on the integration of public transport stops from two main points of view. First, the Q-PLOS method includes traditional measures on the level of service used in transport planning. Second, the QPLOS method also takes into account the urban design qualities that the project should include when tackling urban integration to improve pedestrian accessibility to public transport stops.

Further research on some issues could improve the Q-PLOS method, such as an increase in the number of participants in the survey on pedestrian mobility, or how to apply the method to other areas of study, in order to evaluate the sensitivity of the measure, as well as test its reliability and validity. In addition, for further research, it is necessary to consider the potential of study areas based on social and economic characteristics that, in conjunction with Q-PLOS, enable an assessment of how places perform from a walking point of view.

5. References

- Adkins, A., Dill, J., Luhr, G., & Neal, M. (2012). Unpacking Walkability: Testing the Influence of Urban Design Features on Perceptions of Walking Environment Attractiveness. *Journal of Urban Design*, 17(4), 499-510. doi: 10.1080/13574809.2012.706365
- Alfonzo, M. A. (2005). To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. *Environment and Behavior*, 37(6), 808-836. doi: 10.1177/0013916504274016
- Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M., & Zaly Shah, M. (2013). Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. *Transport Reviews*, 33(2), 166-194. doi: 10.1080/01441647.2013.775613
- Baltes, M., & Chu, X. (2002). Pedestrian Level of Service for Midblock Street Crossings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1818(-1), 125-133. doi: 10.3141/1818-19
- Cerin, E., Macfarlane, D. J., Ko, H.-H., & Chan, K.-C. A. (2007). Measuring perceived neighbourhood walkability in Hong Kong. *Cities*, 24(3), 209-217. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2006.12.002>
- Dixon, L. (1996). Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(-1), 1-9.
- Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65 - 84.
- Fruin, J. J. (1971). *Pedestrian planning and design*: Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.
- Gallin, N. (2001). Quantifying Pedestrian Friendliness - Guidelines for Assessing Pedestrian Level of Service. *Road and transport research*, 10(1), 47-55.
- Gehl, J. (1971). *Life between buildings: using public space*: Danish Architectural Press.
- Hickman, R., Ashiru, O., & Banister, D. (2010). Transport and climate change: Simulating the options for carbon reduction in London. *Transport Policy*, 17(2), 110-125. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.12.002>
- Jacobs, A. B. (1993). *Great Streets*: Mit Press.
- Landis, B., Vattikuti, V., Ottenberg, R., McLeod, D., & Guttenplan, M. (2001). Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1773(-1), 82-88.
- Lee, S., Yi, C., & Hong, S.-P. (2013). Urban structural hierarchy and the relationship between the ridership of the Seoul Metropolitan Subway and the land-use pattern of the station areas. *Cities*, 35(0), 69-77. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.010>
- Manchón, L. F., Santamera, J. A., de Diego, J. G. B. G., Mínguez, J. J., & Ormazábal, J. I. (1995). *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano* (1 ed.): Ministerio de Fomento.
- Mōri, M., & Tsukaguchi, H. (1987). A new method for evaluation of level of service in pedestrian facilities. *Transportation Research Part A: General*, 21(3), 223-234. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90016-1](http://dx.doi.org/10.1016/0191-2607(87)90016-1)
- Muraleetharan, T., Adachi, T., Hagiwara, T., & Kagaya, S. (2005). Method to determine pedestrian level-of-service for crosswalks at urban intersections. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6(1), 127-136.

- Niemeijer, D., & de Groot, R. S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators*, 8(1), 14-25. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.012>
- Nijkamp, P. (2004). *Environmental economics and evaluation*. (Vol. 4). Northampton: Edward Elgar.
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455-1470.
- Olszewski, P., & Wibowo, S. (2005). Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1927(-1), 38-45.
- Peters, P. (1981). *La ciudad peatonal* (E. V. Ramonich, Trans. 2 ed.): Gustavo Gili.
- Petritsch, T., Landis, B., McLeod, P., Huang, H., Challa, S., & Guttenplan, M. (2005). Part 2: Pedestrians: Level-of-Service Model for Pedestrians at Signalized Intersections. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1939(-1), 53-62. doi: 10.3141/1939-07
- Petritsch, T., Landis, B., McLeod, P., Huang, H., Challa, S., Skaggs, C., . . . Vattikuti, V. (2006). Pedestrian Level-of-Service Model for Urban Arterial Facilities with Sidewalks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1982, 84-89. doi: 10.3141/1982-12
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., & Donovan, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science & Medicine*, 56(8), 1693-1703.
- Portland, G. (1998). *Pedestrian design guide*. Portland: Office of transportation engineering and development.
- Pozueta, J. (2001). Instrucción para el Diseño de la Vía Pública en el municipio de Madrid. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
- Pozueta, J. (2009). *La ciudad paseable: recomendaciones para la consideración de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- Salingeros, N. A., Coward, L. A., West, B. J., & Bilsen, A. (2005). *Principles of urban structure*: Techne.
- Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico: Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Sarkar, S. (2003). Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers. *Transportation Quarterly*, 57(4), 39-59.
- Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (2000). Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy and Buildings*, 31(3), 221-235.
- Soria-Lara, J. A. (2011). *Modelo de umbrales para la evaluación ambiental de la movilidad urbana*. Universidad de Granada, Granada.
- Soria-Lara, J. A., Valenzuela-Montes, L. M., & Pinho, P. (2014). Using 'Mobility Environments' in practice: Lessons from a metropolitan transit corridor in Spain. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 1-20. <http://dx.doi.org/10.1080/1523908X.2014.991779>.
- Stathopoulos, T., Wu, H., & Zacharias, J. (2004). Outdoor human comfort in an urban climate. *Building and Environment*, 39(3), 297-305.
- Talavera-García, R., Valenzuela-Montes, L. M., & Soria-Lara, J. A. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 60, 161-187.

- TRB. (1985). Highway Capacity Manual (Vol. 199): Transportation Research Board, Washington, DC.
- TRB. (2000). Highway capacity manual. Washington, DC: Transportation Research Board.
- TRB. (2003). Transit Capacity and Quality of Service Manual *TRB's Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 100* (Second ed.): Transportation Research Board of the National Academies.
- Venturi, R., Brown, D. S., & Izenour, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form* (Revised edition ed.): MIT Press.
- Weinstein, A., Schlossberg, M., & Irvin, K. (2008). How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference. *Journal of Urban Design*, 13(1), 81-98. doi: 10.1080/13574800701804074
- Young, A. (2007). *Manual for Streets*. London: Thomas Telford Pub.

NOTA: El presente artículo se encuentra en fase de elaboración, y posteriormente será enviada a la revista para su publicación

Título:

Q-WD, EVALUANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE LA DISTANCIA PEATONAL AL METRO LIGERO DE GRANADA (ESPAÑA).

Estado:

Enviado

Revista:

| Año: | Volumen: | Número: | Pag. Inicio - Fin |
|------|----------|---------|-------------------|
| | | | |

Autores

Talavera-García, R., Valenzuela-Montes, L.M. y Soria-Lara, J.A.

| Índice impacto JCR | Cuartil JCR | Índice impacto SJR | Cuartil SJR |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | | |

Link:

Q-WD, Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal al metro ligero de Granada (España).

Resumen

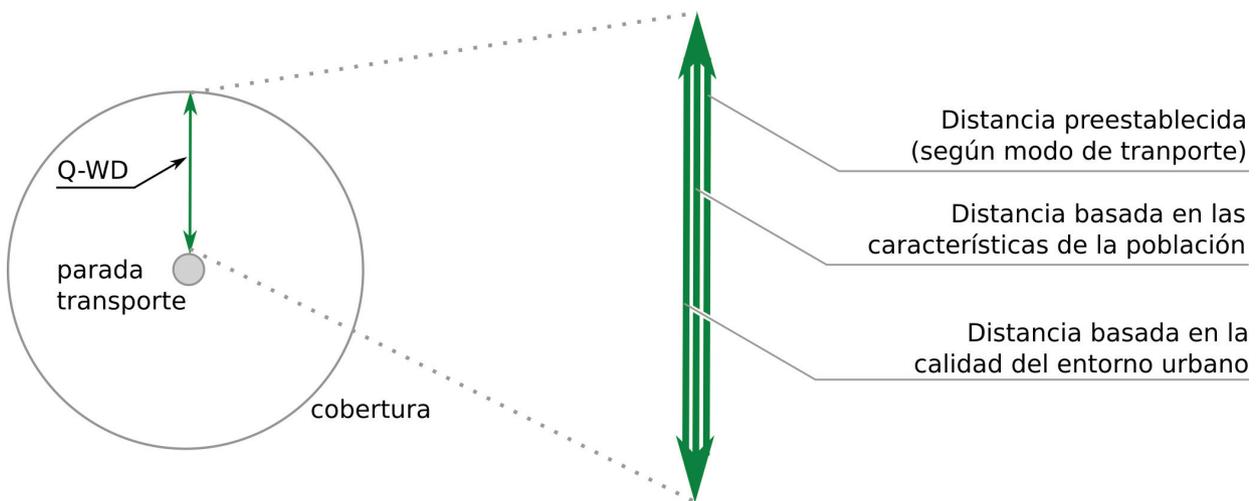
Aunque las características del entorno urbano y social tienen una marcada influencia en la distancia peatonal al transporte público, existe una escasa atención a este fenómeno en el contexto de los análisis de accesibilidad. Sin embargo, considerar la calidad de la distancia peatonal en la evaluación de la accesibilidad podría constituir una herramienta útil para conseguir una mayor y mejor integración del transporte público en los entornos urbanos. En este artículo se diseña la herramienta Q-WD: Calidad de la distancia peatonal (Quality of Walking Distance) testeándola en el caso de la ciudad de Granada, y en concreto en varios entornos de movilidad vinculados a la línea de metro ligero. Los resultados muestran cómo el área de servicio de las paradas se reduce en aquellos casos en los que la calidad peatonal de los entornos de parada es baja, mientras que los entornos de parada con alta calidad peatonal producen una extensión de la cobertura de parada del transporte público. Asimismo, los resultados de la aplicación de la herramienta Q-WD evidencian cómo el recuento total de población servida varía en los entornos peatonales cuando se considera la calidad de la distancia.

Palabras clave:

Abstract

The characteristics of the urban and social environment may have a strong influence in the walking distance to public transport. Nevertheless, scarce attention has been paid to this fact in the context of accessibility analysis. Even though, taking into account the quality of the walking distance in the evaluation of accessibility could be a useful tool to enhance higher public transport integration into urban environments. In this paper we develop the tool Q-WD: Quality of Walking Distance, which is tested in the city of Granada, specifically on some mobility environments linked to stops of the light rail system. The results show how the catchment area decreases as the pedestrian environment quality diminishes, whilst in those pedestrian environments of high quality the catchment area expands. Furthermore, the results of applying the Q-WD tool allow to detect a change in the population served count, which is influenced by the distance quality.

Keywords:



Resumen gráfico.
Fuente: elaboración propia

1 ■ Introduction

La movilidad peatonal ha ganado importancia para el éxito de las ciudades en términos económicos, sociales, ambientales y políticos (ARUP Group, 2016; Litman, 2016; Pozueta-Echavarri, Lamiquiz-Dauden, & Porto Schettino, 2009; van de Coevering & Schwanen, 2006). Siendo además una pieza clave para el éxito del sistema de transporte público debido a que son los desplazamientos a pie los que alimentan el transporte público, así como también son a pie los desplazamientos finales para acceder a la vivienda, los puestos de trabajo o demás centralidades urbanas. De ahí que la ubicación de la parada de transporte público condiciona la cobertura, su nivel de servicio y su accesibilidad peatonal. A su vez, dichas medidas espaciales están condicionadas, en última instancia, por la distancia que el peatón recorre para alcanzar dicha parada o centralidad.

En este sentido la distancia peatonal no es una cuestión trivial y son numerosos los manuales que hacen referencia a la distancia peatonal, especialmente en la planificación orientada al transporte, también conocida como TOD's (por sus siglas en inglés), en la que se establece como distancia peatonal para la generación de coberturas de entre 400 y 800 metros ($\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ milla) según el modo de transporte y destino (Guerra, Cervero, & Tischer, 2011; O'Sullivan & Morrall, 1996). No obstante, a pesar del consenso general a la hora de establecer una distancia peatonal a las paradas de transporte público o la generación de niveles de servicio a partir de dichas distancias, el concepto de distancia peatonal no es un concepto cerrado ni estático y son varios los autores que analizan y discuten desde hace tiempo la necesidad de incluir medidas enfocadas a reforzar los desplazamientos a pie, mediante el diseño urbano, como requisito para el éxito en la integración de los modos de transporte público en la ciudad (Cervero & Kockelman, 1997; Hass-Klau & Crampton, 2002; Olszewski & Wibowo, 2005; Valenzuela Montes, Soria Lara, & Talavera Garcia, 2011).

En este sentido, y tomando como referencia la idea planteada por Gehl (1971) sobre la distancia peatonal aceptable como equilibrio entre la longitud del recorrido y su calidad. Esta calidad estará determi-

nada por el entorno social y por el entorno urbano, dado que para establecer una calidad es necesario tener en cuenta en qué medida el entorno urbano se adapta a las necesidades de la población. Por tanto, la distancia peatonal puede variar o matizarse en función de características demográficas (Hess, 2012) así como de características de diseño urbano (Ewing & Cervero, 2010). Estas variaciones en la distancia peatonal sobre las que se evalúan las coberturas de paradas pueden dar lugar a que en ocasiones los niveles de servicio establecidos se vean sobrepasados por la realidad (Bhuyan & Nayak, 2013). A su vez, esta modificación se produce por la propia idiosincrasia del peatón, que le permite al mismo tiempo desplazarse y establecer interacciones tanto sociales como económicas (Venturi, Brown, & Izenour, 1977) con otros peatones (Gehl, 1971) y con el entorno (Jacobs, 1993).

En esta línea el presente trabajo plantea como preguntas de investigación, ¿es posible evaluar la calidad de la distancia peatonal? y en caso afirmativo, ¿qué efectos conlleva la consideración de la calidad peatonal en la cobertura de parada?, para responder a esta pregunta este trabajo desarrolla una medida de la distancia peatonal al transporte público, basada en la calidad del entorno urbano y las características del entorno social. La medida se aplica en dos entornos de movilidad vinculados al corredor del metro ligero de Granada y que presentan características antagónicas, con el fin de evidenciar de manera clara el efecto que tanto el entorno urbano como social posee en la accesibilidad a las paradas de un transporte público como el metro ligero.

Con esta finalidad se introduce a continuación el apartado de antecedentes, tras lo cual se detalla el método seguido para el desarrollo de la medida de distancia peatonal basada en la calidad. Posteriormente se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del método en el contexto de dos entornos de movilidad de la ciudad de Granada, para en el apartado siguiente plantear la discusión de la repercusión que la incorporación de la calidad del entorno urbano y social puede dar lugar en el análisis de la cobertura del transporte público. Finalmente

se continúa con el apartado de conclusiones y las referencias más importantes que sustentan este trabajo.

2. Antecedentes

Respecto a la propia medida de distancia empleada en los artículos revisados, éstos ponen de manifiesto la frecuente utilización de unas distancias preestablecidas de un cuarto de milla y la media milla (400 y 800 metros respectivamente), muy ligadas a los desarrollos urbanos orientados al transporte, los conocidos en inglés como TOD's (transit oriented development). La distancia de 400 metros se asocia a modos más locales como el autobús y el metro ligero, mientras que la distancia de 800 metros se asocia, según la revisión efectuada a modos con mayores distancia entre paradas como el metro, BRT o tren. El uso de una distancia preestablecida puede ser de gran utilidad para comparar casos de estudio (Guerra et al., 2011); para analizar un factor asociado a la distancia pero sin que se analice en sí la repercusión sobre la propia distancia (Hess & Almeida, 2007); o como solución en aquellos casos en los que la información existente no permita una evaluación de la influencia de los factores sobre la distancia. En este sentido, Guerra, Cervero y Tischer (2011) muestran que la distancia peatonal a la parada de transporte público no tiene verdadera relevancia, sus análisis están efectuados únicamente teniendo en cuenta el número de viajeros en función de la distancia a parada. Dejando a un lado las distancias preestablecidas, en los casos en los que se analiza la distancia mediante encuesta o cálculo las distancias peatonales muestran una alta variabilidad, aun cuando dicha distancia se relaciona con el mismo modo de transporte. Este hecho tiene su explicación en la propia variabilidad de las características del entorno y de la población, o en otros factores de diversa índole que se vinculan a la distancia peatonal. En esta línea se encuentran trabajos como los de El-Geneidy, Grimsrud, Wasfi, Tetreault y Surprenant-Legault (2014), Larsen & El-Geneidy (2010) y Seneviratne (1985) en Canadá u O'Sullivan y Morrall (1996) en Estados Unidos, en los cuales se obtienen distancias peatonales influenciadas por

diferentes factores y que difieren de la distancia peatonal estándar que sugieren las autoridades y los manuales TOD.

En cuanto al análisis llevado a cabo en aquellos casos en los que se obtiene la distancia peatonal mediante una encuesta a la población, esta muestra una mayor asociación de factores ligados al concepto de la distancia peatonal. Como se puede apreciar en la selección de artículos que analizan la cobertura de parada (Tabla 1), en la mayoría de los casos se analizan factores demográficos como edad o género como muestran artículos como el de García-Palomares, Gutiérrez y Cardozo (2013), en el cual la distancia peatonal a las paradas de metro en Madrid, varía en función de los distintos grupos de población existente. También se encuentran frecuentes alusiones a la raza y a los ingresos (B. B. Brown & Werner, 2009; Park, Deakin, & Jang, 2015). Por otra parte, es frecuente la asociación de la distancia con factores relativos al entorno urbano como la propia tipología de entorno (Seneviratne, 1985), el diseño del mismo (El-Geneidy et al., 2014; O'Sullivan & Morrall, 1996) o los usos del suelo (Aultman-Hall, Roorda, & Baetz, 1997; Moniruzzaman, Páez, Paez, & Páez, 2012) pueden hacer que la distancia peatonal varíe, dando lugar como ya sugería Park, Deakin, and Jang (2015), a que en los lugares con una alta calidad del entorno la distancia se incrementa, mientras que por el contrario, lugares con una baja calidad del entorno, la distancia peatonal decrece. Esta relación entre distancia peatonal y factores considerados no es igual para todos los modos de transporte, ya que varía en función del modo de transporte que se considere. Así, el metro ligero muestra una media de factores por artículo más alta (5 factores por artículo) siendo la tipología urbana, población y sexo y edad de la población los factores más frecuentes. Le siguen el

Tabla 1.
Revisión de artículos que analizan la distancia peatonal.

| Autores | Medida | Modo | Dist. (m) | Factores |
|---|--------|---------------------|-------------|---|
| (Aultman-Hall et al., 1997) | F | bus | 300 | Población, comercios, colegios |
| (J. Brown, Thompson, Bhattacharya, & Jaroszynski, 2014) | - | bus | - | Población, trabajo, raza, ingresos, edad y sexo, propósito, vehículo |
| (Chen et al., 2010) | F | bus | 800 | Población, edad y sexo, centros de salud, distribución y frecuencia del transporte, educación |
| (Das, Maitra, & Boltze, 2012) | F | Bus | 1000 | precios |
| (Delmelle, Li, & Murray, 2012) | F | bus | 400 | - |
| (Djurhuus, Sten Hansen, Aadahl, & Glümer, 2016) | F | General | 1000 | Población, tipología urbana |
| (Donaldson, 2006) | F | tren | 400 | Población, trabajo |
| (El-Geneidy et al., 2014) | E | bus tren | 524 1259 | Población, ingresos, diseño urbano, edad y sexo, momento del día, propósito, vehículo |
| (García-Palomares et al., 2013) | E | metro | 800 | Población, raza, edad y sexo, vehículo |
| (Hernández & Witter, 2015) | E | bus metro | 776 1100 | Población |
| (Hess, 2012) | E | bus | 400 | Raza, ingresos, diseño urbano, tipología urbana, edad y sexo, vehículo |
| (Hess & Almeida, 2007) | F | Metro ligero | 400 | Valor de la propiedad |
| (Kim, 2011) | F | general | 800 | Tiendas, parques, restaurantes, raza, ingresos, tipología urbana, edad y sexo, inquilinos, discapacidad, educación |
| (Koushki, 1988) | E | Bus | 536 | - |
| (Kuby, Barranda, & Upchurch, 2004) | F | Metro ligero | 800 | Población, trabajo, inquilinos, distancia. |
| (Mitchell et al., 2003) | F | bus | 500 | Tiendas, parque, confort, restaurantes, ingresos, tipología urbana, edad y sexo, discapacidad, centro de salud |
| (Morency, Trepanier, & Demers, 2011) | C | bus tren | 152 950 | Tiendas, parque, restaurante, edad y sexo, colegio, propósito |
| (Pivo & Fisher, 2011) | F | bus | 800 | Población, trabajo, ingresos, edad y sexo, valor propiedad, tamaño casa, seguridad |
| (Seneviratne, 1985) | E | bus Metro ligero | 250 287 | Población, trabajo, comercios, restaurantes, tipología urbana, edad y sexo, hora del día, frecuencia transporte, propósito, aparcamiento, ubicación |

C: distancia calculada

F: distancia fijada o preestablecidas

S: distancia encuestada

Fuente: Elaboración propia

autobús y el BRT con 4 factores por artículo y cuyos factores más frecuentes son la población y valor de la propiedad respectivamente, aunque en este último caso el número de artículos puede condicionar dichos resultados. En otras palabras y atendiendo al número de factores considerados, el metro ligero tiene un mayor potencial para la integración, por ser un modo local con una notable interacción con el entorno urbano y la población que en ellos residen. En contraposición modos de transporte público como el metro y el tren se sitúan a la cola en cuanto a consideración de factores por artículos lo que pone en evidencia que son modos de transporte con poca capacidad de integración, por su propias condiciones estructurales respecto al entorno urbano.

En este contexto, considerar la influencia de diversos factores del entorno urbano y social en la distancia peatonal al transporte público parece una vía lógica de mejorar las medidas de análisis de la accesibilidad y avanzar en la integración espacial del transporte público. No obstante esta mejora no está carente de complejidad. Es por ello fundamental conservar aquellos rasgos de las medidas de accesibilidad que han sido un éxito, como son por ejemplo los niveles de servicio, ya que permiten una fácil comprensión y aplicación en la planificación y en la toma de decisiones. Del mismo modo, la simplicidad y facilidad de análisis en las medidas basa-

das en la distancia deben seguir estando presente, sin embargo es imperioso pasar de la consideración de una distancia preestablecida a una distancia aceptable, en la que se tenga en cuenta las características propias de la ruta (Gehl, 1971). Además sería necesario que, manteniendo la facilidad de entendimiento y aplicación, se incorporasen las necesidades de acceso de la población como sucede en las medidas de accesibilidad basadas en la utilidad.

A este respecto son varios los autores que han avanzado en la medida de una distancia peatonal aceptable al transporte público en base a una encuesta a la población como el trabajo de El-Geneidy et al., (2014) o mediante la inclusión de factores del entorno urbano y social como llevan a cabo Park, Deakin, & Jang, (2013). Sin embargo a pesar del avance que estos trabajos suponen, la consideración de un gran número de factores en la composición de los índices da lugar que resulte costosa su aplicación por cuestión de tiempo y disponibilidad de datos. Desde la perspectiva planteada, este trabajo pretende seguir avanzando en la evaluación del desarrollo de una distancia peatonal basada en la calidad del entorno urbano y en las características de la población, manteniendo una facilidad de entendimiento y aplicabilidad que permita utilizarse en la toma de decisiones.

3. Metodología

Previo a desarrollar la metodología es necesario tener en cuenta el concepto de entorno de movilidad y el concepto de entorno peatonal. En primer lugar, los entornos se definen los entornos de movilidad como aquel en el que las personas pueden llegar (nodo) y desarrollar diversas actividades (lugar) (Bertolini, 1999), estando dicho entorno por el conjunto de condiciones externas que podrían tener influencia en la presencia de personas en una determinado lugar (Bertolini & Dijst, 2003). En este contexto, y en segundo lugar, los entornos de movilidad peatonal o entornos peatonales se definen como los espacios dominados por los desplazamientos a pie, donde otros modos, incluyendo

vehículos a motor, pueden tener lugar, pero en el que los peatones tienen claramente la prioridad de movimiento (Zacharias, 2001). Por tanto, para que pueda darse esta prioridad, no sólo es necesario una gestión de la movilidad orientada hacia modos no motorizados, sino que es además necesario un entorno de calidad que propicie y fomente los desplazamientos a pie. Así, en este trabajo el entorno peatonal supone un espacio de prioridad para el peatón sustentado en la calidad tanto a nivel estructural, como a nivel de usos del suelo y de diseño urbano, posibilitando el fomento de este tipo de movilidad no motorizada y la vinculación y acceso al transporte público.

La calidad de la distancia peatonal (Q-WD por el acrónimo en inglés de quality of walking distance) es una medida basada en un método diseñado en base a cuatro aspectos clave.

