



Influencia de las variables urbanísticas sobre la movilidad peatonal y recomendaciones consecuentes para el diseño de **MODELOS URBANOS ORIENTADOS A LOS MODOS NO MOTORIZADOS: LA CIUDAD PASEABLE**

PT-2006-036-09ICCP

INFORME INTERMEDIO nº 1: Estado del arte y desarrollo del proyecto

Investigador Principal: Julio Pozueta Echávarri
Versión: 01
Fecha: Julio 2007
Conformidad del representante legal: Gonzalo León Serrano



CON LA SUBVENCIÓN DEL
CENTRO DE ESTUDIOS Y XPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS
(MINISTERIO DE FOMENTO)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO



PT-2006-036-09ICCP

INDICE

1. Antecedentes y objeto	6
2. Avance del “estado del arte”.....	7
2.1. Objetivos del proyecto, marco conceptual y metodológico	7
2.2. Las variables del entorno urbano y de la movilidad peatonal	12
2.3. Relevancia de las variables entorno urbano según la revisión bibliográfica.....	14
a. Densidad	14
b. Mezcla de usos	17
c. Trazado urbano	19
d. Distribución y accesibilidad usos generadores.....	20
e. Otras variables	21
2.4. Relación con las variables interpuestas y lagunas pendientes	24
3. Investigaciones específicas sobre el entorno urbano	28
3.1. Estudio sobre los motivos de los desvíos en los recorridos peatonales a la escuela (IE-01).....	28
3.1.1. El contexto: criterios de elección del itinerario y encuesta sobre desplazamientos a la escuela en Madrid	29
a. Criterios de elección del itinerario, según la literatura	29
b. Encuesta sobre los desplazamientos a la escuela en Madrid	30
3.1.2. Metodología del análisis de los recorridos	39
3.1.3. Resultados: recorridos de acceso en ambos centros escolares	39
a. Descripción y análisis de los recorridos directos en Manoteras	39
b. Relación entre los recorridos y las características del entorno urbano: Manoteras	45
c. Análisis de los recorridos en Valdemoro	47
d. Relación entre los recorridos y las características del entorno urbano: Valdemoro.....	50
3.1.4. Discusión: factores que influyen en los desplazamientos de peatones, en ambos casos	56
3.1.5. Conclusiones: leyes de navegación y factores urbanos relevantes	61
a. Criterios o leyes de navegación declaradas y reveladas en el análisis	61
b. Rasgos urbanos con incidencia en los recorridos	63
c. Trabajo pendiente	64
3.2. Estudio de Percepción de atractivos y barreras en los desplazamientos peatonales (IE-02)	65
3.3. Investigaciones sobre la Importancia de la densidad y la mezcla de usos en desplazamientos peatonales (IE-03, IE-05)	70
a. Origen de los datos	70
b. Definición de variables e hipótesis	71
c. Segmentaciones de la muestra	74



d. Procedimiento para el análisis estadístico	77
e. Resultados sobre los viajes totales	78
3.4. Investigación sobre Los atropellos y su relación con la trama urbana (IE-12)	85
a. Datos obtenidos	85
b. Metodología	86
c. Primeros resultados.....	92
d. Trabajo futuro.....	94
4. Programa y estado de los trabajos	97
4.1. Programa de trabajo propuesto	97
4.2. Tareas de seguimiento y coordinación del proyecto.....	99
4.3. Valoración del grupo de expertos externos.....	99
4.4. Adecuación de las investigaciones previstas.....	102
4.5. Ajuste de los trabajos al programa previsto	105



Influencia de las variables urbanísticas sobre la movilidad peatonal y recomendaciones consecuentes para el diseño de MODELOS URBANOS ORIENTADOS A LOS MODOS NO MOTORIZADOS: LA CIUDAD PASEABLE



1. Antecedentes y objeto

El siguiente informe es el primero de los cuatro previstos para describir las actividades del proyecto de investigación “Influencia de las variables urbanísticas sobre la movilidad peatonal y recomendaciones consecuentes para el diseño de MODELOS URBANOS ORIENTADOS A LOS MODOS NO MOTORIZADOS: LA CIUDAD PASEABLE (PT-2006-036-09ICCP), que cuenta con una de las Ayudas para la realización de proyectos de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica, ligadas al Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, en el marco del Plan Nacional, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 (BOE 24 julio 2006), concedidas por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento.