1. Se evalúa la calidad peatonal de los entornos de movilidad a partir de indicadores, umbrales de calidad, y ponderación según la percepción de la población
2. Se incorpora los valores de calidad peatonal como atributo a la red de calles sobre la que se va a llevar a cabo el análisis de redes en base a la calidad de la distancia peatonal, y se realizan las transformaciones necesarias para dicha finalidad
3. Se generan áreas de servicio basadas en la calidad de la distancia peatonal que permite la evaluación de otras cuestiones como la población servida.

3.1 . Método

El método se divide en cuatro etapas. Las tres primeras relativas a los componentes que intervienen en la distancia peatonal (distancia según modo de transporte, entorno urbano y características socio-demográficas) y la última etapa relativa a la agregación de componentes para la obtención de la distancia peatonal basada en la calidad.

3.1.1 . Distancia preestablecida según modo de transporte

Para obtener la distancia peatonal basada en la calidad es necesario tener como punto de partida la distancia estándar a considerar en función del modo de transporte. Estas distancias suelen ser de entre 400 y 600 metros para modos de transporte más locales como autobuses, tranvía, metros ligeros y autobús rápido (Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona, 2010; The city of Calgary, 2004; Wright & Hook, 2010), y distancias de entre 800 y 1200 metros para modos de transporte con una mayor velocidad y distancia como metro y tren (Vuchic, 2005)

Si bien atendiendo a la bibliografía la distancia que con mayor frecuencia se utiliza respecto al metro ligero se establece entre 400 y 800 metros, en esta investigación se ha escogido como distancia preestablecida la distancia de 500 metros. Esta distancia se justifica en base al ámbito de testeo y modo de transporte seleccionado para la aplicación del método que se desarrolla. En este sentido el proyecto

de la línea 1 de metro ligero de Granada establece una distancia peatonal de 500 metros para la evaluación de la cobertura de las paradas (Ferrocarriles de la Junta de Andalucía, 2008).

3.1.2. Calidad peatonal

Para evaluar el efecto del entorno urbano en la distancia peatonal al transporte público se utilizan los factores y medidas elaborados por (Talavera-García & Soria-Lara, 2015), según los cuales los factores utilizados (Tabla 2) hacen referencia a las necesidades respecto a caminar, accesibilidad, seguridad, confort y atractivo (Alfonzo, 2005). Además, la selección de factores responde en primer lugar a criterios de relevancia, aplicabilidad y comprensión (Niemeijer & de Groot, 2008, p. 18; Talavera-García & Soria-Lara, 2015). Los criterios de relevancia y comprensión son criterios frecuentes respecto a la dimensión de gestión, mientras que el criterio de aplicabilidad forma parte de la dimensión práctica. Y en segundo lugar a criterio de umbrales, el cual resulta de gran utilidad al permitir determinar cuándo llevar a cabo una acción (Niemeijer & de Groot, 2008, p. 18)

Para obtener los valores de calidad para cada uno de los factores considerados por los autores, los resultados de los indicadores se estandarizan siguiendo los criterios de los autores (Tabla 3).

Tabla 2.
Resumen de los factores e indicadores seleccionados.

| Necesidad | Factores | Indicadores | Unidades | Comentarios |
|---------------|-------------------|--------------------|---------------------------|---|
| Accesibilidad | Conectividad | Conectividad | # intersecciones | Número de intersecciones por segmento de calle |
| | Anchura acera | Anchura acera | metros | |
| Seguridad | Velocidad tráfico | Velocidad tráfico | Km/h | Límite de velocidad de la vía. A la velocidad máxima se considera el número de carriles |
| Confort | Arbolado | Densidad arbolado | Arboles/km ² | Número de arboles en el entorno de 20 metros desde cada árbol |
| Atractivo | Usos del suelo | Densidad comercial | Comercios/km ² | |

Fuente: Talavera-García y Soria-Lara (2015)

Tabla 3.
Estandarización de los niveles de calidad.

| Intervalo de calidad | Conectividad (# intersecciones) | Anchura acera (m) | Velocidad tráfico Velocidad (km/h) y carriles | Densidad arbolado (arboles/ha) | Densidad comercial (comercios/ha) |
|----------------------|---|-------------------|---|--------------------------------|---|
| 5 | Intervalos geométricos en función del valor máximo de conectividad registrado | > 3 | - | > 200 | Intervalos iguales en función del valor máximo registrado |
| 4 | | 3-2.25 | 20-30 | 200-150 | |
| 3 | | 2.25-1.5 | 50 (1 carril) | 150-100 | |
| 2 | | 1.5-0.9 | 50 (2 carriles) | 100-50 | |
| 1 | | < 0.9 | 50 (3 carriles) | < 50 | |

Fuente: Talavera-García y Soria-Lara (2015)

Tabla 4.
Valoración de los factores según la población y peso asignado respecto al factor distancia.

| Indicador | Puntuación factor | S.D. | Peso asignado |
|--------------------|-------------------|-------|---------------|
| Conectividad | 3.14 | 1.315 | 0.80 |
| Anchura acera | 3.94 | 1.140 | 1.01 |
| Velocidad tráfico | 3.75 | 1.168 | 0.96 |
| Densidad arbolado | 4.03 | 1.131 | 1,03 |
| Densidad comercial | 3.61 | 1.074 | 0.92 |

Fuente: Talavera-García y Soria-Lara (2015)

Además de los umbrales, para cada uno de los factores evaluados se obtiene un valor de importancia asignado por la población encuestada que se usarán a modo de pesos (Talavera-García & Soria-Lara, 2015). Para ello se transforman los valores obtenidos mediante encuesta a la población en una escala en la que el valor de referencia es el de distancia (Tabla 4). Esta transformación permite que los pesos sean más manejables de cara a introducirlos en la fórmula de la calidad de la distancia peatonal (Q-WD).

Una vez obtenidos los valores de los factores (Tabla 3) y sus correspondientes pesos (Tabla 4), se introducen en la siguiente fórmula para obtener el valor de calidad peatonal (WQ).

$$WQ = \left(\frac{\sum W_{acc} Q_{acc}}{n_{acc}} + \frac{\sum W_{seg} Q_{seg}}{n_{seg}} + \frac{\sum W_{con} Q_{con}}{n_{con}} + \frac{\sum W_{atr} Q_{atr}}{n_{atr}} \right) / 5$$

WQ = Calidad peatonal

W = Peso que da la población al factor considerado

Q = Calidad del factor del entorno considerado

n = número de factores considerados

El valor resultante de la calidad peatonal estaría en una escala de 1 a 5 en el que 5 representa la máxima calidad peatonal.

3.1.3. Calidad de la distancia peatonal

Una vez obtenido los valores de calidad, es necesario realizar un proceso de integración de la información para poder incorporarlo en el análisis de redes. En este sentido, se opta por un diseño de red viaria con división cada dos metros, que permita extraer la información de la calidad obtenida con gran detalle. Una vez introducidos los valores de calidad como atributo para el análisis de redes. Posteriormente, dicho atributo de la calidad del tramo de calle se convierte en un valor de fricción que modulará la distancia en función de la calidad siguiendo la siguiente fórmula, donde la distancia estándar preestablecida (D_0) con la finalidad de obtener una distancia peatonal basada en la calidad peatonal (QWD).

$$QWD = D_0 * WQ$$

Esta modulación se realiza siguiendo la tabla 5, según la cual se puede apreciar que valores de calidad 3 tiene un efecto neutro sobre la distancia, mientras que valores inferiores o superiores, disminuyen o incrementan, respectivamente, la distancia peatonal. Con tal finalidad, se cogen como referencia las distancias máximas y mínimas recogidas en la revisión de artículos referentes a la distancia peatonal al metro ligero.

Tabla 5. Efecto de los niveles de calidad peatonal en la fricción de la medida de distancia.

| Calidad | Ponderación |
|---------|-------------|
| 1 | 0,5 |
| 2 | 0,75 |
| 3 | 1 |
| 4 | 1,25 |
| 5 | 1,5 |

Fuente: elaboración propia

3.2. Ámbito de testeo

Como ámbito de testeo para aplicar los indicadores contenidos utilizados en la calidad de la distancia peatonal (Q-WD) se han seleccionado dos áreas de servicio de la línea de metro ligero (Figura 1), una en un entorno de movilidad motorizada y otra en un entorno de movilidad local como describe (Soria-Lara 2011). Estos entornos de movilidad seleccionados ligados al corredor de metro ligero de Granada, que se encuentra en fase de pruebas, suponen dos entornos de movilidad con características antagónicas como se detalla a continuación.

Antes de describir las principales características de los entornos de movilidad escogidos para el testeo de la medida desarrollada, resulta imprescindible comentar las principales características del proyecto de la línea 1 de metro ligero que se encuentra actualmente en fase de pruebas.

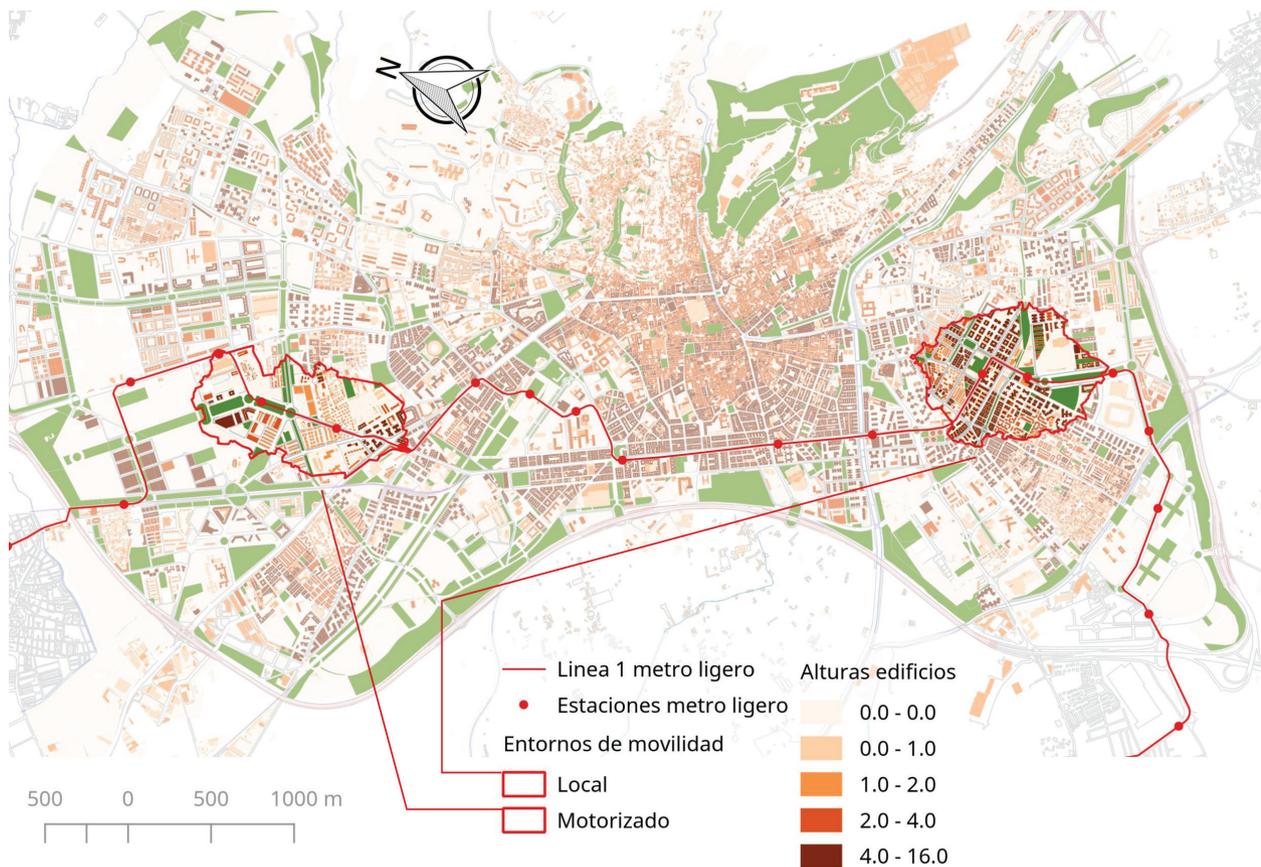


Figura 1. Ámbito de testeo.
Fuente: elaboración propia

La línea 1 de metro ligero (Tabla 6) conecta los núcleos metropolitanos de Albolote, Maracena y Armilla con la ciudad de Granada con un trazado de aproximadamente 16 kilómetros, a lo largo de los cuales se disponen un total de 26 estaciones de metro (23 en superficie y 3 subterráneas). El diseño del trazado responden a la demanda de acceso a diferentes centralidades urbana y metropolitanas como son la estación de autobuses, hospital Virgen de las Nieves, estación de ferrocarriles, campus centro de la Universidad de Granada, Palacio de Deportes, campo de fútbol Nuevo Los Cármenes y Campus Tecnológico de la Salud.

Respecto a los entornos de movilidad escogidos, en primer lugar y como expone Soria-Lara (2011), el entorno de movilidad orientado al tráfico se caracteriza por un flujo de vehículos privados muy elevado y una movilidad de proximidad irrelevante. Además es un entorno predominantemente residencial con una densidad de menos de 3000 casas/km², donde la población no puede satisfacer sus necesidades diarias debido a la baja actividad económica (53,56 usos / 1000 casas), lo que justifica su alto volumen de tráfico (384,27 vehículos / uso). En segundo lugar, el entorno de movilidad local posee una gran autonomía, siendo poca la movilidad que recibe desde otras secciones censales. Además son lugares con una alta densidad de población (> 9500 casas / km²), y donde la población residente puede cubrir sus necesidades diarias. Respecto al mix en el modo de transporte, el modo más extendido en estos lugares es a pie, siendo bajos los índices de motorización tanto de vehículos privados (46,02 vehículos / uso) como de transporte público (4,3 autobuses / uso del suelo).

Estos entornos de movilidad poseen características diametralmente opuestas que permiten evaluar cómo la distancia peatonal a las estaciones de metro ligero se ven condicionadas por la calidad del entorno peatonal que presentan los diferentes entornos de movilidad. Con tal finalidad, para la evaluación de la calidad del entorno peatonal en ambos entornos de movilidad se utiliza los indicadores y umbrales desarrollados en Q-PLOS (Talavera-García & Soria-Lara, 2015).

Tabla 6. Cuadro resumen metro ligero Granada "Metropolitano"

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Nº de líneas | 1 |
| Longitud total (m) | 15.923 |
| Nº de estaciones | 26 |
| N.º de estaciones soterradas | 3 |
| Estimación de viajeros (mill/año) | 12.9 |
| Pob. servida | 138.248 |
| Duración | 45' |
| Fase | Puesta en marcha |

Fuente: elaboración propia

4. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la aplicación de la fórmula Q-WD se muestran en dos partes, una primera parte relativa a los resultados de los indicadores de calidad peatonal de los entornos de movilidad evaluados y una segunda parte relativa a la medida de accesibilidad basada en cobertura para cada uno de los entornos evaluados en función de la calidad.

4.1 • Calidad peatonal de los entornos de movilidad

Los resultados de la calidad de los entornos de movilidad evaluados (Tabla 7), muestran como existen diferencias sustanciales entre el entorno de movilidad motorizado y el entorno de movilidad local. Mientras que en el entorno de movilidad local las calles presentan una calidad media-alta, las calles

del entorno de movilidad motorizado presentan una calidad peatonal baja o muy baja lo que las convierte en menos amables para ser recorridas por los peatones a la hora de acceder a las estaciones de metro ligero.

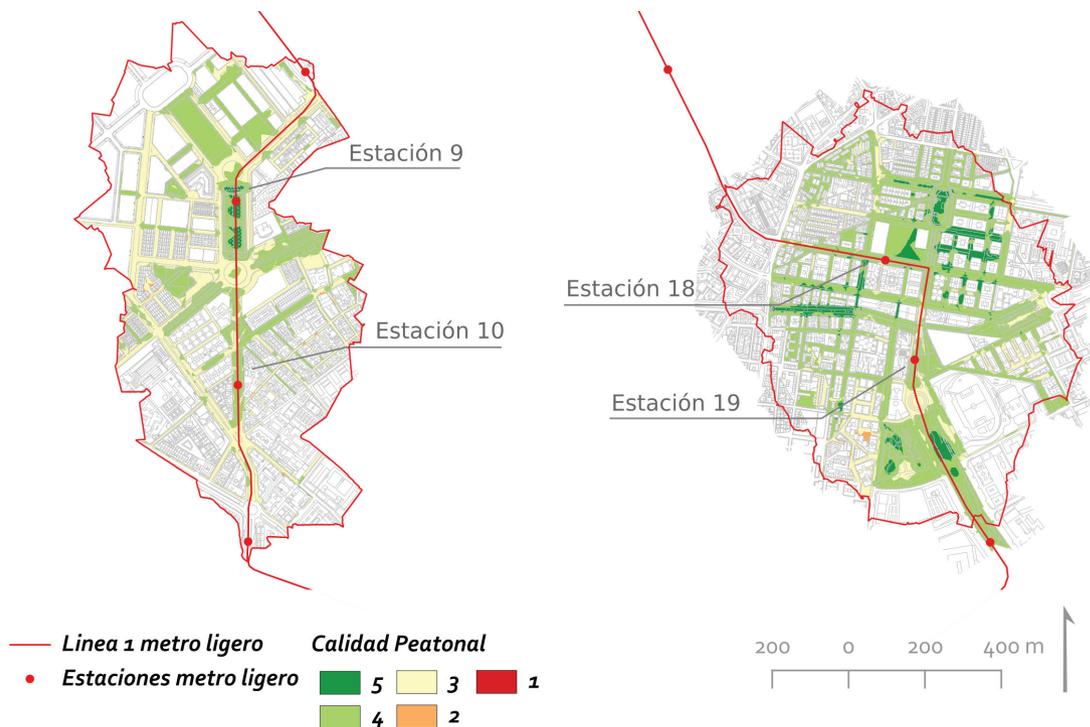


Figura 2. Calidad peatonal de los entornos de movilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de Talavera-García y Soria-Lara (2015)

Tabla 7.

Valores sintéticos de la calidad peatonal de los entornos de movilidad.

| | Calidad de las calles medido en % de superficie respecto al total | | | | | Calidad total |
|---------------------------------|--|---------|---------|--------|-----|------------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Entorno de movilidad motorizado | 2.13 % | 35.87 % | 60.04 % | 1.96 % | 0 % | 3 |
| Entorno de movilidad local | 4.42 % | 69.15 % | 26.17 % | 0.27 % | 0 % | 4 |

Fuente: Adaptado de Talavera-García y Soria-Lara (2015)

4.2. Calidad de la distancia peatonal a las estaciones de metro ligero

Una vez obtenidos los valores de calidad para la movilidad peatonal de las calles que componen los entornos de movilidad e introducidos los valores en la red peatonal, se obtienen las coberturas de las paradas de metro ligero de acuerdo a la calidad de la distancia peatonal. En este sentido y comparando con la cobertura estándar basada en la distancia se puede apreciar como en el entorno de movilidad motorizada, al poseer sus calles menor calidad peatonal, da lugar a una cobertura de paradas menor a la cobertura obtenida con la distancia preestablecida. Por el contrario, en el entorno de movilidad local se observa que la cobertura de las estaciones de metro ligero aumenta en la distancia dada la mayor calidad de sus calles.

Con lo que tomando como medida base los 500 metros expuestos en el proyecto de metro ligero, la distancia peatonal media en el entorno de movilidad motorizada disminuiría en base a la calidad peatonal de sus calles hasta una distancia de 555 metros, mientras que por el contrario el entorno de movilidad local la distancia peatonal se incrementaría hasta los 569,63 metros.

En este contexto, los resultados obtenidos evidencian que un entorno de movilidad peatonal, entendiendo este como un entorno local que potencia la peatonalidad (walkability), permite generar unas distancias peatonales de acceso al transporte público mayores que un entorno de movilidad motorizada con un diseño urbano poco orientado al peatón.

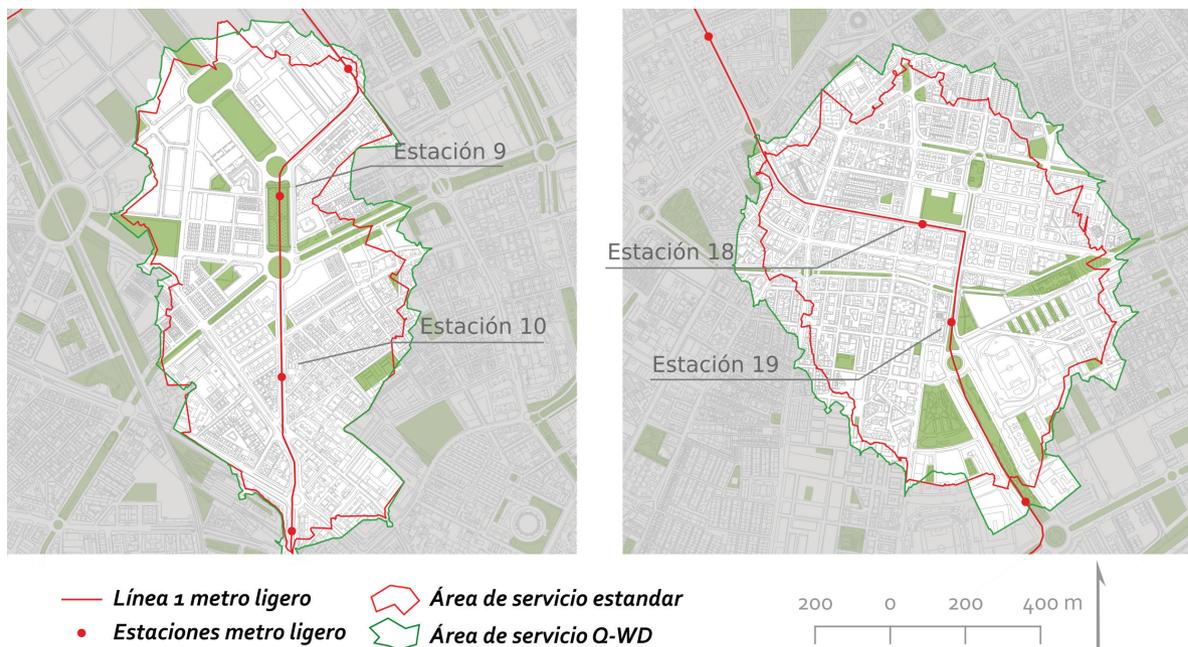


Figura 3. Áreas de servicio basada en distancia estándar y calidad de la distancia peatonal.
Fuente: Elaboración propia

Estos resultados en los que se aumenta la distancia peatonal al transporte público cuando se incrementa la calidad del recorrido se encuentra en la línea del trabajo llevadas a cabo por El-Geneidy, Grimsrud, Wasfi, Tetreault y Surprenant-Legault (2014) según el cual la distancia peatonal a los autobuses aumentaría en función de las características propias hasta los 524 metros. En el trabajo desarrollado en Canadá por Larsen & El-Geneidy (2010) la distancia peatonal por motivos de trabajo aumentaba hasta los 650 metros; en el de Seneviratne (1985) la distancia a metro ligero resultó en 287 metros. Por otra parte, en el contexto de Estados Unidos, O'Sullivan y Morrall (1996) obtienen distan-

cias peatonales medias de 444 metros y 527 metros (considerando el percentil 75 de las observaciones) para la estación de Sunnyside. Estos valores difieren de otras estaciones analizadas por su carácter local y por su vinculación a diferentes características del aparcamiento y puestos de trabajo. En esta línea cabe destacar el trabajo de Park et al. (2013) en el que prueban como, en base a datos obtenidos mediante encuestas y generando modelos a partir de las características del entorno urbano y social, la calidad del entorno de las estaciones permite aumentar la distancia peatonal al transporte público sobre todo a lo largo del corredor de transporte.

4.3 . Implicaciones de la calidad de la distancia peatonal en la evaluación de la población servida

Más allá del aumento o disminución de la distancia peatonal y la generación de áreas de servicio, estas variaciones en función de la calidad de la distancia peatonal tiene notables implicaciones sobre la población servida (Figura 4). En este sentido, dada la baja densidad de población en el entorno de movilidad motorizada, la población servida varía de manera menos intensa de la que tienen lugar en el entorno de movilidad local donde la densidad de población es muy alta.

Profundizando en esta cuestión, el estudio de demanda de la red de metro ligero (Ferrocarriles de la Junta de Andalucía, 2008) establece para las paradas 18 y 19 (lo que corresponde al entorno de movilidad local) una población servida de 23.307 (23.157 mediante nuestro análisis del área de servicio). No obstante, la consideración de un área de servicio a partir de la calidad de la distancia peatonal supone un incremento de la población considerada del 11,9% en el entorno de movilidad motorizada, mientras que en el área de movilidad local habría un aumento del 21,3% de población servida respecto a la población bajo un área de servicio con una medida de la distancia peatonal estándar (Figura 6). Además de estos cambios en la población servida, cabe prestar atención al solapamiento que se producen en las paradas que se encuentran en los entornos de movilidad evaluados. Así pues, el cambio de medida de la distancia peatonal da lugar, en

el caso del entorno de movilidad motorizada, a un incremento de 666 residentes en la zona de solapamiento, mientras que por el contrario, en el entorno de movilidad peatonal tiene lugar un incremento de 7204 personas que residen en la zona de solapamiento de las áreas de servicio. Este incremento del área de servicio de la parada 18, así como el solapamiento entre áreas de servicio de las paradas de metro, supone que la población residente servida por la parada 18 representa el 88,45% del total de la población servida en el entorno de movilidad local, lo que da lugar a cuestionarse la correcta ubicación de la parada 19 de la línea de metro ligero.

5. Conclusiones y líneas futuras

De acuerdo con los resultados obtenidos en la aplicación de la calidad de la distancia peatonal (QWD) y comparando con la medida basada en una distancia peatonal estándar al transporte público, el método desarrollado en este trabajo permite identificar de forma detallada el efecto del entorno urbano en el acceso al transporte público, en base a las necesidades de la población respecto de caminar. En este sentido los entornos de movilidad local poseen características más favorables que los entornos de movilidad motorizada para que tenga lugar una movilidad peatonal y accesibilidad al transporte público. En otras palabras, el entorno de movilidad local presenta las características necesarias para ser considerado un entorno peatonal, es decir, un entorno en el que la movilidad peatonal es prioritaria dada las características sociales y un diseño favorable que cubre las necesidades de la población respecto de caminar o acceder al transporte público, en este caso.

El diseño del método para la medida de la distancia peatonal basada en la calidad tiene importante mejoras respecto a los métodos tradicionales basados en una distancia peatonal preestablecida. La primera es que el método desarrollado tiene en consideración, a través de factores, las distintas necesidades respecto a caminar, lo que da lugar a una medida más ajustada a las características de la movilidad peatonal. La segunda es que la calidad de la distancia peatonal se ha diseñado teniendo presente los factores más relevantes en la movilidad peatonal según su frecuencia en las bibliografía académica. La tercera mejora respecto a la medida tradicional es la incorporación de las preferencias de la población respecto al diseño urbano desde su punto de vista como peatones.

Además de estas ventajas es necesario destacar la flexibilidad y facilidad de uso del método desarrollado. Además no precisa de grandes conocimientos estadísticos para entender los resultados. Todo ello se basa en la idea de desarrollo como una caja blanca que hace el método adaptable a las necesidades propias de evaluación de la accesibilidad al transporte público y las características del lugar en el que se aplica, mediante la adición o modificación de los valores de ponderación de los factores.

Finalmente la calidad de la distancia peatonal al transporte público supone una ayuda a la toma de decisiones dado que se basa en la medida tradicionalmente usada de la distancia peatonal para la generación de coberturas. Además el método QWD integra cuestiones del diseño urbano que son fundamentales para una buena integración espacial del transporte público en la ciudad.

Respecto a las líneas de avance, se contempla la posibilidad, una vez esté en funcionamiento la línea de metro ligero, de contrastar a través de una encuesta los resultados obtenidos. Esta encuesta a la población usuaria del metro ligero permitiría calibrar y validar el método desarrollado.

6. Referencias

- Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona. (2010). *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*. Retrieved from <http://www.ecourbano.es/imag/pdf/INDICADORES CIUDADES GRANDES Y MEDIANAS.pdf>
- Alfonzo, M. (2005). To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. *Environment and Behavior*, 37(6), 808–836. <https://doi.org/10.1177/0013916504274016>
- ARUP Group. (2016). *Cities Alive. Towards a walking world*.
- Aultman-Hall, L., Roorda, M., & Baetz, B. W. (1997). Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility. *Journal of Urban Planning and Development*, 123(1), 10–17. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(1997\)123:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1997)123:1(10))
- Bertolini, L. (1999). Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*, 14(2), 199–210. <https://doi.org/10.1080/02697459915724>
- Bertolini, L., & Dijst, M. (2003). Mobility Environments and Network Cities. *Journal of Urban Design*, 8(1), 27–43. <https://doi.org/10.1080/1357480032000064755>
- Bhuyan, P. K., & Nayak, M. S. (2013). A Review on Level of Service Analysis of Urban Streets. *Transport Reviews*, 33(2), 219–238. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.779617>
- Brown, B. B., & Werner, C. M. (2009). Before and After a New Light Rail Stop: Resident Attitudes, Travel Behavior, and Obesity. *Journal of the American Planning Association*, 75(1), 5–12. <https://doi.org/10.1080/01944360802458013>
- Brown, J., Thompson, G., Bhattacharya, T., & Jaroszynski, M. (2014). Understanding Transit Ridership Demand for the Multidestination, Multimodal Transit Network in Atlanta, Georgia: Lessons for Increasing Rail Transit Choice Ridership while Maintaining Transit Dependent Bus Ridership. *Urban Studies*, 51(5), 938–958. <https://doi.org/10.1177/0042098013493021>
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
- Chen, J., Shaw, S.-L., Yu, H., Lu, F., Chai, Y., & Jia, Q. (2010). Exploratory data analysis of activity diary data: a space-time GIS approach. *Journal of Transport Geography*. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.jtrangeo.2010.11.002>
- Das, S. S., Maitra, B., & Boltze, M. (2012). Planning of Fixed-Route Fixed-Schedule Feeder Service to Bus Stops in Rural India. *JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING-ASCE*, 138(10), 1274–1281. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000419](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000419)
- Delmelle, E. M., Li, S., & Murray, A. T. (2012). Identifying bus stop redundancy: A gis-based spatial optimization approach. *Computers environment and urban systems*, 36(5), 445–455. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurb-sys.2012.01.002>
- Djurhuus, S., Sten Hansen, H., Aadahl, M., & Glümer, C. (2016). Building a multimodal network and determining individual accessibility by public transportation. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1). <https://doi.org/10.1177/0265813515602594>
- Donaldson, R. (2006). Mass rapid rail development in South Africa's metropolitan core: Towards a new urban form? *Land Use Policy*, 23(3). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2005.02.003>

- El-Geneidy, A., Grimsrud, M., Wasfi, R., Tétreault, P., Surprenant-Legault, J., Tetreault, P., & Surprenant-Legault, J. (2014). New evidence on walking distances to transit stops: identifying redundancies and gaps using variable service areas. *Transportation*, 41(1), 193–210. <https://doi.org/10.1007/s11116-013-9508-z>
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Ferrocarriles de la Junta de Andalucía. (2008). *Modelización de la movilidad actual y futura en el área metropolitana de Granada tras la puesta en servicio de la red de metro ligero*.
- García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., & Cardozo, O. D. (2013). Walking Accessibility to Public Transport: An Analysis Based on Microdata and GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 40(6), 1087–1102. <https://doi.org/10.1068/b39008>
- Gehl, J. (1971). *Life between buildings: using public space*. Danish Architectural Press.
- Guerra, E., Cervero, R., & Tischer, D. (2011). *The Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments?* (UCB-ITS-VWP-2011-5). Berkeley.
- Hass-Klau, C., & Crampton, G. (2002). *Future of urban transport. Learning from success and weakness: light rail*. (E. and T. Planning, Ed.). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.
- Hernández, D., & Witter, R. (2015). Perceived vs. actual distance to transit in Santiago, Chile. *Journal of Public Transportation*, 18(4). <https://doi.org/10.5038/2375-0901.18.4.2>
- Hess, D. B. (2012). Walking to the bus: Perceived versus actual walking distance to bus stops for older adults. *Transportation*, 39(2), 247–266. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9341-1>
- Hess, D. B., & Almeida, T. M. (2007). Impact of proximity to light rail rapid transit on station-area property values in Buffalo, New York. *Urban Studies*, 44(5–6), 1041–1068. <https://doi.org/10.1080/00420980701256005>
- Jacobs, A. B. (1993). *Great Streets*. MIT Press.
- Kim, S. (2011). Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people's subjective transportation deficiency in the US. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(5). <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.011>
- Koushki, P. A. (1988). Walking characteristics in Central Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of Transportation Engineering*, 114(6). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1988\)114:6\(735\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1988)114:6(735))
- Kuby, M., Barranda, A., & Upchurch, C. (2004). Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(3), 223–247. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.10.006>
- Larsen, J., & El-Geneidy, A. (2010). Beyond the quarter mile: Re-examining travel distances by active transportation. *Canadian Journal of Urban Research*, 19(1 SUPPL.).
- Litman, T. (2016). *Accessibility for Transportation Planning Evaluating Accessibility for Transportation Planning*.
- Mitchell, L., Burton, E., Raman, S., Blackman, T., Jenks, M., & Williams, K. (2003). Making the outside world dementia-friendly: design issues and considerations. *Environment and Planning B-Planning & Design*, 30(4), 605–632. <https://doi.org/10.1068/b29100>
- Moniruzzaman, M., Páez, A., Paez, A., & Páez, A. (2012). A model-based approach to select case sites for walkability audits. *Health & Place*, 18(6), 1323–1334. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.09.013>
- Morency, C., Trepanier, M., & Demers, M. (2011). Walking to transit: An unexpected source of physical activity. *Transport Policy*, 18(6), 800–806. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.03.010>

- Niemeijer, D., & de Groot, R. S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators*, 8(1), 14–25. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.012>
- O'Sullivan, S., & Morrall, J. (1996). Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(1), 19–26. <https://doi.org/10.3141/1538-03>
- Olszewski, P., & Wibowo, S. (2005). Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore. In *Transit: Planning, Management and Maintenance, Technology, Marketing and Fare Policy, and Capacity and Quality of Service* (Vol. 1927, pp. 38–45). <https://doi.org/10.3141/1927-05>
- Park, S., Deakin, E., & Jang, K. (2013). Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2519(1), 193–210. <https://doi.org/10.3141/2519-17>
- Park, S., Deakin, E., & Jang, K. (2015). Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2519(1), 157–164. <https://doi.org/10.3141/2519-17>
- Pivo, G., & Fisher, J. D. (2011). The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments. *Real Estate Economics*, 39(2), 185–219. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2010.00296.x>
- Pozueta-Echavarri, J., Lamiquiz-Dauden, F., & Porto Schettino, M. (2009). *La ciudad paseable*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- Seneviratne, P. N. (1985). Acceptable Walking Distances in Central Areas. *Journal of Transportation Engineering*, 111(4), 365–376. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1985\)111:4\(365\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1985)111:4(365))
- Talavera-Garcia, R., & Soria-Lara, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. *Cities*, 45, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.03.003>
- The city of Calgary. (2004). *Transit Oriented Development Policy Guidelines*. Calgary. Retrieved from <https://www.idu.gov.co/documents/20181/1005391/Approved+TODPG+041206.pdf/dd7c6a24-0076-4da1-a6a7-88eaab33b8a3>
- Valenzuela Montes, L. M., Soria Lara, J. A., & Talavera Garcia, R. (2011). Towards integration of planning and metropolitan mobility projects in Andalusia, Spain. *SCRIPTA NOVA-Revista Electronica de Geografia y Ciencias Sociales*, 15(349).
- van de Coevering, P., & Schwanen, T. (2006). Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America. *Transport Policy*.
- Venturi, R., Brown, D. S., & Izenour, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form* (Revised ed). MIT Press.
- Vuchic, V. R. (2005). *Urban transit: operations, planning, and economics*. John Wiley & Sons.
- Wright, L., & Hook, W. (2010). *Guía de Planificación de Sistemas BRT*. New York: Institute for Transportation and Development Policy.
- Zacharias, J. (2001). Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments. *Journal of Planning Literature*, 16(1), 3–18. <https://doi.org/10.1177/08854120122093249>

Bloque V

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Índice

| | |
|--|-----|
| BLOQUE V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 299 |
| CAPÍTULO 10: DISCUSIÓN GENERAL | 301 |
| 10.1. La accesibilidad como estrategia para la integración del transporte público | 303 |
| 10.2. Evaluar los factores del entorno urbano y el entorno social en la accesibilidad | 306 |
| 10.3. La calidad de los entornos peatonales: hacia un transporte público más accesible e integrado | 310 |
| CAPÍTULO 11: CONCLUSIONES | 319 |
| 11.1. Sobre las hipótesis y objetivos | 321 |
| 11.2. Sobre la metodología | 323 |
| 11.3. Sobre las aportaciones | 324 |
| 11.3.1. Respecto a los indicadores y los umbrales: | 325 |
| 11.3.2. Respecto al método desarrollado y su espacialización: | 325 |
| 11.4. Sobre el ámbito de testeo | 326 |
| 11.5. Sobre las limitaciones | 327 |
| 11.6. Sobre las líneas futuras de investigación | 327 |
| REFERENCIAS | 331 |
| ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS | 349 |

capítulo 10
Discusión general

10.

La discusión general de la tesis se ha estructurado en tres apartados principales. En el primer apartado se aborda en el papel de la accesibilidad como estrategia para la integración del transporte público; en el segundo apartado se profundiza en la evaluación de los factores del entorno urbano y también socio-demográficos respecto a la accesibilidad; y finalmente el tercer apartado discute sobre el papel de la calidad de los entornos peatonales como precursores de una mayor accesibilidad e integración del transporte público.

La discusión sigue además las cuestiones de investigación planteadas en el Bloque I, así como la línea argumental seguida a lo largo de la tesis.

Dichas preguntas son:

1. ¿Es representativa la distancia peatonal como medida de accesibilidad al transporte? ¿Qué factores deben considerarse en los entornos peatonales?
2. ¿Cómo introducir factores del entorno urbano en la evaluación de la accesibilidad al transporte público?
3. ¿Qué percepción y actitud tiene la población en su faceta como peatones?
4. ¿Cómo caracterizar y evaluar los entornos peatonales para fomentar la accesibilidad al transporte público?

1 0 . 1 ■ La accesibilidad como estrategia para la integración del transporte público

Lograr la integración del transporte público en los entornos urbanos resulta una tarea fundamental de cara a convertir la movilidad urbana en una movilidad cada vez más sostenible. Sin embargo, alcanzar dicha integración es una tarea compleja, en la que intervienen planes de diferente naturaleza, diferentes escalas, diferentes agentes implicados, diferentes factores, etc. Si se retoma la contextualización del Capítulo 7 sobre los diferentes planes (urbanísticos, metropolitanos, de transporte y movilidad) vinculados con el proyecto de metro ligero de las principales áreas metropolitanas andaluzas, encontramos que en el Área Metropolitana de Sevilla ya está en funcionamiento la línea 1, en el Área Metropolitana de Málaga están operativas la línea 1 y 2, y en el Área Metropolitana de Granada la línea 1 se encuentra en fase de pruebas. Estos planes albergan en mayor o menor medida medidas dirigidas a integrar, específicamente el nuevo modo de transporte público. La identificación del carácter estratégico de estas medidas (ya que no es objeto de este trabajo evaluar su implantación efectiva a través de los proyectos puestos en servicio), constituye un potencial innovador que estimula, precisamente, los desarrollos metodológicos presentados en la tesis.

Estas medidas son de diferente tipología según el enfoque y ámbito al que estén destinadas (ambiental, urbanística, tecnológica, gestión y calidad, social, económica o modal), además, tienen un valor estratégico-sinérgico que podría potenciar la integración de los sistemas de metro ligero. En este contexto, cabe destacar que el efecto de las sinergias respecto a la movilidad sostenible y la calidad ambiental se produce, fundamentalmente, a una escala más urbana a través de planes urbanísticos y de movilidad. En este sentido, se puede apreciar, para el Área Metropolitana de Granada, la sinergia¹ de grado medio que se produce entre las medidas contenidas en el Plan General de Ordenación Urbana de Granada (PGOU) y las del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). No obstante, esta sinergia entre planes (PGOU – PMUS) a escala urbana, no se ve potenciada con sinergias relevantes entre las figuras anteriores y el proyecto de metro ligero.

¹ Se entiende por sinergia al efecto de mayor incidencia, sobre aspectos vinculados a la movilidad sostenible, resultante de la interacción entre dos o más innovaciones, en relación a su incidencia de forma independiente (Ver Contextualización en el Bloque IV)

Por otra parte, y atendiendo a la agrupación de medidas en función de sus sinergias (Ver Capítulo 7, Contextualización), se identifican cinco estrategias de integración en la planificación respecto a la integración de los sistemas de metro ligero en Andalucía. Del conjunto de estrategias definidas (de diseño urbano, de calidad ambiental, de gestión eficiente, de accesibilidad y de intermodalidad), son de especial interés en el contexto de esta tesis, las estrategias de accesibilidad y de diseño urbano, por la escala y el ámbito en el que tienen lugar (Figura 10.1), ya que considerar la accesibilidad peatonal a las paradas de metro ligero permite incidir, principalmente, sobre ambas estrategias, así como también sobre, la estrategia de calidad ambiental de forma colateral.

Respecto a la estrategia de diseño urbano, se identifican dos líneas de medidas para la integración de los sistemas de metro ligero. Una primera línea enfocada a introducir mecanismos que vinculen las intervenciones en suelo no consolidado desde la perspectiva de la movilidad sostenible, y una segunda línea que atiende, en el suelo consolidado, al diseño o rediseño de secciones de viario que den prioridad al transporte público y al transporte no motorizado (peatón y bicicleta). En esta línea estratégica se encuentran fuertes sinergias, para el caso de Granada, entre las medidas de peatonalización recogidas en el PGOU y PMUS, y la medida de rediseño viario con preferencia para el peatón que está recogido en el proyecto de metro ligero. En resumen, ambas líneas de acción ponen de manifiesto cómo se debe favorecer desde el diseño urbano el uso del transporte público y modos no motorizados.

Por su parte, en el marco de la estrategia de integración basada en la accesibilidad, se pueden identificar dos líneas de actuación: diseño de trazado con vinculación a centralidades y acceso a la red de transporte público desde el vehículo privado. Sin embargo, dado que la segunda de las líneas de actuación está directamente relacionada con el vehículo privado, no se ha considerado en esta tesis. La línea de actuación de diseño de trazado, que vincula las paradas de metro ligero con las principales centralidades, tiene como objetivo satisfacer la demanda de acceso a esos lugares por parte de la población. Como sucedía para la estrategia anterior, la accesibilidad peatonal se encuentra fuertemente relacionada con esta estrategia de integración, ya que, por lo general, no es posible una vinculación directa de las paradas con las centralidades, teniendo lugar, por consiguiente, una movilidad peatonal para el acceso.

Desde este enfoque, gana valor estratégico la accesibilidad peatonal al transporte público como instrumento potencial que favorece la integración espacial de las paradas de metro ligero como nexo que vincula la estrategia de accesibilidad con la estrategia de diseño urbano. Sin embargo, para que la accesibilidad peatonal favorezca la integración del metro ligero, teniendo en consideración el diseño urbano, es necesario profundizar en el concepto de accesibilidad peatonal y sus medidas. Dichas medidas son de diversa naturaleza dependiendo del componente de la accesibilidad sobre el que se focalice (ver fundamentación teórica). Es en ese marco en el que cobra valor y opera el concepto de distancia peatonal, como vector metodológico de las medidas de accesibilidad para evaluar, entre

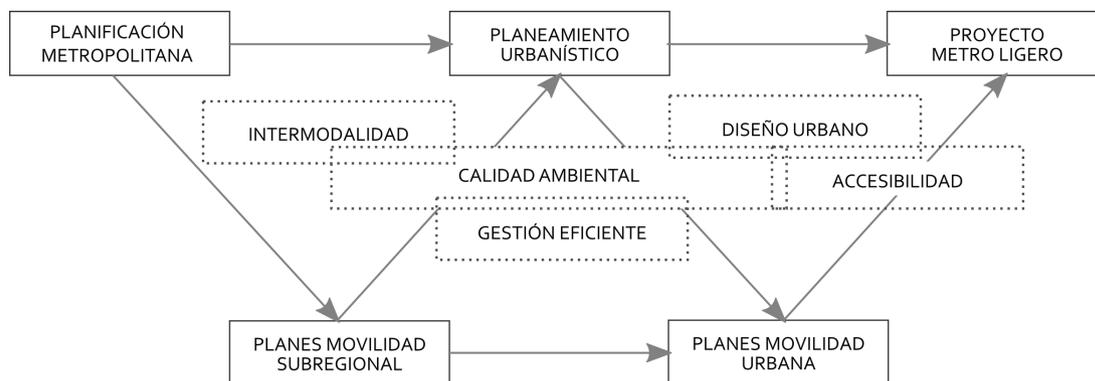


Figura 10.1. Estrategias para la integración de los sistemas de metro ligero en Andalucía.

Fuente: elaboración propia a partir de Luis M. Valenzuela-Montes, Soria-Lara, and Talavera-García (2011)

otras cuestiones, los usuarios potenciales, las centralidades cubiertas, etc. de las diferentes paradas de transporte público (del metro ligero de Granada, en nuestro caso).

Como muestra el **Artículo 1**, la distancia peatonal al transporte público frecuentemente usada en los análisis de accesibilidad ha sido de entre los 400 y 800 metros. Estas medidas tienen su origen, principalmente, en los desarrollos ligados al transporte (Transit-Oriented Development -TOD-), según el cual el radio de acción del transporte público es un cuarto de milla o media milla (Guerra, Certero, and Tischer 2011). No obstante, como también ha mostrado la revisión bibliográfica llevada a cabo, existe cierta variabilidad en la distancia peatonal en función del modo de transporte y el tipo de medida de la distancia peatonal. Así, cuando la medida de la distancia peatonal al transporte público se obtiene por medio de una encuesta a los usuarios, los valores de distancia peatonal varían, siendo el metro ligero (con un 60% de frecuencia de aparición en la revisión realizada) uno de los modos en los que más se utilizan encuestas para determinar la distancia peatonal. Respecto a la vinculación de la distancia peatonal con diversos factores, estos, en la mayoría de trabajos analizados, están relacionadas con cuestiones sociodemográficas, como edad, género, raza o ingresos; así como a factores relativos al entorno urbano, como la propia tipología de entorno (Seneviratne 1985), el diseño del mismo (El-Geineidy et al. 2014; O'Sullivan y Morrall 1996) o los usos del suelo (Aultman-Hall, Roorda y Baetz 1997; Moniruzzaman, Paez y Páez 2012). Sin embargo, esta relación entre distancia peatonal y factores no es igual para todos los modos de transporte, sien-

do mayor el número de factores considerados que analiza el sistema de metro ligero, donde la media de factores por artículo revisado es de 5, 6 en el caso de aquellos artículos en el que el tipo de medida utilizada ha sido el de encuesta. Entre estos factores, los más frecuentes son los ligados a la tipología urbana, población y sexo y edad de la población.

Por tanto, los resultados obtenidos de la revisión de la bibliografía especializada (Figura 10.2) llevada a cabo en el Artículo 1 evidencian que el metro ligero posee un mayor potencial para la integración, siendo un modo de transporte cuyo éxito depende en buena medida de su vinculación con las diferentes características del entorno urbano y de la población que en ellos residen.

En este contexto y respondiendo a la primera parte de la pregunta de investigación planteada (Pregunta 1) **¿Es representativa la distancia peatonal como medida de accesibilidad al transporte?** Los hallazgos presentados en el Artículo 1 muestran cómo la distancia peatonal varía en función del tipo de medida de la distancia utilizada y la vinculación con diversos factores relativos a las características del entorno urbano y sociodemográfico. Por tanto, la distancia peatonal aceptable debe tener en cuenta la calidad de la distancia más allá de la distancia preestablecida comúnmente utilizada. Se demuestra además que la consideración de diferentes factores asociados a la distancia peatonal pueden hacer que ésta aumente en los lugares con una alta calidad del entorno, y disminuya en aquellos lugares con una baja calidad del entorno (Park, Deakin, & Jang, 2015). Por consiguiente, si las paradas de un modo de transporte como el metro ligero se locali-

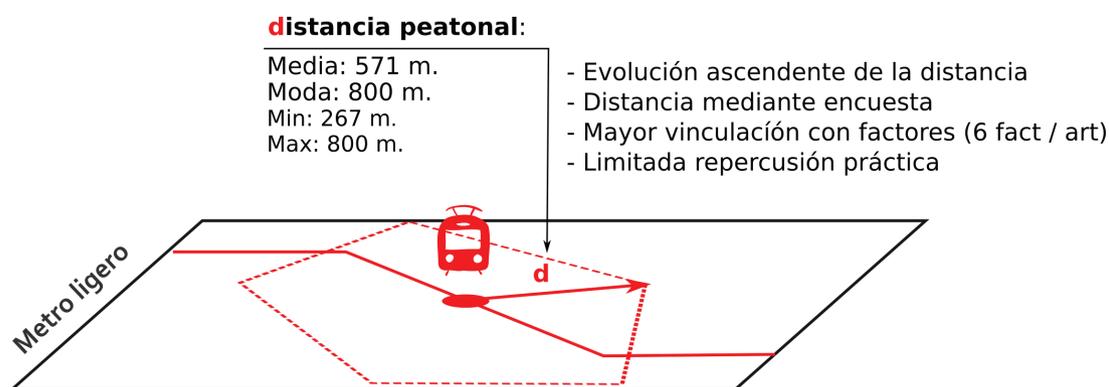


Figura 10.2. La distancia peatonal en la accesibilidad al modo metro ligero: principales características y factores. Fuente: elaboración propia a partir de artículo 1

zan en un entorno urbano con calidad para el peatón, o se lleva a cabo un rediseño urbano en esta línea (durante la fase constructiva del proyecto), ello contribuirá a que dicho transporte público tenga una mayor integración urbana. En este contexto es donde nuevas medidas de accesibilidad al transporte público basada en las características del entorno

urbano y de la población, como la propuesta en la tesis, pueden marcar una diferencia fundamental a la hora de procurar una mayor integración de los modos de transporte público, ya que se trata de una medida que considera, no sólo la distancia, sino también otros factores que influyen en la movilidad peatonal en general y por tanto la accesibilidad.