Las normas del CEDEX (Bases reguladoras, BOE, 18 de julio de 2006) incluyen la siguiente indicación sobre los contenidos de este tipo de informes:

Informe conjunto que describa todas las actividades del proyecto, acompañado de un resumen en español e inglés (aprox. 10 páginas en cada idioma)

Además la realización de este informe figuraba en la propuesta del proyecto y en el Programa de trabajo aprobado. En este último documento, donde se expone de forma detallada el marco propositivo y metodológico del proyecto, también se precisaban los contenidos del mismo:

Informe Intermedio nº1 “ESTADO DEL ARTE Y METODOLOGÍA INVESTIGACIONES ESPECÍFICAS”

Contenido: “Descripción de los trabajos correspondientes a las tres primeras fases, partiendo del estado de las investigaciones nacionales e internacionales sobre el tema, con identificación de las lagunas de conocimiento existente incluyendo el resultado de las dos primeras investigaciones específicas previstas. Propuesta de metodología final para las otras once investigaciones específicas y, en su caso, propuestas justificadas de ampliación con nuevas investigaciones específicas o supresión de alguna de ellas (manteniendo la carga de trabajo total).”

Como quiera que el desarrollo de los trabajos ha dejado claro que, a la espera de una mayor maduración, no conviene cerrar aún el segundo de los apartados iniciales (propuesta de una metodología final para el resto de las investigaciones), se ha decidido dejar dicha definición para más adelante. Ello ha supuesto también el cambio en el título observable. En todo caso dicho cambio no afectan a los requisitos del CEDEX y, en cualquier caso, dicha variación de contenido no es repentina o unilateral sino que fue acordada con la coordinación del proyecto en reunión ordinaria mantenida con fecha 12 de junio de 2007.

2. Avance del “estado del arte”

2.1. *Objetivos del proyecto, marco conceptual y metodológico*

El título del proyecto pone blanco sobre negro los dos principales objetivos del mismo:

Influencia de las variables urbanísticas sobre la movilidad peatonal / y recomendaciones consecuentes para el diseño de **MODELOS URBANOS ORIENTADOS A LOS MODOS NO MOTORIZADOS: LA CIUDAD PASEABLE**

Además tanto el carácter de dichos objetivos como el modo de abordarlos, se establecían de forma igualmente clara en la propuesta inicial de esta investigación:

- El primer objetivo, la investigación de como las variables urbanas influyen la movilidad de los peatones, sería tributario del segundo y se realizaría:
 - A través de una revisión de la literatura sobre el tema
 - A través de 13 investigaciones específicas, centradas en rasgos urbanísticos, que se habían identificado en un primer momento
- El segundo, la elaboración de unas recomendaciones de planificación y diseño urbano para desarrollos urbanos que puedan promover este tipo de desplazamientos, se desarrollaría a partir de lo anterior.

Así pues, el primer paso es revisar de la literatura sobre el tema propuesto a fin de identificar las variables clave, de establecer la importancia relativa de cada una de ellas y de averiguar cuales son las lagunas que presenta el estado del arte en la actualidad. Este primer paso es fundamental en cualquier proyecto de carácter científico y además, en este caso, a la hora de orientar de la manera más eficaz posible las investigaciones específicas a desarrollar con posterioridad.

Claro que para saber donde buscar o en definitiva, que variables pueden tener interés y cuales no, resulta imprescindible definir inmediatamente y con la mayor precisión posible las dos parcelas de la realidad que se van a confrontar, la referente a la ciudad y la que atañe a la movilidad. Recurriendo de nuevo al título del proyecto, se observa que en el mismo la parte urbana se denominaba “variables urbanísticas”. A partir de ahí se ha realizado una aproximación terminológica pausada que ha servido para discutir las distintas posibilidades¹ y en concreto ha aconsejado rebajar el carácter abstracto de la que figuraba en el título del proyecto, y proponer en su lugar la de “entorno urbano”.