10.2. Evaluar los factores del entorno urbano y el entorno social en la accesibilidad

A la vista de los resultados obtenidos en el Artículo 1, el Artículo 2 trata de profundizar en los factores más relevantes relacionados con la movilidad peatonal y que pueden dar lugar a una mejora de la calidad de los entornos peatonales y así de la accesibilidad a las paradas de metro ligero. Para dar respuesta a la segunda parte de la pregunta de investigación 1 **¿Qué factores deben considerarse en los entornos peatonales?** En el artículo 2 se realiza una revisión bibliográfica sobre los factores relacionados con la movilidad peatonal, cuyos resultados ponen de relieve la complejidad y diversidad de funciones del peatón en el medio urbano, y las implicaciones que las diferentes perspectivas a la hora de tratar la figura del peatón poseen en la consideración de factores. En primer lugar, se evidencia cómo la evaluación de la movilidad peatonal ha evolucionado desde enfoques deterministas en los que se analiza de forma específica el acceso o el entorno urbano, hasta un enfoque más holístico o mixto en el que la movilidad peatonal es una acción compleja en la que confluyen características básicas como modo de transporte e interacciones con el entorno. Por tanto, el fomento de la movilidad y accesibilidad peatonal debe estar basado en la creación de un fuerte “sentido de lugar” considerando diferentes factores. No obstante, tal y como se ha puesto de manifiesto en la tendencia de los factores en el marco temporal analizado, el número de factores a considerar debe ser, en la medida de lo posible reducido, aportando riqueza en los análisis y siendo, al mismo tiempo, fácilmente manejables por parte del conjunto de actores. En este sentido, los factores con una mayor representatividad dentro de los recogidos en la revisión, han sido los factores “distancia hasta destino”, “usos del suelo”, “tipo de acera” o “arbolado”.

Por otra parte, además de considerar la representatividad de los factores que condicionan la movilidad peatonal desde el punto de vista de la literatura científica, es necesario conocer hasta que punto estos factores son más o menos relevantes para los peatones a la hora de desplazarse a pie. En esta línea, en el Artículo 2 se muestra de forma complementaria una revisión de artículos científicos en los que la población o un panel de expertos, a través de encuestas, jerarquiza los diferentes factores urbanos según la importancia que le otorga a los mismos. La puesta en común de la valoración de la población o grupo de expertos pone de manifiesto cómo los factores con mayor valoración por parte de la población difieren de aquellos que con mayor frecuencia son recogidos en los artículos. En este sentido, y teniendo en cuenta la relación entre frecuencia y valoración, destacan factores como la iluminación, el tipo de acera o el volumen de tráfico, entre otros. Sin embargo, estas valoraciones presentan factores en los que la variabilidad es baja, y por tanto el factor se percibe como importante en todos los casos, como sucede con el factor iluminación, la conectividad o la distancia; y otros factores en los que a pesar de poseer una alta valoración media, presentan una alta variabilidad de los valores, como sucede con el factor usos comerciales, el tipo de acera o el verde urbano. Estas diferencias en la importancia que le otorga la población a los distintos factores pone de manifiesto la fuerte componente local que difiere entre contextos espaciales y escalares, y que es esencial tener en cuenta a la hora de evaluar la movilidad peatonal, siendo por tanto fundamental conocer la opinión de la población residente a la hora de considerar los factores del entorno urbano. Únicamente así, será posible diseñar entornos de movilidad peatonal de calidad

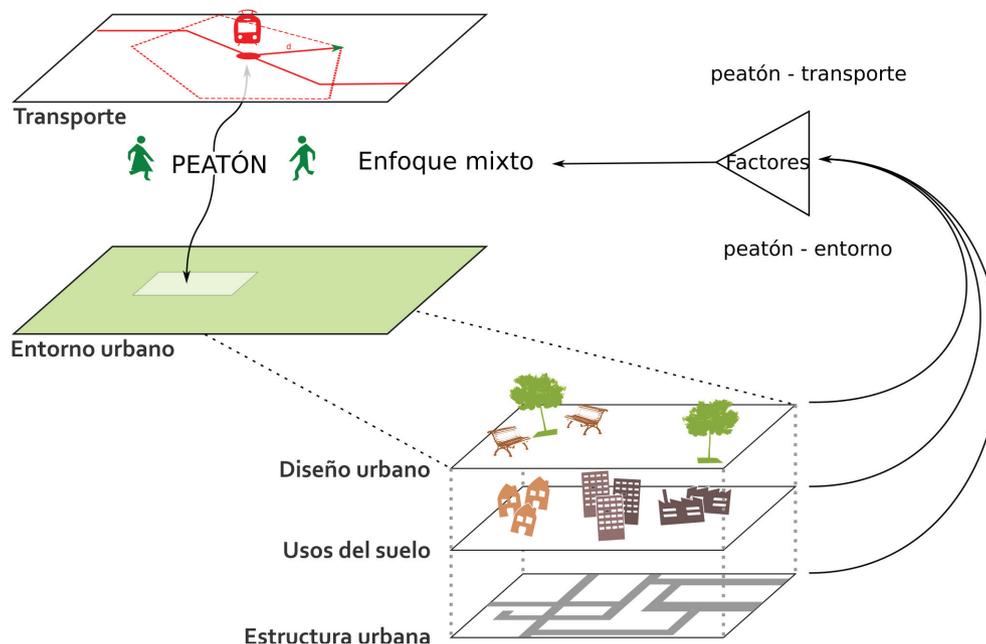


Figura 10.3. Factores del entorno urbano y su relación con la movilidad peatonal.
Fuente: elaboración propia a partir de artículo 2

que permitan incrementar la accesibilidad al transporte público.

En definitiva, por un lado es necesario tener presente cuáles son los factores más representativos que influyen en la movilidad peatonal y por consiguiente en la calidad de la distancia al transporte público, como base de las medidas de accesibilidad. Por otro lado, es necesario conocer cómo estos factores son percibidos por la población que habita en los entornos urbanos a evaluar, en este caso la población de Granada. Sin embargo, además del criterio de representatividad de los factores y la valoración que de ellos haga la población, la elección de factores deber responder a otros criterios relacionados con la facilidad y comprensión por parte de los diversos actores implicados. Además de estos tres criterios principales, que se han seguido a lo largo del desarrollo de la tesis, se podrían identificar otros criterios para seleccionar factores que permitan realizar comparativas.

Desde esta perspectiva y dando respuesta a la pregunta de investigación 2 **¿Cómo introducir factores del entorno urbano en la evaluación de la accesibilidad al transporte público?**, el Artículo 3 trata de evaluar el efecto de varios factores relativos a la estructura urbana en la accesibilidad a las paradas de transporte público. Mediante la sintaxis espacial (Space Syntax), el artículo analiza el efecto de la configuración espacial de la red de calles en la accesibilidad de las paradas de metro ligero, analizándose la conectividad, la *integración global y local*², así como la profundidad visual. Estos factores, relativos a la configuración de las calles, muestran como existen diferencias significativas en la localización de las paradas de metro ligero analizadas en el ámbito de testeo, más allá de que todas ellas se encuentren en entornos de alta densidad de población y respondan a entornos de movilidad local. El análisis de la integración muestra cuáles son las paradas más accesibles, teniendo en cuenta la estruc-

2 Las medidas de integración global y local son un indicador de la Sintaxis Espacial (Space Syntax) relativo a la estructura urbana según el cual mide la posición jerárquica que ocupa cada uno de los segmentos de calle respecto al conjunto, ya sea a nivel de toda la ciudad (integración global) o a escala más de barrio (integración local)

tura urbana. En este sentido, a mayor integración mayor predisposición a que por ese tramo tengan lugar una mayor movilidad peatonal. Por otra parte, el análisis de la profundidad visual evidencia el hecho significativo que supone la presencia de varios espacios públicos alrededor de la parada, que además de los beneficios ambientales que aportan estos espacios públicos, permiten fortalecer la atracción de las paradas de metro ligero y fomentar su accesibilidad peatonal.

En definitiva, el Artículo 3, cuyo núcleo reside en la configuración espacial como factor determinante en la atracción y accesibilidad peatonal, supone diferencias conceptuales, metodológicas y operativas en la evaluación de la accesibilidad peatonal de las paradas de metro ligero respecto a las consideraciones más tradicionales (basadas exclusivamente en la distancia). Además, si bien alguno de los indicadores utilizados para analizar la integración puede resultar conceptualmente complejo, como la *integración global y local* o, el indicador de la conectividad tiene, por el contrario, la ventaja de resultar de fácil entendimiento y aplicación. En este sentido, los indicadores utilizados para analizar la estructura urbana no están basados en valores estándar establecidos, que requieran del conocimien-

to normativo para comprender si los resultados son más o menos positivos, sino que su valor se encuentra en la facilidad para la comparativa, siendo más positivos cuanto mayor es el valor y menos positivos cuanto menor es el valor obtenido en el análisis. No obstante, hay que tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la revisión de los resultados que, si bien el valor del entorno puede ser muy positivo en términos generales, el valor calle en la cual se localiza la parada de metro ligero, puede afectar negativamente. Por ejemplo, este hecho se evidencia en el entorno de la parada n.19 del corredor del metro ligero de Granada al aplicar el análisis de conectividad e integración, los cuales dan como resultado que la calle en la que se localiza la parada posee niveles menores de integración y conectividad que las calles de las otras paradas analizadas. Por tanto, cabe volver a resaltar de que la utilización de este tipo de indicadores resulten muy positivos tanto para la facilidad de entendimiento, la aplicación y la comparativa entre entornos de movilidad ligados, en este caso, a las paradas de metro ligero.

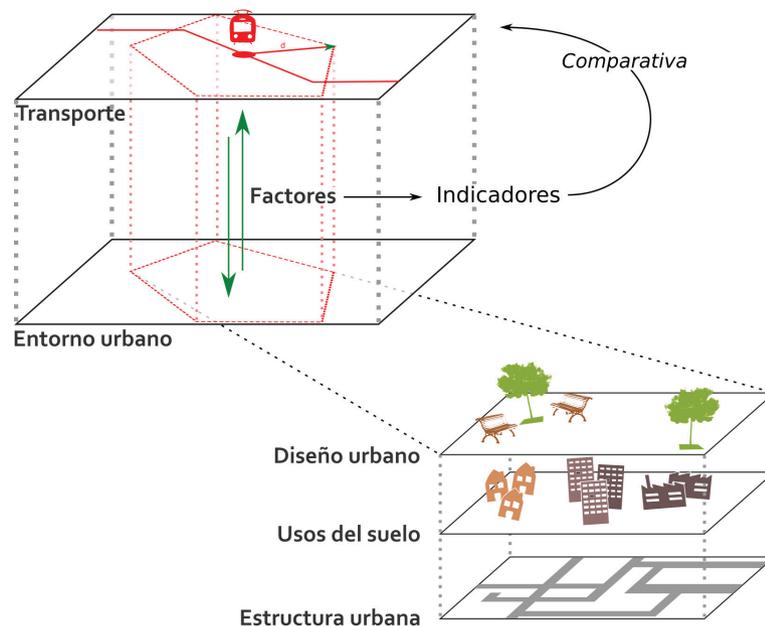


Figura 10.3. Integración de factores del entorno urbano en la evaluación de la accesibilidad.
Fuente: elaboración propia a partir de artículo 3

Una vez afrontado cómo evaluar los factores ligados a la movilidad y accesibilidad peatonal, es preciso abordar la cuestión de **¿Qué percepción y actitud tiene la población en su faceta de peatones?** (Pregunta de investigación 3). Para dar respuesta a esta pregunta de investigación, en el **artículo 4** se diseña una encuesta, en la que a partir de una serie de bloques de preguntas se identifica cuestiones de demografía, actitud respecto a caminar, influencia de la forma urbana respecto a la distancia, preferencias respecto a los factores del entorno urbano y preferencias visuales de la población. Al respecto, cabe destacar cómo los resultados obtenidos muestran una actitud favorable respecto a caminar, destacando la consideración de que caminar es beneficioso para la salud, que beneficia al medio ambiente y que además supone un ahorrar monetario. Por el contrario, la población destaca que no ha tenido malas experiencias caminando y que no le hace sentir “inferior” respecto al coche. Esta actitud de la población, que percibe un efecto positivo el hecho de caminar (personal, ambiental y económico) supone una importante base sobre la que poder llevar

a cabo actuaciones para la mejora peatonal de los entornos de movilidad como estrategia y acción de diseño urbano para la accesibilidad e integración de las paradas de transporte público.

Por otra parte, es necesario conocer cómo percibe la población de Granada, como peatones, los distintos factores del entorno urbano. A este respecto, la población encuestada considera como factores más importantes a tener en cuenta: la iluminación ($M=4,13$)³ la presencia de arbolado ($M=4,02$), la anchura de acera ($M=3,92$), la presencia de espacios públicos ($M=3,91$) y la velocidad del tráfico ($M=3,74$) entre otros. Por consiguiente, se puede considerar que las calles con mayor calidad respecto los factores más valorados por la población como peatones serán las calles más deseadas para caminar. Sin embargo, es necesario tener en cuenta una perspectiva funcional, o en otras palabras, las tipologías de calle. En este sentido los resultados de la encues-

3 Valores de importancia entre 1 y 5 donde 1 es nada importante.

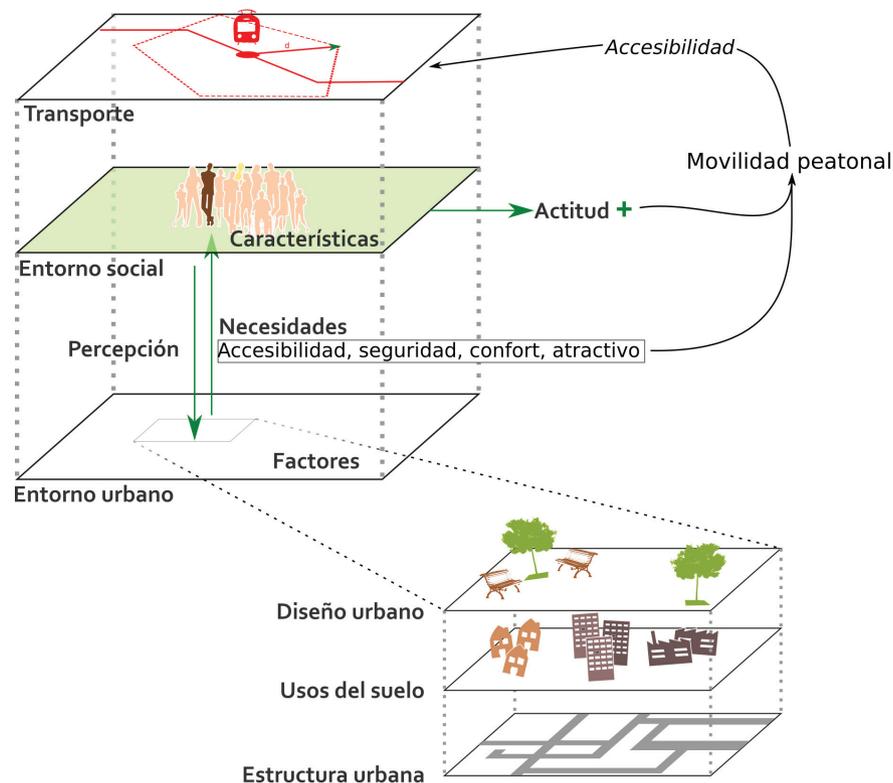


Figura 10.4. Actitud de la población y percepción del entorno urbano como peatones.
Fuente: elaboración propia a partir de artículo 4

ta revelan que las calles de tipología -bulevar- son las mejor valoradas en Granada (M=4,00), seguido por las calles de tipología comercial(M=3,59). Esta preferencia responde a la alta multifuncionalidad presente en la tipología bulevar, en la que la población destaca la anchura de sus aceras (M=4,52), la relación entre la anchura de sección y la altura de los edificios (M=4,31), y la presencia de paradas de transporte público (M=4,15). Tipologías de calle bulevar y comercial, en Granada, permiten apreciar cómo la confluencia de un diseño urbano adecuado, junto con la densidad de la ciudad compacta, y la densidad y diversidad de usos, dan lugar a entornos de calidad que favorecen la movilidad peatonal (Figura 10.4).

Vista la utilidad de la utilización de indicadores ambientales para evaluar diferentes factores relacionados con el entorno urbano en el contexto de la accesibilidad a las paradas del metro ligero; y la importancia de la actitud y percepción de la población respecto a los factores, se ha integrado ambas perspectivas bajo la idea de calidad.

10.3 . La calidad de los entornos peatonales: hacia un transporte público más accesible e integrado

En el contexto anteriormente expuesto, se plantea el concepto de calidad peatonal como concepto en el que se integra una visión objetiva y subjetiva sobre las características que presentan los entornos urbanos respecto a la movilidad peatonal y que favorecen la accesibilidad al metro ligero.

El concepto de calidad peatonal responde a la pregunta **¿Cómo caracterizar y evaluar los entornos peatonales para fomentar la accesibilidad al transporte público?** (Pregunta de investigación 4). Así, el artículo 5 propone el método CPEM (Caracterización Peatonal de Entornos de Movilidad) para la caracterización y evaluación de entornos de movilidad desde el punto de vista de su calidad peatonal (Figura 10.5). El método se diseña a partir de una selección de factores representativos (recogidos en los artículos 1 y 2) y que están asociados a cada una de las necesidades que se deben satisfacer para que tenga lugar la acción de caminar (accesibilidad, seguridad, confort y atractivo). Además, la selección de factores responde a una serie de criterios para los indicadores utilizados, criterios de representatividad, facilidad de aplicación y de comprensión.

En una segunda fase, el método establece una estandarización de los resultados que permiten obtener información sobre la calidad de cada factor de forma que pueda ser fácilmente comparable y entendible. Finalmente, el método se testea sobre dos entornos de movilidad en el corredor del metro ligero que han sido anteriormente caracterizados por Soria-Lara (2011); un entorno de movilidad orientado al tráfico motorizado y un entorno de movilidad por proximidad y alcance local en el que tiene lugar una movilidad peatonal y que por tanto se corresponde con la idea de entorno peatonal. La aplicación del método CPEM en cada uno de estos entornos de movilidad muestra como el entorno de movilidad por proximidad y alcance local, responde cómo un entorno peatonal, donde tienen lugar valores de calidad altos para los factores analizados, mientras que por el contrario el entorno de movilidad motorizada muestra valores más bajos de calidad peatonal (Figura 10.6). Esta diferencia en la calidad de los entornos viene determinada, principalmente por la menor densidad de tejido comercial y mayor espacio para el vehículo privado.

Este método basado en la calidad posee como ventajas más relevantes su sencillez y flexibilidad, lo que influye indudablemente en su nivel de exportabilidad. El método es sencillo de aplicar fundamentalmente porque no requiere de la utilización de ningún software específico más allá de software GIS comúnmente utilizado en el sector académico y profesional. Tampoco se ha precisado de la utilización de técnicas estadísticas complejas para entender los resultados obtenidos. Estas son grandes ventajas, ya que se facilita enormemente su utilización potencial en el ámbito profesional. Tanto el modelo conceptual utilizado en su diseño, como las distintas fases que conforman CEPM, convierten a éste en una herramienta metodológica capaz de operar en ámbitos escalares, competenciales y contextuales diferentes; por ejemplo, en varios tipos de entornos de movilidad ligados al metro ligero (entornos de estaciones de transporte público, de centralidad metropolitana, etc.), así como en entornos de parada de diferentes modos de transporte. Además, su flexibilidad se fortalece en la medida en que CEPM ha sido concebido como un modelo de caja blanca, donde sus posibles usuarios pueden decidir sobre el tipo de indicadores, el nivel de interacción

de éstos, etc. permitiendo ajustar dicho modelo a la evaluación respecto a necesidades específicas (accesibilidad, seguridad, confort, atractivo).

Además, el método CEPM permite obtener resultados tanto de forma desagregada para cada uno de los factores evaluados (densidad de arbolado, complejidad comercial, anchura de acera, etc.) como de forma conjunta, a través de un valor final resultado de la ponderación de cada factor según las preferencias de la población. Así, la obtención de un valor agregado o de conjunto puede contribuir a reforzar la utilidad de CEPM en la toma de decisiones. Esencialmente porque sintetizar la caracterización de la calidad peatonal en un único valor final posibilita la comparación entre entornos de movilidad de forma ágil y clara, permite acercar la evaluación realizada a técnicos que no son especialistas en el campo pero que necesariamente intervienen en la toma de decisiones, y reduce posibles barreras comunicativas entre los diferentes campos disciplinares que se dan cita en el proceso de planificación de la movilidad urbana.

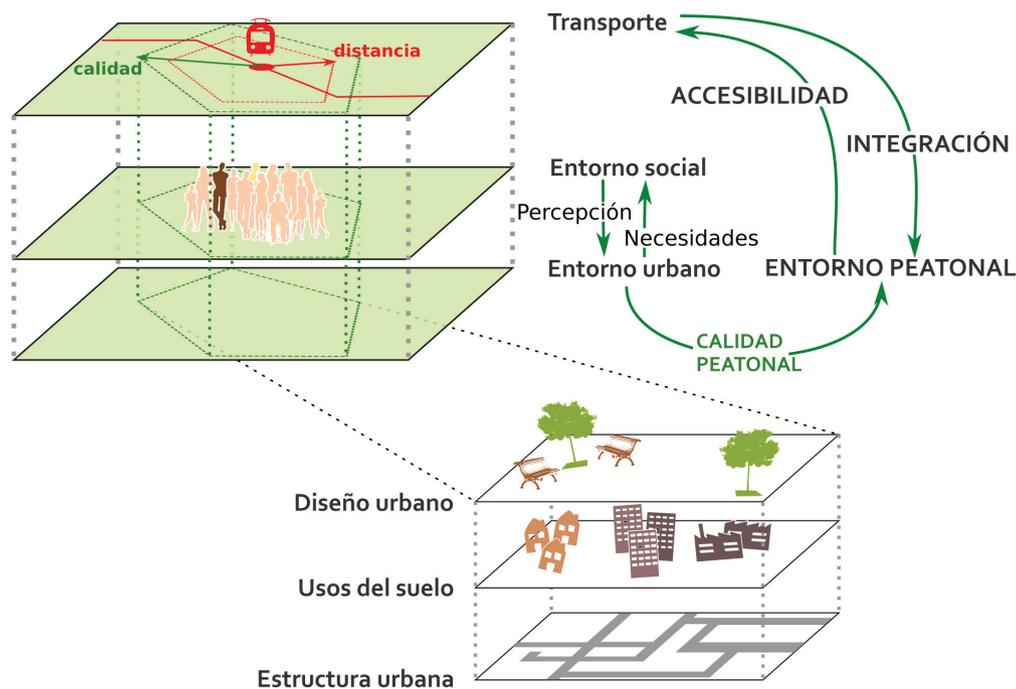


Figura 10.5. Calidad de los entornos peatonales como entornos de accesibilidad e integración del transporte público.

Fuente: elaboración propia a partir de los artículos 5, 6 y 7

La aplicación del método CPEM para los entornos de movilidad permite evidenciar como los entornos peatonales poseen una mayor calidad para la movilidad peatonal, a la vez que muestra aspectos que serían susceptibles de mejora a través de diferentes actuaciones. Además este método puede integrarse en las diferentes medidas de accesibilidad peatonal, como se ha mostrado en los artículos 6 y 7. Bajo este planteamiento, el Artículo 6 muestra el resultado de combinar la calidad peatonal con la medida de accesibilidad basada en la infraestructura como es los niveles de servicio peatonal, mientras que en el Artículo 7 se lleva a cabo una evaluación de la accesibilidad mediante medida basada en la actividad, como es la distancia de cobertura.

En el **Artículo 6**, partiendo de la medida de accesibilidad basada en niveles de servicio, y en particular la medida basada en los niveles de servicio peatonal (Pedestrian Level of Service -PLOS-), se rediseña dicha medida introduciendo el método CPEM (desarrollado en el Artículo 5) obteniendo así la medida alternativa denominada Q-PLOS (Quality Pedestrian Level of Service). Esta adaptación supone aplicar toda la experiencia acumulada en los artículos precedentes, ajustando la selección de indicadores al objetivo de evaluar la accesibilidad a las paradas de metro ligero. Esta adaptación ha supuesto: mantener aquellos factores que mejor respondían a los criterios de representatividad, facilidad de aplicación y comprensión, como la anchura de acera o la densidad de arbolado; ajustar algunos indicadores de los utilizados, como la complejidad comercial, que requería mayor esfuerzo en la aplicación; e incorporar otros indicadores como la conectividad, que posee una fuerte repercusión en la accesibilidad estructural de los entornos de movilidad.