¹ Otros términos considerados, y desechados, son los siguientes:

- Ambiente urbano; según el D.R.A.E., Ambiente es “lo que rodea a un cuerpo”, pero también tiene otra acepción “Condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar,



Por tanto, ¿qué significa *entorno urbano* en el marco de este proyecto?. Literalmente, según el Diccionario de la Real Academia Española (D.R.A.E.), entorno es “lo que rodea” y urbano es “relativo a la ciudad”, por tanto *aquello que rodea*, y se entiende, dado el tema propuesto, *al sujeto que se desplaza en la ciudad*. Además se puede precisar que en esta investigación, entre todo lo que le rodee al peatón en la ciudad, sus edificios, calles, comercios, coches, árboles, etc., va a ocuparse especialmente, debido al segundo objetivo del trabajo, de aquellos rasgos de la ciudad fruto de la actividad de la planificación, la promoción y el diseño urbanístico. Más adelante se detalla cuales son.

Por otra parte, ¿qué se entiende por *movilidad peatonal*?. De nuevo acudiendo al D.R.A.E., movilidad es la “cualidad de lo movable”, y peatonal, de peatón, “persona que va a pie por una vía pública”. En este caso hay que decir que el diccionario se queda corto porque, desde el punto de vista técnico, la movilidad posee una cualidad sustantiva más allá del carácter calificativo allí otorgado². En efecto, se puede afirmar que profesionalmente se entiende por movilidad urbana todo lo relativo a los “movimientos” en la ciudad, técnicamente viajes, y a sus características³. Ese concepto, el viaje, será a lo largo de este estudio la unidad fundamental a la hora de hablar de la movilidad. En los estudios de transporte los parámetros que se utilizan para definir los viajes son su número, modo de transporte utilizado, motivo del mismo, distancia (en metros o en minutos), hora de salida y de llegada, etc. Del mismo modo que en el caso anterior, más

de una reunión, de una colectividad o de una época”, más extendida y probablemente demasiado amplia para los objetivos de este punto.

- Estructura urbana; en planificación urbanística hace referencia al conjunto de piezas y elementos estructurales de una ordenación, incluyendo trazados viarios e infraestructurales, usos globales del suelo y principales dotaciones.
- Entorno edificado o construido, traducción literal del “building environment” que aparece en la literatura norteamericana sobre este tema, en nuestro idioma parece hacer referencia más a lo que hay al interior de las parcelas y parece dejar de lado aspectos importantes como los usuarios, las actividades o la vegetación urbana.

² Es interesante notar que los peatones entran por derecho propio en esa definición de “lo movable” y por tanto forman parte de la movilidad. Sin embargo la movilidad peatonal ha sido tradicionalmente la hermana pobre de entre “aquello que se desplaza”, de manera que durante mucho tiempo su valor en términos de transporte ha sido negado sistemáticamente y que todavía suele aparecer minusvalorada en las estadísticas.

³ Desde hace algún tiempo la concepción y descripción de la movilidad ha evolucionado desde evaluaciones más cuantitativas y centradas en el viaje, cuantos pasajeros-km o vehículos-km se producían por cada modo de transporte, a aproximaciones más centradas en la utilidad de ese viaje para la persona: en principio es equivalente, a efectos de saber como se desplaza cada persona, que un viaje se realice en coche y tenga una longitud de 25 Km. a que otra persona se desplace andando durante 1,2 Km., si el efecto en ambos casos es que alguien se desplace todos los días desde su casa a su trabajo. Es cierto que existe aún otra posibilidad, aún más centrada en la persona que es tomar como unidad la persona en vez del viaje. Por ejemplo, en el caso del reparto modal en los desplazamientos al trabajo, se trataría de ver cuantas personas resuelven su movilidad a pie, cuantas en transporte público y cuantas en automóvil, en vez del número de viajes que hacen cada una, normalmente algo superior pero no necesariamente homogéneamente superior.



adelante se precisará cuales son las variables y cuales su fuente o forma de obtenerlas.