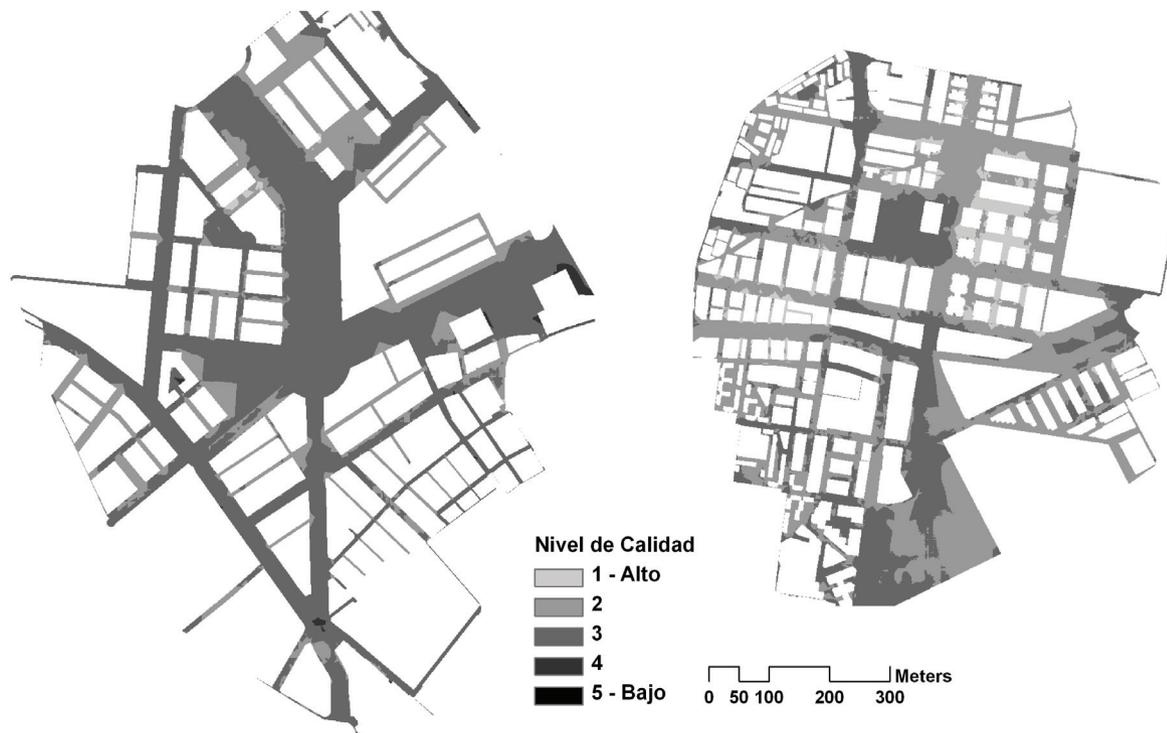


Figura 10.6. Calidad de los entornos de movilidad motorizada (izquierda) y local (derecha).
Fuente: elaboración propia a partir de artículo 5

El diseño de la medida Q-PLOS supone, principalmente, adoptar las ventajas de la medida basada en los niveles de servicio, lo que permite un fácil entendimiento de los resultados por su sistema de valoración. Pero además, permite evaluar el entorno urbano desde las necesidades del peatón a la hora de caminar. En este sentido, Q-PLOS supone una mejora de las medidas PLOS en las que únicamente suele contemplarse factores que cubran las necesidades de accesibilidad o seguridad del peatón. Por otra parte, los resultados obtenidos de la aplicación de la medida Q-PLOS permite, como sucedía con el método CPEM, obtener información más detallada de las características del entorno urbano y social relacionada con la movilidad peatonal, lo que permitiría mejorar aquellos puntos y aspectos más deficientes de acuerdo a la estrategia de movilidad peatonal marcada.

Además, dado que la medida Q-PLOS incorpora tanto factores del entorno urbano orientados a satisfacer las necesidades de la población respecto a caminar y la ponderación de los factores en función de la importancia que la población residente en ese entorno urbano le otorga, los resultados que se obtienen de la aplicación de esta medida de accesibilidad basada en la calidad poseen un mayor ajuste a la realidad.

Por otra parte, respecto a los resultados obtenidos de la aplicación de la medida en los entornos de movilidad orientada al tráfico motorizado y el entorno de movilidad local, los resultados muestran como la calidad del entorno de movilidad local es superior (nivel de servicio B) a la calidad del entorno de movilidad motorizada (nivel de servicio C)(Figura 10.7). En este sentido, las características presentes en este entorno de movilidad local hacen que funcione como un entorno peatonal, favoreciendo la movilidad peatonal a través de los factores del entorno

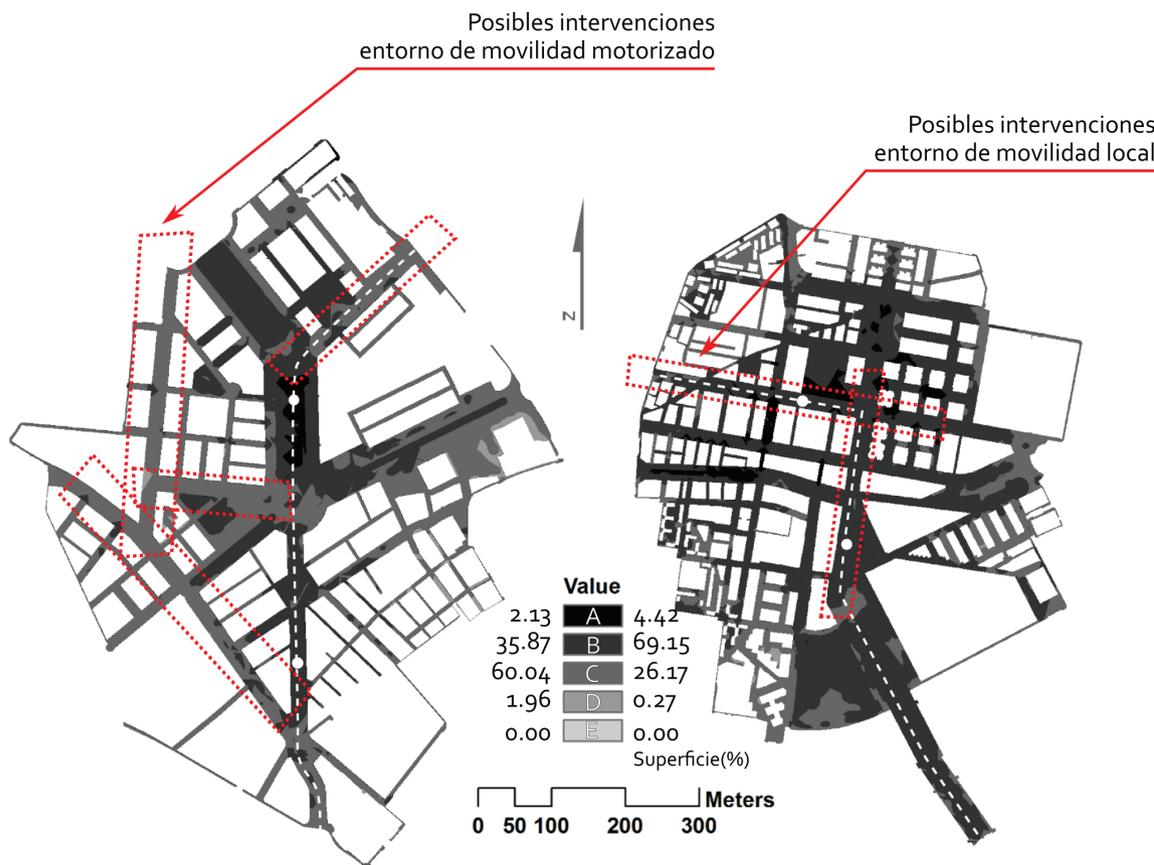


Figura 10.7. Comparativa de los niveles de servicio para el entorno de movilidad motorizada y local. Fuente: elaboración propia a partir de artículo 6

urbano (como el arbolado, el tejido comercial, o la conectividad) y satisfaciendo las necesidades de la población residente respecto a caminar. Desde otra perspectiva, si bien en ambos entornos el proyecto de metro ligero puede llevar a cabo intervenciones para incrementar el nivel de servicio a través de la intervención sobre los factores con menor nivel de calidad, en el entorno de movilidad local dicha mejora requerirá una menor intervención que la necesaria para el entorno de movilidad motorizada. Así pues, los entornos de movilidad peatonal, como es el caso del entorno de movilidad de proximidad y alcance local evaluado en este Artículo 6 (en torno a las paradas 18 -Hípica- y 19 -Andrés Segovia- del corredor del metro ligero de Granada, Véase Capítulo 9), presentan mejores niveles de servicio atendiendo a la calidad peatonal del entorno, lo que fomenta la accesibilidad peatonal al metro ligero, así como su integración espacial.

El **Artículo 7** desarrolla en base a la medida tradicional de cobertura de parada de 500 metros, un área de servicio basada en la calidad del entorno urbano y las preferencias de la población. A dicha medida de cobertura de parada basada en la calidad peatonal se la ha denominado, Q-WD (Quality of Walking Distance).

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta medida de accesibilidad en los entornos de movilidad local y motorizada, muestran cómo la cobertura de parada varía en base a la calidad y percepción de la población de los factores considerados (Figura 10.8). El entorno de movilidad motorizada al tener niveles de calidad medios en sus calles da lugar a que la cobertura de las paradas de metro sea similar a las coberturas calculadas con una distancia preestablecida, pasando de los 500 metros (valor del proyecto) a un valor medio de la distancia de 555 metros. En el caso del entorno de movilidad local, al poseer éste mejores niveles de calidad de los factores considerados, da lugar a un incremento hasta los 569,3 metros de media de la distancia en el cálculo de la cobertura. Por tanto, en la medida en que los entornos de movilidad se aproximen hacia la concepción de un entorno peatonal con altos niveles de calidad de los factores, mayor será la accesibilidad que las paradas de transporte en dichos entornos será capaz de generar.

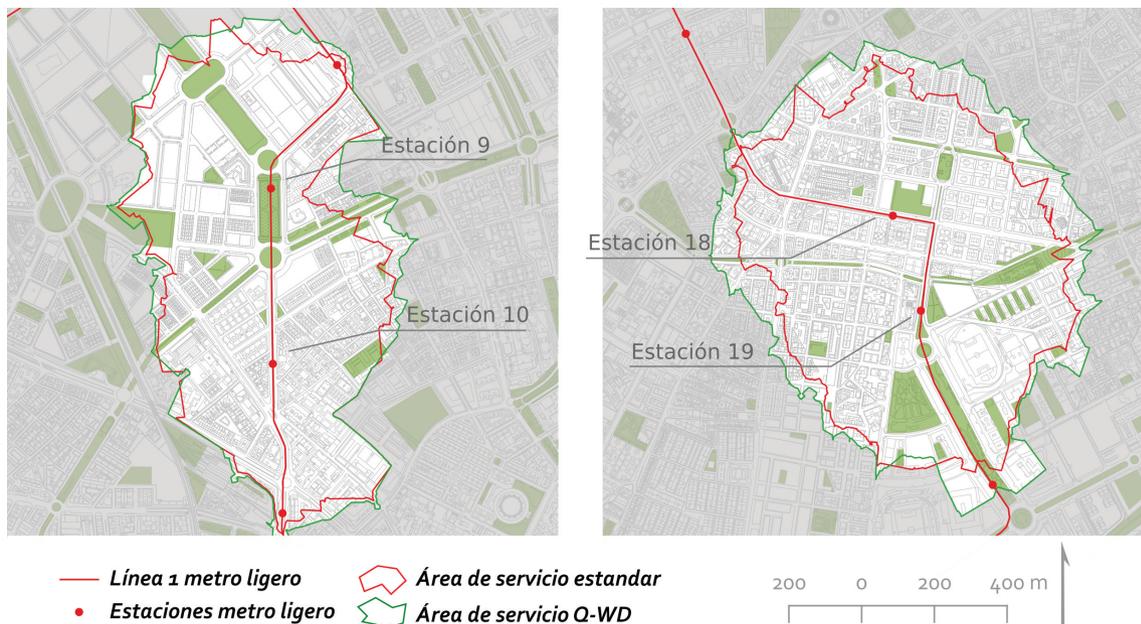


Figura 10.8. Comparativa de cobertura basada en distancia estandar y en la calidad de la distancia (Q-WD)
Fuente: elaboración propia a partir de artículo 7

Respecto al diseño de la medida de la distancia peatonal basada en la calidad, ésta tiene importantes mejoras respecto a los métodos tradicionales basados en una distancia peatonal preestablecida. La primera es que el método desarrollado tiene en consideración, a través de factores, las distintas necesidades respecto a caminar, lo que da lugar a una medida más ajustada a las características de la movilidad peatonal. La segunda es que la calidad de la distancia peatonal se ha diseñado teniendo presente los factores más relevantes en la movilidad peatonal según su frecuencia en las bibliografía académica. La tercera mejora respecto a la medida tradicional, es la incorporación de las preferencias de la población respecto al diseño urbano desde su punto de vista como peatones. Además de estas ventajas, es necesario destacar la flexibilidad y facilidad de uso del método desarrollado al estar basado en el método CPEM (Artículo 5). Otra ventaja que presenta Q-WD, es que el diseño de la medida permite ser integrada, como una distancia ponderada, en el análisis de redes en un software SIG para la obtención de la cobertura de parada de transporte público.

En este contexto, la medida de la calidad de la distancia peatonal al transporte público supone una ayuda a la toma de decisiones dado que se basa en la medida tradicionalmente usada de la distancia peatonal para la generación de coberturas. El método Q-WD permite, adicionalmente, integrar cuestiones del diseño urbano que son fundamentales para una buena integración espacial del transporte público en la ciudad.

Por tanto, respecto a la hipótesis planteada según la cual la **consideración de la calidad de los entornos peatonales permitiría mejorar la accesibilidad al transporte público, alcanzando así mayores niveles de integración espacial**, se puede afirmar que, en base a los artículos presentados, considerar la calidad peatonal de los entornos urbanos y la percepción de la población permite evaluar y generar espacios de calidad para un mejor acceso peatonal al transporte público (Figura 10.9). Del mismo modo, considerar la calidad de los entornos peatonales permitiría planificar el transporte público urbano atendiendo a las necesidades de la población respecto al entorno urbano, propiciando así una mayor y mejor integración espacial de la parada de transporte en el entorno urbano.

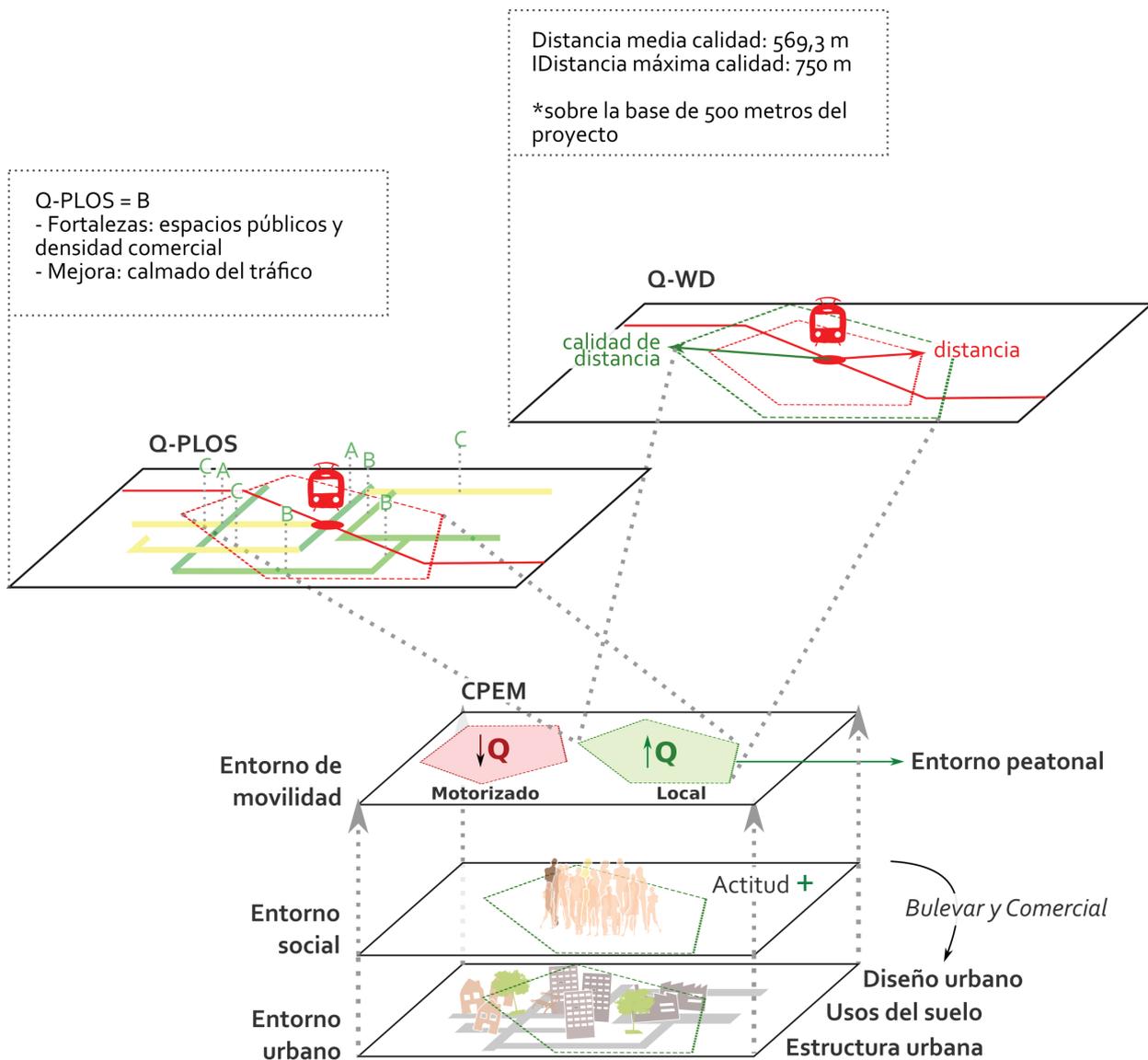


Figura 10.9. Diagrama sintético de las aportaciones de la tesis
 Fuente: elaboración propia

1 1 .

capítulo 11
Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones de la tesis como compendio de artículos. Para ello el capítulo se estructura presentando en primer lugar unas conclusiones sobre las hipótesis y objetivos planteados al comienzo de la tesis (Capítulo 3), para seguidamente incluir las conclusiones sobre el mé-

todo desarrollado. Posteriormente se describen las conclusiones al respecto de las aportaciones de la tesis, del ámbito de testeo y de las limitaciones que presenta esta tesis. En último lugar se presentan las líneas futuras de investigación.

1 1 . 1 . Sobre las hipótesis y objetivos

La hipótesis central de esta tesis se ha enunciado como, **La consideración de la calidad de los entornos peatonales permitiría mejorar la accesibilidad al transporte público, alcanzando así mayores niveles de integración espacial**, y se han plantean cuatro hipótesis específicas:

- *Hipótesis 1. El diseño y uso de metodologías mixtas de análisis permite obtener resultados más integradores, ricos en matices y más acordes a las características del entorno urbano.*
- *Hipótesis 2. La inclusión de indicadores ligados a factores del entorno urbano permite adoptar una distancia peatonal que sea ajustada a las características del entorno urbano y la población.*
- *Hipótesis 3. La utilización del entorno peatonal como unidad espacial de análisis permite una mejor adecuación del diseño urbano a las necesidades de los peatones respecto a caminar.*
- *Hipótesis 4. La calidad de los entornos peatonales es un concepto integrador entre planes de movilidad urbana sostenible y planes generales de ordenación urbana.*

Respecto a la **primera hipótesis**, sería oportuno resaltar cómo la evaluación de la accesibilidad y la movilidad peatonal supone un ejercicio complejo, dada la circunstancia de que el peatón mantiene una relación muy directa con el entorno a la vez que lleva a cabo el desplazamiento para acceder a una determinada oportunidad. En dicha relación, además de aspectos objetivos como los factores del entorno urbano, intervienen factores subjetivos como la percepción que los peatones tienen de dicho entorno o la actitud respecto de caminar. Es por ello

que el modelo de caracterización de la calidad de los entornos de movilidad se diseña como un método mixto de análisis que permite obtener una información tanto del entorno como de la población.

Este diseño metodológico mixto tiene como principal ventaja una mayor capacidad de diagnóstico, fruto de la consideración del entorno urbano y la percepción de la población, y además ofrece un mayor grado de detalle en el diagnóstico, permitiendo conocer qué factores son los que están favoreciendo que la población se desplace a pie o cuáles están haciendo que dichos desplazamientos se vean limitados..

En relación con la **segunda hipótesis**, el modelo CPEM y sus aplicaciones Q-PLOS y Q-WD muestran el grado de variabilidad que un modelo basado en la calidad del entorno supone respecto a las medidas tradicionales de la accesibilidad. Esta variabilidad se establece mediante una relación directa entre la medida de accesibilidad considerada y la calidad que presenta el entorno de movilidad en cuestión, según lo cual una mayor calidad del entorno tendrá como consecuencia una mayor accesibilidad, ya sea en términos de un mayor nivel de servicio o de una mayor cobertura. Esta relación tiene su máximo exponente en los entornos peatonales, como entornos diseñados con las características necesarias para potenciar que tenga lugar una movilidad peatonal y una accesibilidad al transporte público. Bajo esta relación, en la medida en que un proyecto de transporte como el metro ligero mejore los factores del entorno, a través del rediseño del entorno durante su fase constructiva, mayor será su integración.

Este ajuste de las medidas de accesibilidad en función de la calidad que presentan los entornos de movilidad supone importantes ventajas respecto a la utilización de medidas tradicionales basadas en la distancia, por tres razones. En primer lugar, permite conocer el efecto de las características propias del entorno en la accesibilidad al transporte público. En segundo lugar, el método CPEM permite intervenir y potenciar de manera precisa y localizada sobre los factores que están teniendo un efecto negativo sobre la accesibilidad. Y en tercer lugar, permite un mejor ajuste de la localización de paradas, evitando zonas de solapamientos y ajustando con mayor precisión espacial de la demanda.

La **tercera hipótesis**, respecto al entorno peatonal como unidad espacial de análisis, cabe señalar, que los entornos peatonales son la unidad espacial que mejor responde a las necesidades de la población respecto a la movilidad peatonal. En este sentido, en la aplicación del método CPEM, Q-PLOS y Q-WD, se ha evidenciado cómo los entornos considerados como entornos de movilidad de proximidad y alcance local, desempeñan la función de entornos peatonales dada sus características, en los cuales el peatón tiene prioridad respecto al resto de modos de transporte. Por tanto, la utilización de los entornos peatonales como unidades espaciales para el fomento de la accesibilidad e integración del transporte público posee una serie de ventajas. En primer lugar, permite comparar el estado que presentan otros entornos de movilidad en términos de calidad peatonal, evidenciando los aspectos que requieren ser mejorados. En segundo lugar, posee los niveles de calidad necesarios para que tenga lugar una movilidad a pie en su desempeño diario para cubrir las necesidades, al mismo tiempo que accesibilidad a las paradas de transporte público en aquellos casos en los que sea necesario un mayor desplazamiento.

Finalmente, respecto a la **cuarta hipótesis**, según la cual la calidad de los entornos peatonales es un concepto integrador, a lo largo de la tesis se ha mostrado que hablar de calidad implica una visión objetiva del entorno urbano (cuantificable mediante indicadores) y una visión subjetiva de la población como peatones (cuantificable mediante encuesta), lo que permite integrar la percepción de la población en la evaluación del entorno urbano. Además, su aplicación en el contexto de una unidad espacial como el entorno peatonal, supone

importantes repercusiones respecto a las medidas de accesibilidad al transporte público, tal y como muestran los resultados obtenidos en las medidas Q-PLOS y Q-WD. A este respecto, y dado que la accesibilidad supone una estrategia de integración entre transporte y usos del suelo, abordar la accesibilidad al transporte público desde la calidad de los entornos peatonales permiten mayores niveles de integración del mismo.

Por otra parte, sobre las principales conclusiones respecto a las preguntas de investigación que se marcaron al comienzo de esta tesis se puede antora lo siguiente:

- Respecto a la **primera pregunta de investigación** se planteó el **objetivo de identificar, a través de la literatura especializada, los factores que influyen en la movilidad peatonal y en la accesibilidad al transporte público**, en el artículo 1 se realiza un análisis conceptual de la distancia peatonal que ha servido para entender que la distancia peatonal frecuentemente utilizada para un determinado modo de transporte, puede variar en función del tipo de medida utilizada para su obtención, así como de los factores a los cuales se vincule. De esta forma, se ha evidenciado cómo la accesibilidad al transporte público tiene una fuerte componente local, es decir, necesita de una evaluación detallada del entorno urbano y entorno social en el cual se localiza o se va a localizar una parada de transporte público. En esta línea, el Artículo 2 profundiza en el conocimiento de los factores que se vinculan a la movilidad peatonal y que pueden tener una influencia en la movilidad y por consiguiente la accesibilidad al transporte público. En este contexto, en el artículo se identifica una tendencia a la utilización de enfoques mixtos, valorando tanto la relación del peatón con el entorno como al peatón como modo de transporte entre dos puntos.