Siendo que lo prioritario es ver la influencia de los rasgos del entorno urbano en la movilidad peatonal, la investigación propuesta tiene la ambición de abarcar, dentro de sus posibilidades, la mayor cantidad posible de aspectos del entorno urbano.

¿Como hacerlo?. Una vez definidos los campos conceptuales, metodológicamente existen varias opciones. La solución elegida, como de nuevo se puede ver en el título, precisamente en la idea de variables, ha sido la aproximación analítica; esto es, descomponer la parte de la realidad objetivo en *variables* y tratar de ver como estas variables se pueden describir o medir a través de *indicadores*, para ver que influencia tienen dichos indicadores, en principio independientemente unos de otros, sobre la movilidad peatonal⁴.

Ello no obsta para que a la hora de descomponer la realidad en variables se entienda que la importancia de las variables es relativa y ello en dos sentidos; en primer lugar relativa a la del resto de variables del entorno urbano, pero también esa importancia o peso habrá que situarlo en el contexto de su relación a las de otros campos o parcelas de la realidad, campos que puedan tener una influencia significativa a la hora de generar los desplazamientos peatonales, tales como por ejemplo la inseguridad ciudadana, el tiempo atmosférico o el grado de motorización.

En efecto, en el caso de la movilidad, de cuyos viajes todos somos actores, resulta sencillo entender la importancia de los aspectos no urbanísticos, por ejemplo, las diferencias de la movilidad de las personas según su edad, género o relación con la actividad económica, como se puede ver en el gráfico siguiente

⁴ Las otras alternativas provendrían de paradigmas o enfoques distintos del de esta investigación, como el sistémico o el ecológico: en el primer caso la relevancia para la movilidad peatonal se establecería desde el entorno urbano entendido como un todo, o más bien como un conjunto de todos distintos, que además está incluido en un sistema mayor. El enfoque ecológico de nuevo hace hincapié en la importancia de las interdependencias pero también en los intercambios de materia y energía y por tanto en la relevancia de los ciclos y de que se cierren o no.

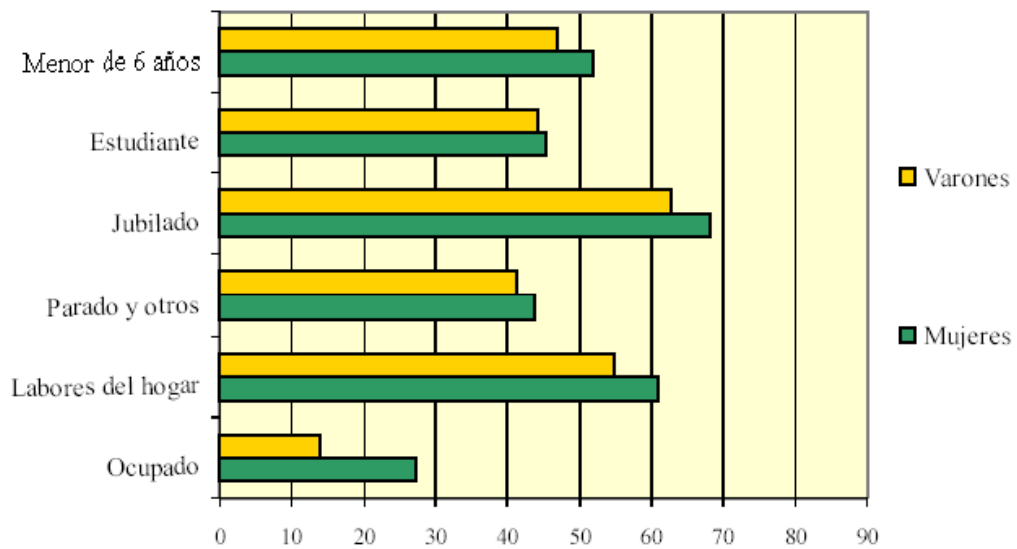


Figura 1. Modo de transporte principal a pie (%) en día laborable, según actividad y género. (Fuente: Movilia 2000)

Igualmente la movilidad variará dependiendo del nivel socioeconómico de la población, del clima o de otros varios factores. Y sin duda no se trata de una cuestión baladí, ya que en el ejemplo anterior, se podría afirmar que no hay una sola movilidad sino una por cada una de dichos grupos

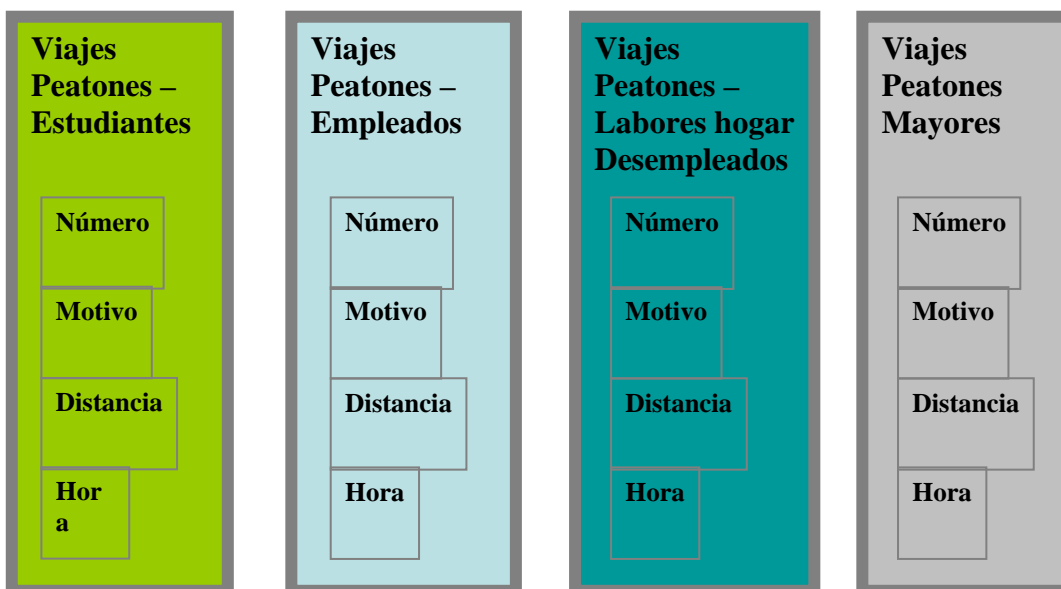


Figura 2. Las “movilidades”

Por tanto el marco conceptual del proyecto parte de considerar la complejidad de este tipo de relaciones, tal y como se hace a continuación, a partir de la que establece una de