- Respecto a la **segunda pregunta de investigación**, cuyo **objetivo era el de caracterizar espacialmente las repercusión de la inclusión de factores en el análisis de la accesibilidad a las paradas de transporte público**, el Artículo 3 aborda este objetivo mediante la evaluación de los efectos de analizar factores relativos a la estructura urbana mediante la utilización de indicadores como la conectividad, la integración global y local y la profundidad visual. La aplicación de estos indicadores espaciales, en contraste con las medidas de accesibilidad basada en la distancia preestablecida, muestran diferencias respecto al efecto de la localización de paradas y su efecto de atracción.
- A la **tercera pregunta de investigación**, para la cual se planteó el **objetivo de caracterizar la percepción de la población sobre los factores urbanos identificados que influyen en la movilidad peatonal**, el artículo 4 cumple con este objetivo mediante el diseño de una encuesta que permite identificar la actitud de la población respecto a caminar, la importancia que le otorga a los distintos factores del entorno urbano, así como preferencia respecto a la tipología de calle.
- Respecto a la **cuarta pregunta de investigación** bajo la que se planteó el **objetivo de diseñar y aplicar una metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad**, el artículo 5 da respuesta a este objetivo desarrollando una metodología denominada CPEM (Calidad peatonal del entorno de movilidad) que integra todos las cuestiones recogidas en los artículos anteriores y que permite ser aplicada en diferentes medidas de accesibilidad. Por una parte, el artículo 6 aplica la metodología CPEM a los niveles de servicio peatonal, a la que se denomina Q-PLOS, según el cual se evidencia que los entornos peatonales poseen un mayor nivel de servicio cuanto mayor es su mayor calidad. Por otra parte, artículo 8 aplica la metodología de calidad de los entornos peatonales a la medida de accesibilidad basada en la actividad, como es la cobertura. A esta herramienta de cobertura basada en la calidad de la distancia peatonal se la denomina Q-WD (Quality of Walking Distance). Esta medida da como resultado un incremento de la cobertura de parada en el caso de paradas en entornos peatonales frente a aquellas que están en entornos motorizados.

1 1 . 2 . Sobre la metodología

La elaboración de esta tesis como compendio de artículos ha dado lugar a que tenga lugar una disparidad entre las fechas de publicación de los artículos y la línea argumental seguida en la tesis. Sin embargo, más allá de suponer un inconveniente, son fruto del proceso formativo e investigador a través del cual se van detectando nuevas preguntas y nuevas soluciones dentro de una investigación que ha tenido un propósito de complementariedad en un entorno colaborativo que ha venido trabajando en los últimos años respecto a miradas transversales sobre la integración urbana del transporte público procurando así hacer crecer el enfoque conceptual de la investigación. De ahí que, frente al orden no cronológico de las publicaciones según la línea argumental de la tesis, haya que considerar el relato de estas forma no cronológica de tejer el trabajo también como fruto del gradual convencimiento de

que algunos aspectos que se habían desarrollado más en segundo plano en los sucesivos proyectos iban ganando la entidad suficiente para ser elaborados como una publicación y dar así una mayor consistencia y cohesión a esta tesis. Así pues, las publicaciones siguen una secuencia lineal hacia el diseño y aplicación de una metodología basada en la calidad de los entornos peatonales, manteniendo en cada una de dichas publicaciones un enfoque transversal sobre la accesibilidad e integración.

11.3. Sobre las aportaciones

Esta tesis como compendio ha dado lugar a siete artículos científicos que han sido publicados en revistas indexadas en las principales bases de datos bibliográficas como son Web of Science, Scopus y Avery Index.

Estas aportaciones, además, corresponden a diferentes campos de investigación, lo que refleja la transversalidad que implica la evaluación de la accesibilidad peatonal.

Tabla 11.1.
Artículos que conforman la tesis.

| Art | Referencia | JCR | SJR | Avery Index | Número de citas | |
|-----|--|---------------|---------------------------|-------------|-----------------|---------|
| | | | | | Scopus | Scholar |
| 1 | Talavera-García, R. , & Valenzuela-Montes, L. M. (En prensa). Análisis conceptual de la distancia peatonal. <i>ACE</i> | - | 0,11 ¹ (Q4) | Sí | 0 | 0 |
| 2 | Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal : una revisión de enfoques , factores y condicionantes. <i>EURE. Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales</i> , 41(123), 5–27. | 0,303 (Q4) | 0,194 (Q3) | - | 1 | 2 |
| 3 | Talavera-García, R. , & Valenzuela-Montes, L. M. (2012). La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público. <i>Revista Bitácora Urbano Territorial</i> , 21(2), 97–109. | - | 0,1 (Q4) | Sí | 1 | 1 |
| 4 | Talavera-García, R. , Valenzuela-Montes, L. M. & Tight, M. (XXXX). A survey-based approach of walking environments to understand pedestrian mobility in Granada (Spain). <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> | | | | | |
| 5 | Talavera-García, R. , Soria-Lara, J. A., & Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. <i>Documents d'Anàlisi Geogràfica</i> , 60(1), 161–187. | - | 0,363 (Q2) | - | 6 | 9 |
| 6 | Talavera-García, R. , & Soria-Lara, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. <i>Cities</i> , 45, 7–17. | 2.051 (Q1) | 1.422 (Q1) | | 4 | 9 |
| 7 | Talavera-García, R. , Valenzuela-Montes, L. M. & Soria-Lara, J. A. (XXXX). Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal al metro ligero de Granada (España). | | | | | |

¹ Factor de impacto para el año 2015



Publicado



En revisión



Enviado

Fuente: elaboración propia a fecha 07 / 06 / 2017

1 1 .3.1 . Respecto a los indicadores y los umbrales:

- Los indicadores utilizados en la tesis responden a la revisión de la literatura científica (Artículo 1 y 2) y a la importancia que le otorga la población (Artículo 4), teniendo presente los criterios de representatividad, de facilidad de aplicación y de comprensión .
- La utilización de indicadores relativos a las necesidades de accesibilidad, seguridad, confort y atractivo a la hora de los desplazamientos a pie, permite tener una visión más integral de la relación peatón-entorno. Esta relación entre indicador y necesidad respecto a caminar permite incidir sobre aquellos factores cuyos resultados estén incidiendo negativamente sobre alguna de las necesidades que deben satisfacerse para que tenga lugar la acción de caminar
- La incorporación de los indicadores en el método desarrollado se hace desde su capacidad para comparar diferentes situaciones y no de manera normativa o para establecer estándares.
- Los umbrales de calidad utilizados para determinar los niveles de calidad en el método CPEM Q-PLOS y Q-WD se establecen en base a guías y manuales. Sin embargo, para los indicadores de los que no existen valores de referencia, se establecen una serie de umbrales de calidad relativos en función de la distribución estadística para el conjunto de la ciudad.
- Los umbrales determinados a partir de valores relativos presentes en la ciudad tienen como principal ventaja la comparativa dentro del ámbito de estudio, ya que al carecer de valores de referencia la comparativa de los resultados se lleva a cabo de forma sencilla y directa, facilitando su entendimiento por parte de los actores implicados

1 1 .3.2 .Respecto al método desarrollado y su espacialización:

- El método parte de una revisión de los conceptos de movilidad peatonal y distancia peatonal, lo que permite una visión transversal de la cuestión
- La incorporación en el método de medidas de la teoría de Space Syntax permite evaluar la influencia de la estructura urbana en la movilidad peatonal
- El método de Calidad Peatonal de los Entornos de Movilidad (CPEM) supone un avance en la evaluación de los entornos urbanos al atender a sus características y la percepción de la población.
- El diseño del método como caja blanca otorga al mismo una fuerte flexibilidad, pudiendo ser adaptado, introduciendo más indicadores o focalizando en alguno de los bloques de indicadores relativos a las necesidades del peatón a la hora de caminar.
- El método permite, debido a los indicadores y umbrales, una comparativa de fácil comprensión por parte de los actores implicados, lo que fomenta su usabilidad en la práctica.
- La aplicación del método CPEM a las medidas de accesibilidad peatonal como Q-PLOS y Q-WD, permiten enriquecer los análisis de accesibilidad incorporando características locales del entorno de parada.

Caracterizar la calidad peatonal de los entornos de movilidad así como su aplicación en medidas de accesibilidad permite, por una parte localizar las paradas de transporte público en aquellos entornos con mayor calidad para el acceso, y por otra parte permite intervenir en aquellos puntos detectados en los que un determinado factor presenta menor nivel de calidad.

1 1 .4. Sobre el ámbito de testeo

El ámbito de testeo utilizado ha sido la ciudad de Granada y de forma más específica los entornos de movilidad motorizada, entornos de movilidad de proximidad y alcance local y los entornos de movilidad de proximidad y distribución definidos por Soria-Lara (2011).

Respecto a la elección de la ciudad de Granada, ésta supone un ámbito de testeo idóneo para la aplicación tanto de los indicadores como de la metodología diseñada, ya que como se indicó en el Capítulo 6, la ciudad se encuentra ante un proceso de transformación del sistema de transporte con la inserción de una línea de metro ligero. En este sentido, es necesario remarcar el desarrollo de la tesis tiene lugar respecto a las condiciones previas a la construcción del metro ligero, de forma que pretende ser una herramienta en la toma de decisión tanto para la localización de las paradas como para el rediseño urbano que acompaña a dicho proyecto. En este sentido, esta tesis trata de llevar a cabo aportaciones teniendo en consideración todas las calles en el entorno de las paradas del metro para que de este modo además de ser una línea estructurante de la ciudad en el contexto del sistema de transporte, de lugar a una cohesión urbana y mayor equidad de acceso para su población. No obstante, a la vista del rediseño propuesto por el proyecto de metro li-

gero, en la práctica totalidad se ciñe al trazado del metro ligero, sin tener en consideración calles traseras.

De forma específica la idoneidad de Granada y los entornos de movilidad utilizados reside en:

- La elección de dos entornos de movilidad con características diametralmente opuestas, como son el entorno de movilidad motorizada y el entorno de movilidad local, ha sido idónea al permitir evidenciar claramente las diferencias respecto a la calidad peatonal en ambos entornos y sus repercusiones en las medidas de accesibilidad.
- La diferencia de usos, estructura y diseño de estos entornos, unido al análisis a nivel de calle, ha permitido ver su efecto en las diferentes indicadores utilizados en el método CPEM y su aplicaciones Q-PLOS y Q-WD
- El proyecto de metro ligero supone un modo idóneo, dada su características constructivas y el rediseño urbano que a priori le acompaña, sobre el que plantear posibles factores y lugares de intervención para la mejora de la calidad peatonal hacia la idea de entornos peatonales.

11.5. Sobre las limitaciones

- La principal limitación a la hora de evaluar la calidad de los entornos de movilidad está relacionada con la escasez en las fuentes de información disponible, lo que da lugar a que en muchos casos la obtención de datos espaciales pase por un proceso de observación. En este sentido, la conexión del modelo con fuentes de datos actualizables permitiría evaluaciones más rápidas.
- La aplicación del método CPEM se lleva a cabo exclusivamente sobre medidas de accesibilidad basada en infraestructura y actividad, por lo que una posible mejora sería incorporar cuestiones de los componentes individual y temporal de la accesibilidad.
- Finalmente, el método CPEM y sus aplicaciones Q-PLOS y Q-WD se llevan a cabo en un estadio previo a la incorporación del metro ligero, por lo que los resultados obtenidos no pueden ser leídos como una consecuencia de la implantación del metro ligero. En este sentido, la comparativa ex ante y ex post podría ser una vía de mejora.

11.6. Sobre las líneas futuras de investigación

Se indican a continuación algunas posibles líneas futuras de investigación:

- Explorar la evaluación subjetiva de la calidad del entorno urbano mediante el uso de metodologías cualitativas.
- Optimizar la calidad del entorno de movilidad ligado a la parada de metro, incorporando indicadores de centralidad de la parada en el conjunto del sistema de la red de transporte urbano.
- Optimizar los umbrales de calidad, incluyendo análisis de sensibilidad y su repercusión en los valores de calidad que se obtienen tanto con el modelo CPEM, como en sus aplicaciones Q-PLOS y Q-WD
- Optimizar la definición de entornos peatonales y su calidad en función de los diferentes tipos de peatón existente (propósito de la movilidad), así como del potencial peatonal existente en el entorno analizado.
- Explorar la posibilidad de evaluación del ajuste de los resultados obtenidos en la medida de accesibilidad Q-WD con encuestas a la población a pie de calle.

A modo de síntesis la tabla siguiente (Tabla 11.2) muestra los objetivos marcados en la tesis, el grado de cumplimiento estimado, las limitaciones encontradas en el desarrollo de los mismos y las líneas de mejoras respecto a cada uno de dichos objetivos.

Tabla 11.2.
Objetivos planteados, aportaciones, limitaciones y posibles vías de progreso.

| Nº | Objetivo | Capítulo | Artículo | Principales aportaciones |
|----|---|----------|----------|---|
| 1 | Identificar, a través de la literatura especializada, los factores que influyen en la movilidad peatonal y en la accesibilidad al transporte público. | 7-8 | 1 - 2 | <ul style="list-style-type: none"> - Factores más representativos relacionados - Perspectivas y evolución en la consideración - El metro ligero posee un mayor potencial in número de factores |
| 2 | Caracterizar espacialmente las repercusión de la inclusión de factores en el análisis de la accesibilidad a las paradas de transporte público | 8 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> - Calles con mayor integración y conectividad y por tanto sean más accesibles - El análisis de factores del entorno urbano pe en las que las medidas tradicionales consider |
| 3 | Caracterizar la percepción de la población sobre los factores urbanos identificados que influyen en la movilidad peatonal. | | 4 | <ul style="list-style-type: none"> - La actitud de la población de Granada respe - Los factores más determinantes para la pob - presencia de espacios públicos entre otros - Las tipologías de calles Bulevar y Comercial |
| 4 | Diseñar una metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad. | 9 | 5 | <ul style="list-style-type: none"> - El método CPEM está diseñado como una ca - las necesidades que se quieran evaluar - El método diseñado establece una serie de u - capacidad de comparación y entendimeinto p |
| 5 | Aplicar la metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad a los niveles de servicio peatonal de las paradas de transporte público. | | 6 | <ul style="list-style-type: none"> - El método incorpora una visión objetiva del - subjetiva aportada por la población. - El método ofrece resultados espacializados - puntuales con las que mejorar la accesibilidad |
| 6 | Aplicar la metodología para evaluar la calidad peatonal de los entornos de movilidad a la evaluación de la distancia peatonal al transporte público. | | 7 | <ul style="list-style-type: none"> - El método permite ser incorporado con facil - lecturas de su aplicación |

Fuente: elaboración propia

| | Limitaciones | Futuras mejoras |
|--|--|--|
| <p>con la movilidad y distancia peatonal de factores.</p> <p>integrador por el vinculo de la distancia peatonal con un mayor</p> | Limitación de los conceptos usados | Incrementar los conceptos usados y analizar transferencia práctica |
| <p>permiten que las paradas sean capaces de atraer mayor población</p> <p>permite observar heterogeneidad en la accesibilidad a las paradas a iguales.</p> | Limitación del análisis de la cobertura en función del indicador | Analizar el efecto del factor en la cobertura de parada y la población |
| <p>cto a caminar es positiva</p> <p>lación son la iluminación, el arbolado, la anchura de acera y la</p> <p>poseen características más deseables para caminar.</p> | Muestra de población usada | Incrementar la muestra Comparativa pre y pos metro |
| <p>aja blanca, permitiendo la inserción de indicadores en función de</p> <p>umbrales de calidad con valores relativos que permiten gran</p> <p>por parte de los actores implicados</p> <p>entorno urbano evaluado mediante indicadores y una visión</p> <p>a escala de detalle, lo que permite llevar a cabo intervenciones</p> <p>el peatonal</p> <p>idad a las medidas de accesibilidad potenciando los beneficios y</p> | No inclusión de factores socio demográficos | <p>Evaluar el efecto de la inclusión de factores sociodemográficos</p> <p>Evaluar los cambios en la accesibilidad en función del momento del día</p> |

references
Referencias

1. Adkins, A., Dill, J., Luhr, G., & Neal, M. (2012). Unpacking Walkability: Testing the Influence of Urban Design Features on Perceptions of Walking Environment Attractiveness. *Journal of Urban Design*, 17(4), 499–510. <https://doi.org/10.1080/13574809.2012.706365>
2. Aghaabbasi, M., Moeinaddini, M., Zaly Shah, M., & Asadi-Shekari, Z. (2016). A new assessment model to evaluate the microscale sidewalk design factors at the neighbourhood level. *Journal of Transport & Health*. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.08.012>
3. Aguilera, F., & Valenzuela, L. M. (2008). *Análisis espacial para la ordenación eco-paisajística de la aglomeración urbana de Granada*. Departamento de Expresión Gráfica, Arquitectónica y en la Ingeniería. Universidad de Granada, Granada.
4. Alfonzo, M. (2005). To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. *Environment and Behavior*, 37(6), 808–836. <https://doi.org/10.1177/0013916504274016>
5. Alfonzo, M., Boarnet, M. G., Day, K., McMillan, T., & Anderson, C. L. (2008). The Relationship of Neighbourhood Built Environment Features and Adult Parents' Walking. *Journal of Urban Design*, 13(1), 29–51. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/13574800701803456>
6. Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, 41(2), 94–108. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.01.013>
7. Andreuvv. (2017). Plano Esquemático Metro de Granada. Retrieved April 7, 2017, from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plano_Esquemático_Metro_de_Granada.svg
8. Apparicio, P., & Seguin, A.-M. (2006). Measuring the Accessibility of Services and Facilities for Residents of Public Housing in Montreal. *Urban Studies*, 43(1), 187–211. <https://doi.org/10.1080/00420980500409334>
9. Arrington, G., & Cervero, R. (2008). *Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel*. TCRP Report 128 (Vol. 128). Washington DC.
10. ARUP Group. (2016). *Cities Alive. Towards a walking world*.
11. Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M., & Zaly Shah, M. (2013). Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. *Transport Reviews*, 33(2), 166–194. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775613>
12. Aultman-Hall, L., Roorda, M., & Baetz, B. W. (1997). Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility. *Journal of Urban Planning and Development*, 123(1), 10–17. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(1997\)123:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1997)123:1(10))
13. Ayuntamiento de Granada. (1995). *Plan de movilidad de la zona centro de Granada*.
14. Ayuntamiento de Granada. (2001). Plan General de Ordenación Urbana. Retrieved January 7, 2017, from <http://www.granada.es/inet/wpgo.nsf/xinicio>
15. Ayuntamiento de Granada. (2013). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Granada*.
16. Babalik-Sutcliffe, E. (2002). Urban rail systems: analysis of the factors behind success. *Transport Reviews*.
17. Badland, H., & Schofield, G. (2005). Transport, urban design, and physical activity: an evidence-based update. *Transportation Research. Part D: Transport and Environment*.
18. Baltés, M., & Chu, X. (2002). Pedestrian Level of Service for Midblock Street Crossings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1818(1), 125–133. <https://doi.org/10.3141/1818-19>

19. Banister, D. (1999). Planning more to travel less: land use and transport. *Town Planning Review*, 70(3), 313. <https://doi.org/10.3828/tpr.70.3.e7p3837505516833>
20. Banister, D. (2005). *Unsustainable transport: city transport in the new century*. Routledge. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=Wij3zQEnMAMC>
21. Banister, D. The sustainable mobility paradigm, 15 *Transport Policy* § (2008). <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
22. Barrios Rozúa, J. M. (2002). *Granada, historia urbana*. Editorial Comares.
23. Beirão, G., & Sarsfield Cabral, J. A. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*.
24. Bentley, R., Jolley, D., & Kavanagh, A. M. (2010). Local environments as determinants of walking in Melbourne, Australia. *Social Science & Medicine*, 70(11), 1806–1815. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.041>
25. Bernasconi, C., Strager, M. P., Maskey, V., & Hasenmyer, M. (2009). Assessing public preferences for design and environmental attributes of an urban automated transportation system. *Landscape and Urban Planning*, 90(3–4), 155–167. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.024>
26. Bertolini, L. (2006). Fostering Urbanity in a Mobile Society: Linking Concepts and Practices. *Journal of Urban Design*, 11(3), 319–334. <https://doi.org/10.1080/13574800600888269>
27. Bertolini, L. (2012). Integrating Mobility and Urban Development Agendas: a Manifesto. *disP - The Planning Review*, 48(1), 16–26. <https://doi.org/10.1080/02513625.2012.702956>
28. Bertolini, L., & Dijst, M. (2003). Mobility Environments and Network Cities. *Journal of Urban Design*, 8(1), 27–43. <https://doi.org/10.1080/1357480032000064755>
29. Bertolini, L., & Dijst, M. (2010). Mobility Environments and Network Cities Mobility Environments and Network Cities, (773444442). <https://doi.org/10.1080/1357480032000064755>
30. Bertolini, L., le Clercq, F., & Kapoen, L. (2005). Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport Policy*, 12(3), 207–220. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.006>
31. Bertolini, L., le Clercq, F., & Straatemeier, T. (2008). Urban transportation planning in transition. *Transport Policy*, 15(2), 69–72. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X07001072>
32. Bhuyan, P. K., & Nayak, M. S. (2013). A Review on Level of Service Analysis of Urban Streets. *Transport Reviews*, 33(2), 219–238. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.779617>
33. Boarnet, M. G., Joh, K., Siembab, W., Fulton, W., & Mai Thi Nguyen. (2011). Retrofitting the Suburbs to Increase Walking: Evidence from a Land-use-Travel Study. *Urban Studies*, 48(1), 129–159. <https://doi.org/10.1177/0042098010364859>
34. Borst, H. C., de Vries, S. I., Graham, J. M. A., van Dongen, J. E. F., Bakker, I., & Miedema, H. M. E. (2009). Influence of environmental street characteristics on walking route choice of elderly people. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 477–484. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494409000498>
35. Bovy, P. (2000). *Integrated Urban Planning and transport development for more sustainable mobility*. Lausanne, Switzerland: Polytechnique federale de Lausanne.

36. Boyce, P. R., Eklund, N. H., Hamilton, B. J., & Bruno, L. D. (2000). Perceptions of safety at night in different lighting conditions. *Lighting Research and Technology*, 32(2), 79–91. <https://doi.org/10.1177/096032710003200205>
37. Bricka, S., Sener, I., Dusza, C., Wood, N., & Hudson, J. (2012). Factors Influencing Walking in Small Urban Region. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2307(1), 52–59. <https://doi.org/10.3141/2307-06>
38. Brown, B. B., & Werner, C. M. (2009). Before and After a New Light Rail Stop: Resident Attitudes, Travel Behavior, and Obesity. *Journal of the American Planning Association*, 75(1), 5–12. <https://doi.org/10.1080/01944360802458013>
39. Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A., & Sallis, J. F. (2009). Measuring the Built Environment for Physical Activity: State of the Science. *American Journal of Preventive Medicine*, 36(4, Supplement), S99–S123. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.005>
40. Camagni, R., Gibelli, M. C., & Rigamonti, P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological Economics*, 40(2), 199–216. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800901002543>
41. Cao, X., Handy, S., & Mokhtarian, P. (2006). The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior: Evidence from Austin, TX. *Transportation*, 33(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11116-005-7027-2>
42. Cao, X., Mokhtarian, P. L., & Handy, S. L. (2009). Examining the Impacts of Residential Self-Selection on Travel Behaviour: A Focus on Empirical Findings. *Transport Reviews*, 29(3), 359–395. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/01441640802539195>
43. Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. (2003). *Public places, urban spaces: the dimensions of urban design*. Architectural Press.
44. Cascetta, E., & Pagliara, F. (2008). Integrated railways-based policies: The Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania. *Transport Policy*.
45. Cerin, E., Macfarlane, D. J., Ko, H.-H., & Chan, K.-C. A. (2007). Measuring perceived neighbourhood walkability in Hong Kong. *Cities*, 24(3), 209–217. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2006.12.002>
46. Cervero, R. (1998). *The transit metropolis : a global inquiry*. Island Press.
47. Cervero, R. (2002). Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4), 265–284. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(01\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(01)00024-4)
48. Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
49. Cervero, R., Sarmiento, O. L., Jacoby, E., Gomez, L. F., & Neiman, A. (2009). Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. *International Journal of Sustainable Transportation*, 3(4), 203–226. <https://doi.org/10.1080/15568310802178314>
50. Christian, H. E., Bull, F. C., Middleton, N. J., Knuiaman, M. W., Divitini, M. L., Hooper, P., ... Giles-Corti, B. (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-55>
51. Clifton, K. J., Livi Smith, A. D., & Rodriguez, D. (2007). The development and testing of an audit for the pedestrian environment. *Landscape and Urban Planning*, 80(1–2), 95–110. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.06.008>
52. Consejería de Obras Públicas y Transporte. (2005). Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Granada. Retrieved January 7, 2017, from <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/>

m.7e1cf46ddf59bb227agebe205510e1ca/?vgnnextoid=1c341b6539828310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=91de8a3c73828310VgnVCM2000000624e50aRCRD

53. Correa-Díaz, G. (2010). Transporte y ciudad. *EURE*, 36(107), 133–137. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612010000100008>
54. Crane, R. (2000). The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review. *Journal of Planning Literature*, 15(1), 3–23. <https://doi.org/10.1177/08854120022092890>
55. Curtis, C., Renne, J. L., & Bertolini, L. (2009). *Transit oriented development: making it happen*. Ashgate.
56. Curtis, C., & Scheurer, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, 74(2), 53–106. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305900610000516>
57. Dalvi, M. Q., & Martin, K. M. (1976). The measurement of accessibility: Some preliminary results. *Transportation*, 5(1), 17–42. <https://doi.org/10.1007/BF00165245>
58. Dávila, J. D. (2012). Nuevos transportes y movilidad urbana. *Bitácora Urbano Territorial*, 21(2), 57–60.
59. Davison, K., & Lawson, C. T. (2006). Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3(1), 19. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-3-19>
60. Delmelle, E. C., & Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. *Transport Policy*, 20(0), 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.001>
61. Dixon, L. (1996). Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(1), 1–9. <https://doi.org/10.3141/1538-01>
62. Donaldson, R. (2006). Mass rapid rail development in South Africa's metropolitan core: Towards a new urban form? *Land Use Policy*, 23(3). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2005.02.003>
63. Dupuy, G. (1999). La dépendance automobile: symptômes, analyses, diagnostic, traitements. Retrieved from <http://infoscience.epfl.ch/record/44568>
64. El-Geneidy, A., Grimsrud, M., Wasfi, R., Tétreault, P., & Surprenant-Legault, J. (2014). New evidence on walking distances to transit stops: identifying redundancies and gaps using variable service areas. *Transportation*, 41(1), 193–210. <https://doi.org/10.1007/s11116-013-9508-z>
65. Engwicht, D. (1993). *Reclaiming Our Cities and Towns: Better Living with Less Traffic*. New Society Publishers, Limited.
66. Estupiñan, N., & Rodríguez, D. A. (2008). The relationship between urban form and station boardings for Bogotá's BRT. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(2), 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.tran.2007.10.006>
67. European Commission. (2007). *Towards a new culture for urban mobility*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0551&from=EN>
68. Ewing, R., & Cervero, R. (2001). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780(April), 87–114. <https://doi.org/10.3141/1780-10>
69. Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>

70. Ewing, R., Clemente, O., Handy, S., Brownson, R. C., & Winston, E. (2005). *Measuring Urban Design Qualities Related to Walkability*. Active Living Research Program. Robert Wood Johnson Foundation.
71. Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65–84. Retrieved from <http://rsa.informaworld.com/10.1080/13574800802451155>
72. Ferbrache, F., & Knowles, R. (2016). Generating opportunities for city sustainability through investments in light rail systems: Introduction to the Special Section on light rail and urban sustainability. *Journal of Transport Geography*, 54(54), 369–372. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.004>
73. Ferrer, S., Ruiz, T., & Mars, L. (2015). A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.014>
74. Foltête, J.-C., & Piombini, A. (2007). Urban layout, landscape features and pedestrian usage. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.12.001>
75. Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *Urban Design International*, 20(4), 274–292. <https://doi.org/10.1057/udi.2015.22>
76. Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J. M., & Schmitz, K. H. (2008). Design and Destinations: Factors Influencing Walking and Total Physical Activity. *Urban Studies*, 45(9), 1973–1996. <https://doi.org/10.1177/0042098008093386>
77. Forsyth, A., Michael Oakes, J., Lee, B., & Schmitz, K. H. (2009). The built environment, walking, and physical activity: Is the environment more important to some people than others? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(1), 42–49. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2008.10.003>
78. Forsyth, A., & Southworth, M. (2008). Cities Afoot—Pedestrians, Walkability and Urban Design. *Journal of Urban Design*, 13(1), 1–3. <https://doi.org/10.1080/13574800701816896>
79. Foster, S., Giles-Corti, B., & Knuiman, M. (2011). Creating safe walkable streetscapes: Does house design and upkeep discourage incivilities in suburban neighbourhoods? *Journal of Environmental Psychology*, 31(1), 79–88. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.005>
80. Frank, L., Engelke, P., & Schmid, T. (2003). *Health and community design: The impact of the built environment on physical activity*. Island Press.
81. Frick, D. (2007). Spatial Synergy and Supportiveness of Public Space. *Journal of Urban Design*, 12(2), 261–274. <https://doi.org/10.1080/13574800701306369>
82. Fruin, J. J. (1971). *Pedestrian planning and design*. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.
83. Gallimore, J. M., Brown, B. B., & Werner, C. M. (2011). Walking routes to school in new urban and suburban neighborhoods: An environmental walkability analysis of blocks and routes. *Journal of Environmental Psychology*, 31(2), 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.01.001>
84. Gallin, N. (2001). Quantifying Pedestrian Friendliness - Guidelines for Assessing Pedestrian Level of Service. *Road and Transport Research*, 10(1), 47–55. Retrieved from <http://dx.doi.org/>
85. Gallouj, F. (2002). *Innovation in the service economy : the new wealth of nations*. Edward Elgar Pub.
86. García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., & Cardozo, O. D. (2013). Walking Accessibility to Public Transport: An Analysis Based on Microdata and GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 40(6), 1087–1102. <https://doi.org/10.1068/b39008>

87. García Palomares, J. C. (2008). Incidencia en la movilidad de los principales factores de un modelo metropolitano cambiante. *EURE*, 34(101), 5–24.
88. Geerlings, H., & Stead, D. (2003). The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research. *Transport Policy*, 10(3), 187–196. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00020-9)
89. Gehl, J. (1971). *Life between buildings: using public space*. Danish Architectural Press.
90. Geurs, K. T., Boon, W., & Van Wee, B. (2009a). Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom. *Transport Reviews*, 29(1), 69–90. <https://doi.org/10.1080/01441640802130490>
91. Geurs, K. T., Boon, W., & Van Wee, B. (2009b). Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom. *Transport Reviews*, 29(1), 69–90. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/01441640802130490>
92. Geurs, K. T., & Ritsema van Eck, J. (2001). Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. *RIVM Report*, 787, 1–265. Retrieved from <https://rivm.openrepository.com/rivm/handle/10029/9487>
93. Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
94. Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., ... Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2, Supplement 2), 169–176. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.amepre.2004.10.018>
95. Giles-Corti, B., & Donovan, R. J. (2002). Socioeconomic Status Differences in Recreational Physical Activity Levels and Real and Perceived Access to a Supportive Physical Environment. *Preventive Medicine*, 35(6), 601–611. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1006/pmed.2002.1115>
96. Givoni, M., & Banister, D. (2010). *Integrated Transport: From Policy to Practice*. Abingdon: Routledge. Retrieved from <http://books.google.es/books?id=K-lmvWz95ogC>
97. GNU Project. (2015). GNU PSPP for GNU/Linux. Boston, MA: Free Software Foundation. Retrieved from <https://www.gnu.org/software/pspp/>
98. Gori, S., Nigro, M., & Petrelli, M. (2014). Walkability Indicators for Pedestrian-Friendly Design. *Transportation Research Record*, (2464), 38–45. <https://doi.org/10.3141/2464-05>
99. Guerra, E., Cervero, R., & Tischer, D. (2011). *The Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments?* (UCB-ITS-VWP-2011-5). Berkeley.
100. Guo, Z. (2009). Does the pedestrian environment affect the utility of walking? A case of path choice in downtown Boston. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(5), 343–352. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192090900039X>
101. Gutierrez-Puebla, J., Cristobal-Pinto, C., & Gomez-Cerda, 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*, 1(año 1995), 451–464.
102. Gutiérrez-Puebla, J., & García-Palomares, J. C. (2008). Distance-measure impacts on the calculation of transport service areas using GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(3), 480–503. Retrieved from <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=b33043>
103. Handy, S. L., & Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A*, 29(7), 1175–1194. Retrieved from <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=a291175>

104. Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
105. Hanson, S., & Giuliano, G. (2004). *The geography of urban transportation*. Guilford Press.
106. Hass-Klau, C. (2014). *Pedestrian and the City*. Taylor and Francis.
107. Hass-Klau, C., & Crampton, G. (2002). *Future of urban transport. Learning from success and weakness: light rail*. (E. and T. Planning, Ed.). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.
108. Hass-Klau, C., Crampton, G., Biereth, C., & Ceutsch, V. (2003). *Bus or light rail: making the right choice. A financial, operational and demand comparison of light rail, guided buses, busways and bus lanes*. (E. and T. Planning, Ed.) (Second). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.
109. Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: Propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Reverté. Retrieved from http://books.google.es/books?id=iEuO6jfdR_gC
110. Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad: Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la. *EURE (Santiago)*. Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612012000300006&script=sci_arttext&tlng=pt
111. Hess, D. B. (2012). Walking to the bus: Perceived versus actual walking distance to bus stops for older adults. *Transportation*, 39(2), 247–266. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9341-1>
112. Hickman, R., Ashiru, O., & Banister, D. (2010). Transport and climate change: Simulating the options for carbon reduction in London. *Transport Policy*, 17(2), 110–125. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.12.002>
113. Hidalgo, D., & Graftieaux, P. (2008). Bus Rapid Transit Systems in Latin America and Asia: Results and Difficulties in 11 Cities. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2072(2072), 77–88. <https://doi.org/10.3141/2072-09>
114. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press. Retrieved from <http://books.google.es/books?id=NHqoQgAACAAJ>
115. Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural Movement - or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29–66. <https://doi.org/10.1068/b200029>
116. Hull, A. (2008). Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities? *Transport Policy*, 15(2), 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.004>
117. Humpel, N., Owen, N., Iverson, D., Leslie, E., & Bauman, A. (2004). Perceived environment attributes, residential location, and walking for particular purposes. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(2), 119–125. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2003.10.005>
118. Iacono, M., Krizek, K. J., & El-Geneidy, A. (2010). Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. *Journal of Transport Geography*, 18(1), 133–140. Retrieved from 10.1016/j.jtrangeo.2009.02.002
119. Indovina, F. (2007). La ciudad de baja densidad: lógicas, gestión y contención.
120. INE. (2013). Cifras oficiales de población de los municipios españoles: Revisión del padrón municipal. Retrieved from http://www.ine.es/inebmenu/mnu_padron.htm
121. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. SIMA. (2016). Andalucía pueblo a pueblo - Fichas Municipales. Retrieved March 27, 2017, from <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/ficha.htm?mun=18087>

122. Instituto Nacional de Estadística. (2017). Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero. Retrieved January 7, 2017, from <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.html?padre=517&dh=1>
123. Jacobs, A. B. (1993). *Great Streets*. Mit Press.
124. Jacobson, J., & Forsyth, A. (2008). *Seven American TODs: Good Practices for Urban Design in Transit-Oriented Development Projects*. 2008 (Vol. 2). <https://doi.org/10.5198/jtlu.v1i2.67>
125. Jiang, Y., Christopher Zegras, P., & Mehndiratta, S. (2012). Walk the line: Station context, corridor type and bus rapid transit walk access in Jinan, China. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.007>
126. Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C., & Page, M. W. (2011). A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1500–1508. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.08.001>
127. Kim, S., Park, S., & Lee, J. S. (2014). Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 30, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.005>
128. Kittelson, P. B., Quade, H.-Z., & Hunter-Zaworski, K. M. (2003). *Transit Capacity and Quality of Service Manual (Second)*. TRB's Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 100. Transportation Research Board of the National Academies.
129. Koenig, J. G. (1980). Indicators of urban accessibility: Theory and application. *Transportation*, 9(2), 145–172. <https://doi.org/10.1007/BF00167128>
130. Koh, P. P., & Wong, Y. D. (2013). Comparing pedestrians' needs and behaviours in different land use environments. *Journal of Transport Geography*, 26(0), 43–50. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.012>
- 131.
132. Kuby, M., Barranda, A., & Upchurch, C. (2004). Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(3), 223–247. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.10.006>
133. Landis, B., Vattikuti, V., Ottenberg, R., McLeod, D., & Guttenplan, M. (2001). Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1773(1), 82–88. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3141/1773-10>
134. Larsen, J., & El-Geneidy, A. (2010). Beyond the quarter mile: Re-examining travel distances by active transportation. *Canadian Journal of Urban Research*, 19(1 SUPPL.).
135. Learnihan, V., Van Niel, K. P., Giles-Corti, B., & Knuiiman, M. (2011). Effect of Scale on the Links between Walking and Urban Design. *Geographical Research*, 49(2), 183–191. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2011.00689.x>
136. Lee, C., & Moudon, A. V. (2006). The 3Ds+R: Quantifying land use and urban form correlates of walking. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 11(3), 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2006.02.003>
137. Lee, R. E., Mama, S. K., Medina, A. V., Ho, A., & Adamus, H. J. (2012). Neighborhood factors influence physical activity among African American and Hispanic or Latina women. *Health & Place*, 18(1), 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.08.013>
138. Lee, S. S. S., Son, H., & Joo, Y. (2013). A New Approach for the Evaluation of the Walking Environment. *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(December 2012), 238–260. <https://doi.org/10.1080/15568318.2013.710146>

139. Lee, S., & Talen, E. (2014). Measuring Walkability: A Note on Auditing Methods. *Journal of Urban Design*, 19(3), 1–21. <https://doi.org/10.1080/13574809.2014.890040>
140. Lee, S., Yi, C., & Hong, S.-P. (2013). Urban structural hierarchy and the relationship between the ridership of the Seoul Metropolitan Subway and the land-use pattern of the station areas. *Cities*, 35(0), 69–77. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.010>
141. Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N., & Hugo, G. (2005). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. *Health & Place*, 11(3), 227–236. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.05.005>
142. Litman, T. (2003a). Economic Value of Walkability. *Transportation Research Record*, 1828(1), 3–11. <https://doi.org/10.3141/1828-01>
143. Litman, T. (2003b). Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 73(10), 28–32.
144. Litman, T. (2003). *Measuring transportation. Traffic, Mobility and Accessibility*. Victoria, Canada: Victoria transport policy Institute.
145. Litman, T. (2011). Evaluating Accessibility for Transportation Planning. *Transportation Research*, (January 2008), 49.
146. Litman, T. (2012). *Well Measured - Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved from <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>
147. Litman, T. (2016a). *Accessibility for Transportation Planning Evaluating Accessibility for Transportation Planning*.
148. Litman, T. (2016b). *Evaluating Active Transport Benefits and Costs*. Victoria Transport Policy Institute.
149. Lotfi, S., & Koohsari, M. (2009a). Analyzing Accessibility Dimension of Urban Quality of Life: Where Urban Designers Face Duality Between Subjective and Objective Reading of Place. *Social Indicators Research*, 94(3), 417–435. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s11205-009-9438-5>
150. Lotfi, S., & Koohsari, M. J. (2009b). Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran). *Cities*, 26(3), 133–140. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275109000298>
151. Loutzenheiser, D. R. (1997). Pedestrian Access to Transit: Model of Walk Trips and Their Design and Urban Form Determinants Around Bay Area Rapid Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1604(1), 40–49. <https://doi.org/10.3141/1604-06>
152. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. Massachusetts Institute of technology Press. Retrieved from http://books.google.co.uk/books?id=_phRPWsSpAgC
153. Machin-Gil, H. J. (2015). *Elementos peatonales de las ciudades medias españolas: tipos, orígenes, relaciones y articulaciones*. E.T.S. Arquitectura (UPM). Retrieved from <http://oa.upm.es/40323/>
154. Mackett, R. L., & Babalik-Sutcliffe, E. (2003). New urban rail systems: a policy-based technique to make them more successful. *Journal of Transport Geography*.
155. Manaugh, K., & El-Geneidy, A. (2011). Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(4), 309–315. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2011.01.009>
156. Manchón, L. F., Santamera, J. A., de Diego, J. G. B. G., Mínguez, J. J., & Ormazábal, J. I. (1995). *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano* (1st ed.). Ministerio de Fomento. Retrieved from <http://books.google>.

157. Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2015). The Walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona's everyday mobility. *Cities*, 42, 258–266. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.10.012>
158. Marshall, S. (2001). The challenge of sustainable transport. In A. Layard, S. Davoudi, & S. Batty (Eds.), *Planning for a sustainable future* (pp. 131–147). London: Spon Press. Retrieved from <http://books.google.es/books?id=WAFEGUK3y4MC>
159. Marshall, S. (2004). *Streets and Patterns: The Structure of Urban Geometry*.
160. May, A. D., & Tight, M. R. (2006). Innovation and integration in urban transport policy. *Transport Policy*, 13(4), 281–282. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VGG-4J6247K-4/1/cff55c1fb272db49ba408a3b54bdf5ed>
161. May, A., Jopson, A. F., & Matthews, B. (2003). Research challenges in urban transport policy. *Transport Policy*.
162. May, A., Kelly, C., & Shepherd, S. (2006). The principles of integration in urban transport strategies. *Transport Policy*.
163. May, A., & Roberts, M. (1995). The design of integrated transport strategies. *Transport Policy*, 2(2), 97–105. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)91989-W](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)91989-W)
164. McCormack, G. R., Cerin, E., Leslie, E., Du Toit, L., & Owen, N. (2008). Objective Versus Perceived Walking Distances to Destinations Correspondence and Predictive Validity. *Environment and Behavior*, 40(3), 401–425. <https://doi.org/10.1177/0013916507300560>
165. McCormack, G. R., Cerin, E., Leslie, E., & Owen, N. (2008). Destinations Correspondence and Predictive Validity. *Environment And Behavior*, 401–425.
166. Millington, C., Ward Thompson, C., Rowe, D., Aspinall, P., Fitzsimons, C., Nelson, N., & Mutrie, N. (2009). Development of the Scottish Walkability Assessment Tool (SWAT). *Health & Place*, 15(2), 474–481. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.09.007>
167. Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte: el binomio imperfecto*. Ariel.
168. Miralles-Guasch, C., & Cebollada, Á. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (50), 193–216.
169. Monheim. (1981). No Title. In P. Peters (Ed.), *La ciudad peatonal*. Barcelona: Gustavo Gili.
170. Moniruzzaman, M., Páez, A., Paez, A., & Páez, A. (2012). A model-based approach to select case sites for walkability audits. *Health & Place*, 18(6), 1323–1334. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.09.013>
171. Montgomery, J. (1998). Making a city: Urbanity, vitality and urban design. *Journal of Urban Design*, 3(1), 93–116. <https://doi.org/10.1080/13574809808724418>
172. Monzón, A., Cascajo, R., Díaz, M. L., & Barberán, A. (2016). *Informe Observatorio Movilidad Metropolitana 2014*. Madrid.
173. Monzón, A., Cascajo, R., Jordá, P., & Pérez, P. (2009). *Informe OMM - 2007*. Retrieved from http://www.observatoriomovilidad.es/images/stories/o5_informes/Informe_OMM2007.pdf
174. Mori, M., & Tsukaguchi, H. (1987). A new method for evaluation of level of service in pedestrian facilities. *Transportation Research Part A: General*, 21(3), 223–234. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90016-1](https://doi.org/10.1016/0191-2607(87)90016-1)

175. Morris, J. M., Dumble, P. L., & Wigan, M. R. (1979). Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 91–109. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0191260779900128>
176. Moya, L. (2006). Estudios de medidas y proyectos de movilidad ambiental en el entorno europeo. *Red Cuadernos de Investigación Urbanística*, 49, 92.
177. Munoz-Raskin, R. (2010). Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogota, Colombia. *Transport Policy*, 17(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.11.002>
178. Muraleetharan, T., Adachi, T., Hagiwara, T., & Kagaya, S. (2005). Method to determine pedestrian level-of-service for crosswalks at urban intersections. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6(1), 127–136.
179. Murray, A. T., Davis, R., Stimson, R. J., & Ferreira, L. (1998). Public transport accessibility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 3(5), 319–328. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(98\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(98)00010-8)
180. NACTO. (2016). *Urban Street Design Guide*.
181. Næss, P. (2009). Residential Self-Selection and Appropriate Control Variables in Land Use: Travel Studies. *Transport Reviews*, 29(3), 293–324. <https://doi.org/10.1080/01441640802710812>
182. Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F., & De Maeyer, P. (2010). Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and Planning A*, 42(7), 1613–1635. Retrieved from <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=a4230>
183. Newman, P., & Kenworthy, J. R. (1999). *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Island Press.
184. Niemeijer, D., & de Groot, R. S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators*, 8(1), 14–25. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.012>
185. Nijkamp, P. (2004). *Environmental economics and evaluation*. . (P. Nijkamp, Ed.) (Vol. 4). Northampton: Edward Elgar.
186. Nikitas, A., & Karlsson, M. (2015). A Worldwide State-of-the-Art Analysis for Bus Rapid Transit: Looking for the Success Formula. *Journal of Public Transportation*, 18(1), 1–33. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.18.1.3>
187. Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455–1470. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305002039>
188. O’Sullivan, S., & Morrall, J. (1996). Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(1), 19–26. <https://doi.org/10.3141/1538-03>
189. Olszewski, P., & Wibowo, S. (2005). Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore. In *Transit: Planning, Management and Maintenance, Technology, Marketing and Fare Policy, and Capacity and Quality of Service* (Vol. 1927, pp. 38–45). <https://doi.org/10.3141/1927-05>
190. Ongkittikul, S., & Geerlings, H. (2006). Opportunities for innovation in public transport: Effects of regulatory reforms on innovative capabilities. *Transport Policy*.
191. Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., & Sallis, J. F. (2004). Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1), 67–76. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379704000509>

192. Pang, H., & Jiao, J. (2015). Impacts of Beijing Bus Rapid Transit on Pre-owned Home Values. *Journal of Public Transportation, 18*(2), 34–44.
193. Park, S., Deakin, E., & Jang, K. (2013). Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2519*(1), 193–210. <https://doi.org/10.3141/2519-17>
194. Park, S., Deakin, E., & Jang, K. (2015). Can Good Walkability Expand the Size of Transit-Oriented Developments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2519*(1), 157–164. <https://doi.org/10.3141/2519-17>
195. Parks, J. R., & Schofer, J. L. (2006). Characterizing neighborhood pedestrian environments with secondary data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 11*(4), 250–263. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2006.04.003>
196. Pasaogullari, N., & Doratli, N. (2004). Measuring accessibility and utilization of public spaces in Famagusta. *Cities, 21*(3), 225–232. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275104000290>
197. Penn, A., Hillier, B., Banister, D., & Xu, J. (1998). Configurational modelling of urban movement networks. *Environment and Planning B, 25*. Retrieved from citeulike-article-id:7168989
198. Peters, P. (1981). *La ciudad peatonal* (2nd ed.). Gustavo Gili.
199. Petritsch, T., Landis, B., McLeod, P., Huang, H., Challa, S., & Guttenplan, M. (2005). Part 2: Pedestrians: Level-of-Service Model for Pedestrians at Signalized Intersections. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1939*(1), 53–62. <https://doi.org/10.3141/1939-07>
200. Petritsch, T., Landis, B., McLeod, P., Huang, H., Challa, S., Skaggs, C., ... Vattikuti, V. (2006). Pedestrian Level-of-Service Model for Urban Arterial Facilities with Sidewalks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1982*(1), 84–89. <https://doi.org/10.3141/1982-12>
201. Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., & Donovan, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science & Medicine, 56*(8), 1693–1703. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953602001636>
202. Pikora, T. J., Giles-Corti, B., Knuiaman, M. W., Bull, F. C., Jamrozik, K., & Donovan, R. J. (2006). *Neighborhood Environmental Factors Correlated with Walking Near Home: Using SPACES. [Miscellaneous Article]. Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 38). *Medicine & Science in Sports & Exercise* April 2006;38(4):708-714. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000210189.64458.f3>
203. Pooley, C., Horton, D., Scheldeman, G., Tight, M., Jones, T., Chisholm, A., ... Jopson, A. (2011). Household decision-making for everyday travel: a case study of walking and cycling in Lancaster (UK). *Journal of Transport Geography, 19*(6), 1601–1607. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.010>
204. Pooley, C., Tight, M., Jones, T., Horton, D., Scheldeman, G., Jopson, A., ... Constantine, S. (2011). Understanding walking and cycling: Summary of key findings and recommendations.
205. Portland, G. (1998). Pedestrian design guide. *Pedestrian Transportation Program*. Portland: Office of transportation engineering and development.
206. Porto Schettino, M., & Pozueta Echávarri, J. (2008). Los espacios compartidos ("Shared Space"). *Cuadernos de Investigación Urbanística, 59*.
207. Pozueta-Echavarri, J. (2000). Movilidad y planeamiento sostenible: hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano. *Cuadernos de Investigación Urbanística, 0*(30). Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/244>

208. Pozueta-Echavarri, J., Lamiquiz-Dauden, F., & Porto Schettino, M. (2009). *La ciudad paseable*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
209. Pozueta, J. (2001). *Instrucción para el Diseño de la Vía Pública en el municipio de Madrid*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
210. Pozueta, J., & Ojauguren, S. (2005). Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 45, 88.
211. Priemus, H., & Konings, R. (2001). Light rail in urban regions: what Dutch policymakers could learn from experiences in France, Germany and Japan. *Journal of Transport Geography*.
212. Priemus, H., Nijkamp, P., & Banister, D. (2001). Mobility and spatial dynamics: an uneasy relationship. *Journal of Transport Geography*, 9(3), 167–171. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00007-2)
213. Prinz, D. (1986). *Planificación y configuración urbana*. Gustavo Gili.
214. Raggam, R. B., Cik, M., Höldrich, R. R., Fallast, K., Gallasch, E., Fend, M., ... Marth, E. (2007). Personal noise ranking of road traffic: Subjective estimation versus physiological parameters under laboratory conditions. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210(2), 97–105. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463906000903>
215. Rahaman, K. R., Lourenço, J. M., Viegas, J. M., Rahaman Rubayet, K., Lourenco M, J., Viegas Manuel, J., ... Viegas, J. M. (2012). Perceptions of Pedestrians and Shopkeepers in European Medium-Sized Cities: Study of Guimarães, Portugal. *Journal of Urban Planning and Development*, 138(1), 26–34. [https://doi.org/Doi.10.1061/\(ASCE\)Up.1943-5444.0000094](https://doi.org/Doi.10.1061/(ASCE)Up.1943-5444.0000094)
216. Rietveld, P., & Stough, R. (2005). Barriers to Sustainable Transport: institutions, regulation and sustainability.
217. Rodríguez, D. A., Brisson, E. M., & Estupiñán, N. (2009). The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT stations. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(7), 470–478. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.06.001>
218. Rodríguez, D. A., & Targa, F. (2004). Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport Reviews*, 24(5), 587–610. <https://doi.org/10.1080/0144164042000195081>
219. Salens, B., & Handy, S. (2008). Built Environment Correlates of Walking: A Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(7), 550–566. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c67a4>
220. Salingaros, N. A., Coward, L. A., West, B. J., & Bilsen, A. (2005). *Principles of urban structure*. Techne.
221. Sanz-Alduán, A. (1998). La ciudad a pie: un programa para recuperar las urbes andando. *Boletín CF+S*, 0(6). Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/boletincfs/article/view/2880/2937>
222. Sanz-Alduán, A. (2016). *Manual de movilidad peatonal: caminar en la ciudad*. (C. y P. Colegio de Ingenieros de Caminos, Ed.). Garceta.
223. Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico: Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana. Series monografías*. Madrid: Ministerio de Fomento.
224. Sarkar, S. (2003). Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers. *Transportation Quarterly*, 57(4), 39–59. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&b=bth&AN=11274613&site=ehost-live>
225. Sauter, D., Hogertz, C., Tight, M., Thomas, R., & Zaidel, D. (2010). Measuring Walking. In M. Tight & J. Walker (Eds.), *Pedestrians' Quality Needs. Final Report of the COST project 358, Cheltenham: Walk21*.

226. Schwanen, T., Dijst, M., & Dieleman, F. M. (2004). Policies for Urban Form and their Impact on Travel: The Netherlands Experience. *Urban Studies*, 41(3), 579–603. <https://doi.org/10.1080/0042098042000178690>
227. Segui-Pons, J., & Martínez-Reynés, M. (2003). Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI. *Revista Electrónica de Geografía Y Ciencias Sociales*, .
228. Seneviratne, P. N. (1985). Acceptable Walking Distances in Central Areas. *Journal of Transportation Engineering*, 111(4), 365–376. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1985\)111:4\(365\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1985)111:4(365))
229. Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (2000). Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy and Buildings*, 31(3), 221–235. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778899000183>
230. Shay, E., Rodriguez, D. A., Cho, G., Clifton, K. J., & Evenson, K. R. (2009). Comparing objective measures of environmental supports for pedestrian travel in adults. *International Journal of Health Geographics*, 8. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-8-62>
231. Shriver, K. (1997). Influence of Environmental Design on Pedestrian Travel Behavior in Four Austin Neighborhoods. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1578(1), 64–75. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3141/1578-09>
232. Silva, C., & Pinho, P. (2010). The Structural Accessibility Layer (SAL): revealing how urban structure constrains travel choice. *Environment and Planning A*, 42(11), 2735–2752. Retrieved from <http://ideas.repec.org/a/pio/envira/v42y2010i11p2735-2752.html>
233. Sohn, K., & Kim, D. (2010). Zonal centrality measures and the neighborhood effect. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), 733–743. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856410000972>
234. Soria-Lara, J. A. (2011). *Modelo de umbrales para la evaluación ambiental de la movilidad urbana*. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Granada: Universidad de Granada, Granada. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/80693>
235. Soria-Lara, J. A., Valenzuela-Montes, L. M., & Pinho, P. (2015). Using “Mobility Environments” in Practice: Lessons from a Metropolitan Transit Corridor in Spain. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 17(5), 553–572. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2014.991779>
236. Stathopoulos, T., Wu, H., & Zacharias, J. (2004). Outdoor human comfort in an urban climate. *Building and Environment*, 39(3), 297–305. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132303002002>
237. Stokes, R. J., MacDonald, J., & Ridgeway, G. (2008). Estimating the effects of light rail transit on health care costs. *Health & Place*.
238. Straatemeier, T., & Bertolini, L. (2008). Joint Accessibility Design Framework Developed with Practitioners to Integrate Land Use and Transport Planning in the Netherlands. *Transportation Research Record*, (2077), 1–8. <https://doi.org/10.3141/2077-01>
239. Susino, J., Casado, J., & Fera, J. (2007). Transformaciones sociales y territoriales en el incremento de la movilidad por razón de trabajo en Andalucía. *Cuadernos de Geografía* (. Retrieved from <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloid=623753>
240. Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2013). *Transforming cities with transit*. Washington. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/947211468162273111/pdf/NonAsciiFileNameo.pdf>

241. Talavera-García, R., & Soria-Lara, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. *Cities*, *45*, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.03.003>
242. Talavera-García, R., Soria-Lara, J. A., & Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, *60*(1), 161–187.
243. Talavera-García, R. & Valenzuela-Montes, L. M. (2012) La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público. *Bitácora Urbano/Territorial*21 (2) 97-109.
244. Talen, E. (2002). Pedestrian Access as a Measure of Urban Quality. *Planning Practice & Research*, *17*(3), 257–278. <https://doi.org/10.1080/026974502200005634>
245. Talen, E., & Anselin, L. (1998). Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A*, *30*(4), 595–613. Retrieved from <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=a300595>
246. Talen, E., & Koschinsky, J. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning (IJSLUP)*, *1*(1).
247. Tight, M., Timms, P., Banister, D., Bowmaker, J., Copas, J., Day, A., ... Watling, D. (2011). Visions for a walking and cycling focussed urban transport system. *Journal of Transport Geography*, *19*(6), 1580–1589. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.011>
248. Todorova, A., Asakawa, S., & Aikoh, T. (2004). Preferences for and attitudes towards street flowers and trees in Sapporo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, *69*(4), 403–416. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.11.001>
249. Townsend, C., & Zacharias, J. (2010). Built environment and pedestrian behavior at rail rapid transit stations in Bangkok. *Transportation*, *37*(2), 317–330. <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9226-8>
250. Transportation Research Board. (1985). *Highway capacity manual* (Vol. 199). Washington, DC: Transportation Research Board, Washington, DC.
251. Traversi, C. M., Camagni, R., & Nijkamp, P. (2006). *Analysis of environmental costs of mobility due to urban sprawl: a modelling study on Italian cities*. Tinbergen Institute.
252. Trip. (2007). *What Makes a City? Planning for 'Quality of Place'*. *Repository.Tudelft.Nl*. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=7891237287011452943%5Cnfile:///Users/nicholaslynch/Documents/Papers/2007/Trip/repository.tudelft.nl/2007/Trip.pdf%5Cnpapers://4288930b-a4ef-455e-b9f1-a5519c267225
253. Valenzuela-Montes, L. M. (2002). El umbral ambiental de la accesibilidad en los centros históricos. In A. Ibeas & J. M. Díaz (Eds.), *Ingeniería de los transportes o la vocación a un desafío permanente: el futuro sostenible* (pp. 189–196). Santander.
254. Valenzuela-Montes, L. M., & Soria-Lara, J. A. (2016). Un glosario para interpretar las demandas del espacio público de la movilidad urbana. In S. Segarra-Lagunes, L. M. Valenzuela-Montes, & J. L. Rosúa-Campos (Eds.), *Paisaje con+texto : naturaleza, jardín, espacio público* (pp. 189–206). Universidad de Granada.
255. Valenzuela-Montes, L. M., Soria-Lara, J. A., & Talavera-García, R. (2011). Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía Y Ciencias Sociales*, *15*. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=yv4JPVwl&eid=2-s2.0-79958123916&md5=85cf4cba42184c215585a487560b5b69>
256. Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: enfoques, factores y condicionantes. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales*, *41*(123).

257. Valenzuela, L., Soria, J., Talavera, R., & Rivas, J. y. (2009). El metro ligero como factor de innovación ambiental en las áreas metropolitanas andaluzas. *Consejería de La Presidencia de La ...*
258. van de Coevering, P., & Schwanen, T. (2006). Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America. *Transport Policy*.
259. Vaughan, L. (2007). The spatial syntax of urban segregation. *Progress in Planning*, 67(3), 205–294. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2007.03.001>
260. Venturi, R., Brown, D. S., & Izenour, S. (1977). *Learning from Las Vegas: the forgotten symbolism of architectural form* (Revised ed). MIT Press.
261. Victoria Transport Policy Institute. (2015a). Online TDM Encyclopedia - Light Rail Transit. Retrieved from <http://www.vtppi.org/tdm/tdm121.htm>
262. Victoria Transport Policy Institute. (2015b). Online TDM Encyclopedia - Public Transit Station Improvements. Retrieved from <http://www.vtppi.org/tdm/tdm127.htm>
263. Vieira, J., Moura, F., & Viegas, J. M. (2007). Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration. *Transport Policy*.
264. Vuchic, V. R. (2005). *Urban transit: operations, planning, and economics*. John Wiley & Sons.
265. Weinstein Agrawal, A., Schlossberg, M., Irvin, K., Weinstein, A., Schlossberg, M., (2008). How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference. *Journal of Urban Design*, 13(1), 81–98. <https://doi.org/10.1080/13574800701804074>
266. Werner, C. M., Brown, B. B., & Gallimore, J. (2010). Light rail use is more likely on “walkable” blocks: Further support for using micro-level environmental audit measures. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 206–214. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.003>
267. Wood, L., Frank, L. D., & Giles-Corti, B. (2010). Sense of community and its relationship with walking and neighborhood design. *Social Science & Medicine*, 70(9), 1381–1390. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.021>
268. World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health.
269. WorldHealthOrganization. (2011). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Global Recommendations on Physical Activity for Health*.
270. Yang, L., Hipp, J. A. A., Adlakha, D., Marx, C. M., Tabak, R. G., & Brownson, R. C. (2015). Choice of commuting mode among employees: Do home neighborhood environment, worksite neighborhood environment, and worksite policy and supports matter? *Journal of Transport and Health*, 2(2), 212–218. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.02.003>
271. Young, A. (2007). *Manual for Streets*. (G. B. D. for Transport, Ed.). London: Thomas Telford Pub.
272. Zacharias, J. (2001). Pedestrian Behavior Pedestrian Behavior and Perception in Urban Walking Environments. *Journal of Planning Literature*, 16(1), 3–18. <https://doi.org/10.1177/08854120122093249>
273. Zacharias, J. (2007). The Nonmotorized Core of Tianjin. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1(4), 231–248. <https://doi.org/10.1080/15568310601068120>
274. Zook, J. B., Lu, Y., Glanz, K., & Zimring, C. (2012). Design and Pedestrianism in a Smart Growth Development. *Environment and Behavior*, 44(2), 216–234. <https://doi.org/10.1177/0013916511402060>

list of figures and tables
Índice de figuras y tablas

list of figures

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1.1. Cronología de la participación en proyectos y las publicaciones generadas a partir de los mismos. | 13 |
| Figura 2.1. Esquema global de la tesis. | 21 |
| Figura 3.1. Esquema de la estructura de general de la tesis con los bloques y capítulos que la integran. | 27 |
| Figura 3.2. Esquema conceptual y aportaciones de los artículos a los factores de accesibilidad y conceptos clave | 29 |
| Figura 3.3. Esquema de la estructura del Bloque IV con los capítulos y artículos que lo integran. | 31 |
| Figura 4.1. Componentes y factores de la accesibilidad peatonal. | 41 |
| Figura 4.2. Esquema de medida de accesibilidad basada en los niveles de servicio | 44 |
| Figura 4.3. Esquema de medida de accesibilidad basada en (de izquierda a derecha) distancia, contorno y potencial | 44 |
| Figura 4.4. Esquema de medida de accesibilidad basada en utilidad | 45 |
| Figura 4.5. Conceptualización teórica de los Entornos peatonales | 47 |
| Figura 4.6. Esquema en capas de accesibilidad e integración del transporte público en el entorno peatonal | 49 |
| Figura 6.1. Marco general del ámbito de testeo: espacios públicos, centralidades y ejes estructurantes | 65 |
| Figura 6.2. Densidad de población. | 67 |
| Figura 6.3. Densidad de actividades económicas. | 68 |
| Figura 6.4: Usos del suelo. | 69 |
| Figura 6.5: Sistemas de espacios libres. | 70 |
| Figura 6.6. Retenciones en la entrada de Mendez Nuñez. | 71 |
| Figura 6.6. Ilustración cotidiana de movilidad peatonal asociada a usos comerciales en el centro urbano de Granada (Calle Recogidas) | 72 |
| Figura 6.8. Origen y destino de los desplazamientos a pie con motivo de trabajo y estudios. | 73 |
| Figura 6.9. Localización de paradas en entornos con mayor potencial de movilidad peatonal, sobre el plano esquemático del Metropolitano de Granada. | 75 |
| Figura 6.10. Red de transporte antes del Metropolitano. | 76 |
| Figura 6.11. Red de transporte con del Metropolitano. | 77 |
| Figura 6.12. Ganancia de accesibilidad en las secciones censales en el corredor del metro ligero. | 78 |
| Figura 6.13. Relación entre la integración local, espacios públicos y paradas de metro ligero. | 79 |
| Figura 6.14. Entornos de movilidad urbana del corredor de metro ligero. | 81 |
| Figura 6.15. Entornos de movilidad urbana para el testeo metodológico. | 82 |
| Figura 6.16. Ejemplo de tipologías de calle en los entornos de movilidad. | 83 |

Contextualización estratégica

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Propuesta de sistemas de metro ligero en las áreas metropolitanas de Granada, Málaga y Sevilla. | 97 |
| Figura 2. Relaciones entre innovaciones, planes y proyectos de metro ligero. | 100 |
| Figura 3. Innovaciones identificadas en los documentos de planificación. | 101 |
| Figura 4. Innovaciones identificadas según tipologías. | 101 |
| Figura 5. Número de innovaciones por tipología y ámbito geográfico. | 104 |
| Figura 6. Medidas innovadoras de tipo urbanístico y ambiental por área metropolitana, plan y proyecto. | 106 |
| Figura 7. Figuras de planificación, escalas y estrategias. | 109 |

Artículos 1

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Esquema metodológico. | 127 |
| Figura 2. Evolución temporal del número de artículos que contienen el concepto "walking distance". | 129 |
| Figura 3. Evolución temporal del número de artículos para los distintos modos de transporte.. | 130 |
| Figura 4. Reparto del tipo de medida de la distancia peatonal por modos de transporte. | 131 |
| Figura 5. Evolución de la distancia peatonal en función del tipo de medida y modo de transporte | 133 |
| Figura 6. Factores asociados a la distancia peatonal (muestra de revisión). | 134 |
| Figura 7. Distribución de factores por modo y tipo de medida (muestra de revisión). | 135 |

Artículo 2

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Proceso de revisión, selección y clasificación de referencias. | 152 |
| Figura 2. Evolución temporal de los distintos enfoques según el número de referencias medio anual | 158 |
| Figura 3. Presencia de los factores respecto al total de referencias. | 159 |
| Figura 4. Representatividad de los factores según enfoque | 161 |
| Figura 5. Distribución temporal del número de factores general y por dimensiones. | 163 |
| Figura 6. Distribución de las dimensiones según frecuencia de los factores en los distintos enfoques. | 164 |
| Figura 7. Valoración media de los factores en la movilidad peatonal. | 166 |

Artículo 3

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Esquema metodológico. | 180 |
| Figura 2. Localización del ámbito de estudio | 181 |
| Figura 3. Área de servicio de las paradas de metro ligero y sus solapes. | 183 |
| Figura 4. Paradas seleccionadas para la evaluación de la atracción peatonal. | 185 |
| Figura 5. Calles con mayores valores de integración local (HH-R3). | 187 |
| Figura 6. Escatograma de sinergia (Integración global y local). | 188 |
| Figura 7. Análisis de la profundidad visual (VSD) a las paradas de metro ligero. | 189 |

| | |
|--|-----|
| Figura 8. Comparación entre coberturas de servicio y su repercusión en la población servida. | 190 |
| Figura 9. Comparativa de valores de profundidad visual en la zona de solape entre coberturas de estaciones 18 y 19. | 191 |
| Artículo 4 | |
| Figure 1. Study area. | 204 |
| Figure 2. Urban structure photographs. Examples of routes based on a) integration, b) distance, c) straightness. | 205 |
| Figure 3: Typologies of street, a)boulevard, b)collector, c)commercial, d)historical, e)residential | 206 |
| Figure 4: Survey thematic areas and concepts that support them | 207 |
| Figure 5: Graphical abstract of the survey-based approach. | 208 |
| Figure 7: Differences in score factors between General and based on typologies | 213 |
| Figure 6: Graphical summary. | 214 |
| Artículo 5 | |
| Figura 1: Aspectos condicionantes en la movilidad peatonal. | 238 |
| Figura 2. Metodología de Caracterización peatonal de los entornos de movilidad (CPEM) | 239 |
| Figura 3. Entornos de movilidad seleccionados para aplicar el método CPEM . | 244 |
| Figura 4. Niveles de calidad según indicadores analizados en los entornos analizados: motorizado y de proximidad. | 247 |
| Figura 5. Porcentajes medios en los niveles de calidad peatonal (a) y distribución según condicionantes (b) para los entornos estudiados. | 249 |
| Figura 6. Ejemplo de niveles de calidad obtenidos para calles de los entornos de movilidad evaluados. | 250 |
| Artículo 6 | |
| Figure 1. Method to evaluate the quality of pedestrian level of service of public transport stops. | 262 |
| Figure 2. Literature review method | 264 |
| Figure 3. Relevant factors in pedestrian mobility publications according to the ratio taken from the total number of papers analysed from journals over the last 20 years. | 265 |
| Figure 4. Study area. Mobility environments of LRT sections 9 and 18.. | 271 |
| Figure 5. Qualitive levels obtained from the proposed indicators. | 274 |
| Figure 6. Q-PLOS of LRT stops. | 276 |
| Artículo 7 | |
| Resumen gráfico. | 284 |
| Figura 1. Ámbito de testeo. | 292 |
| Figura 2. Calidad peatonal de los entornos de movilidad. | 294 |
| Figura 3. Áreas de servicio basada en distancia estándar y calidad de la distancia peatonal. | 295 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4. Comparativa áreas de servicio, solapamientos e implicaciones en población. | 297 |
| Figura 5. Comparativa de la población servida en los entornos de movilidad motorizada y local según el tipo de distancia peatonal. | 297 |
| Figura 10.1. Estrategias para la integración de los sistemas de metro ligero en Andalucía. | 310 |
| Figura 10.2. La distancia peatonal en la accesibilidad al modo metro ligero: principales características y factores. | 311 |
| Figura 10.2. Factores del entorno urbano y su relación con la movilidad peatonal. | 313 |
| Figura 10.3. Integración de factores del entorno urbano en la evaluación de la accesibilidad. | 314 |
| Figura 10.4. Actitud de la población y percepción del entorno urbano como peatones. | 316 |
| Figura 10.5. Calidad de los entornos peatonales como entornos de accesibilidad e integración del transporte público. | 317 |
| Figura 10.6. Calidad de los entornos de movilidad motorizada (izquierda) y local (derecha). | 318 |
| Figura 10.7. Comparativa de los niveles de servicio para el entorno de movilidad motorizada y local. | 320 |
| Figura 10.8. Comparativa de cobertura basada en distancia estandar y en la calidad de la distancia (Q-WD) | 321 |
| Figura 10.9. Diagrama sintético de las aportaciones de la tesis | 322 |

list of figures

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1. Comparativa principios convencionales en la planificación del transporte y movilidad sostenible | 17 |
| Tabla 2.2. Movilidad vs accesibilidad según las diferentes dimensiones | 18 |
| Tabla 2.3. Factores que afectan a la accesibilidad peatonal. | 18 |
| Tabla 3.1. Referencias de las aportaciones que componen la tesis como compendio de artículos. | 28 |
| Tabla 3.2. Aportaciones de los artículos a los factores de accesibilidad y conceptos estructurantes. | 29 |
| Tabla 3.1. Aportaciones de los artículos a los objetivos planteados. | 30 |
| Tabla 4.1. Factores que afectan a la accesibilidad peatonal. | 42 |
| Tabla 4.2. Comparativa de las medidas de accesibilidad comúnmente utilizadas | 45 |
| Tabla 5.1. Resumen de las metodologías seguidas en los artículos. | 62 |
| Tabla 6.2. Cuadro resumen metro ligero Granada "Metropolitano" | 72 |

Contextualización estratégica

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Principales proyectos de metro ligero en la comunidad autónoma andaluza | 96 |
| Tabla 2. Principales proyectos de metro ligero en la comunidad autónoma andaluza | 98 |
| Tabla 3. Planes y proyectos metropolitanos respecto a la implantación de los sistemas de metro ligero | 99 |
| Tabla 4. Innovaciones identificadas según tipo, ámbito de estudio y plan o proyecto | 102 |
| Tabla 5. Nivel de sinergia entre las medidas propuestas en los planes y proyectos evaluados | 108 |
| Tabla 6. Definición estratégica de integración a partir de las medidas identificadas y su carácter sinérgico | 111 |
| Tabla 7. Ejemplos de medidas según la estrategia y línea de acción | 112 |

Artículo 1

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Resumen de los criterios seguidos para la obtención de los artículos analizados | 128 |
| Tabla 2. Tabla resumen de distancias peatonales según el modo de transporte. | 132 |

Artículo 2

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Variables tenidas en cuenta para la selección de referencias. | 154 |
| Tabla 2. Referencias bibliográficas seleccionados ordenadas por orden alfabético. | 157 |
| Tabla 3. Enfoque y dimensión de los factores recogidos en las referencias. | 162 |
| Tabla 4. Referencias seleccionadas para la valoración de factores. | 165 |

Artículo 3

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Características líneas de metro ligero de Granada | 182 |
|--|-----|

Artículo 4

| | |
|---|-----|
| Table 1.Survey structure. | 205 |
| Table 2. Ranking of attitudes towards walking | 209 |
| Table 3.Ranking of route preferences | 209 |
| Table 4.Ranking of urban design factors | 210 |
| Table 7.Ranking of street-typology factors | 211 |
| Table 8.Comparative of rating between residents and no residents according to their typology of street. | 211 |
| Table 6.Ranking of street typologies | 211 |

Artículo 5

| | |
|--|-----|
| Tabla 1.Aspectos condicionantes, indicadores de la calidad peatonal propuestos y factores de calidad a los que afectan | 241 |
| Tabla 2.Estandarización de los resultados en niveles de calidad peatonal | 243 |
| Tabla 3.Caracterización de los entornos de movilidad analizados | 245 |

Artículo 6

| | |
|---|-----|
| Table 2.Quality thresholds | 268 |
| Table 3.Factor score obtained from a pedestrian preferences survey in Granada | 269 |
| Table 4.Assigned weights. | 269 |
| Table 5.Quality level of service | 273 |
| Table 6.Summary of quality levels of service. | 276 |

Artículo 7

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.Revisión de artículos que analizan la distancia peatonal. | 287 |
| Tabla 2. Resumen de los factores e indicadores seleccionados. | 290 |
| Tabla 3.Estandarización de los niveles de calidad. | 290 |
| Tabla 4.Valoración de los factores según la población y peso asignado respecto al factor distancia. | 290 |
| Tabla 5.Efecto de los niveles de calidad peatonal en la medida de distancia. | 291 |
| Tabla 6.Cuadro resumen metro ligero Granada "Metropolitano" | 293 |
| Tabla 7.Valores sintéticos de la calidad peatonal de los entornos de movilidad. | 294 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 11.1.Artículos que conforman la tesis. | 330 |
| Tabla 11.2.Objetivos planteados, aportaciones, limitaciones y posibles vías de progreso. | 335 |