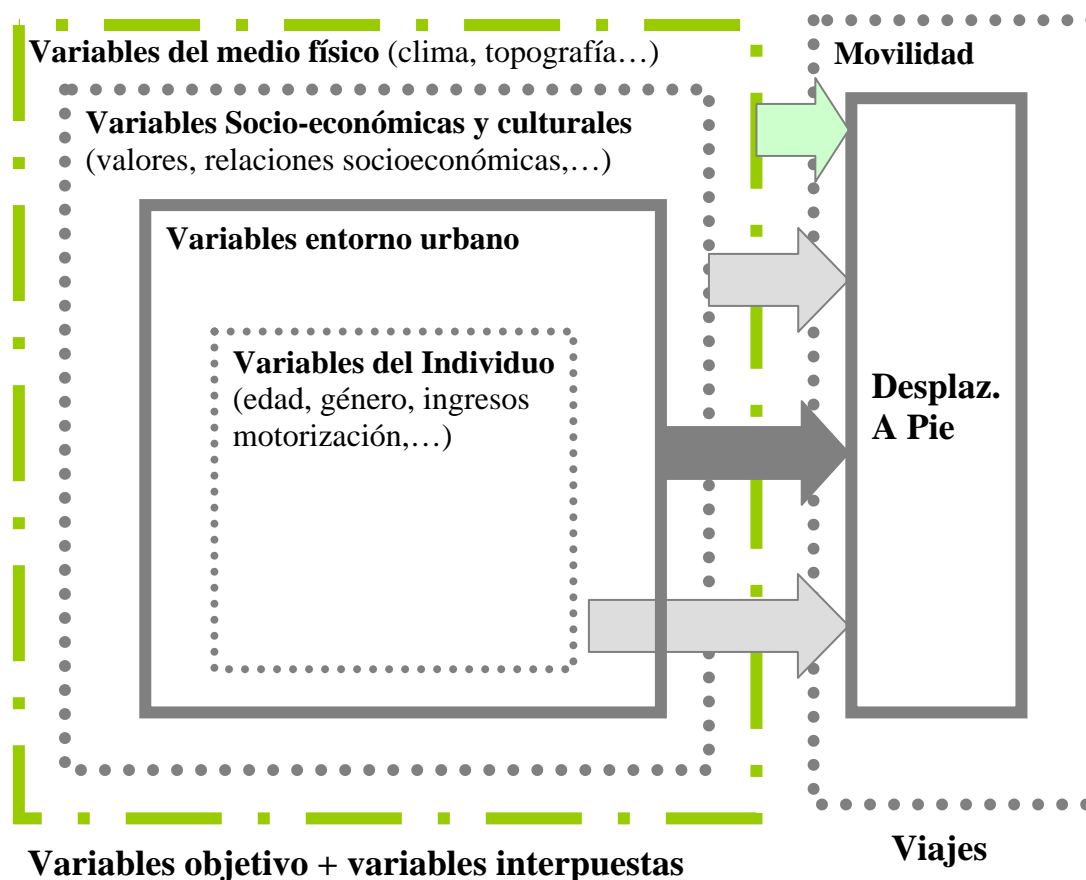


Figura 3. Marco conceptual (Fuente: elaboración propia a partir de TRB 2005)

las principales revisiones sobre el tema, que utiliza el mismo enfoque, la del Transport Research Board de 2005.

Dado que el objeto prioritario del análisis es establecer la relación entre variables del entorno urbano y las de la movilidad peatonal, las variables del primer campo se denominan “variables objetivo”. Las otras variables que, con toda probabilidad tendrán una influencia sobre los desplazamientos peatonales pero que no pertenecen a este campo, se llaman en adelante “variables mediadoras o interpuestas”.

Entre estas últimas se pueden identificar tres campos especialmente relevantes:

- Las *variables del medio físico*, que comprende variables como la configuración topográfica o el clima, en la que se encuadrarían aspectos como la pendiente de los



itinerarios o el tiempo atmosférico, con una influencia evidente sobre los desplazamientos a pie.

- Las *variables socioeconómicas*, que incluyen los resultados del marco social y cultural y del sistema de producción, que son los que fijan los valores, las costumbres o hábitos diarios, los que fijan las prioridades en el consumo o las modas, en aspectos tan variados y relevantes en este caso como el tipo y lugar de residencia a la importancia del coche en la vida de los ciudadanos, mucho más allá de su valor como modo de transporte.
- Las *variables del individuo y el hogar*, que van desde las preferencias personales y subjetivas, su lugar de residencia y empleo hasta sus circunstancias individuales habitualmente utilizadas en estadística con fines clasificatorios: sexo, edad, relación con la actividad, formación, rama y sector de actividad, nivel de ingresos, motorización, etc. En este apartado se incluyen también las características del hogar y del grupo familiar, desde el tamaño de la vivienda o el régimen de propiedad al número de hijos menores de 4 años.

2.2. Las variables del entorno urbano y de la movilidad peatonal

A la hora de abordar una revisión bibliográfica hay que distinguir dos tipos de documentos: las fuentes primarias o de investigación pura, que son aquellos trabajos de investigación publicados, en este caso sobre la relación entorno urbano - movilidad peatonal, y las secundarias o aplicadas, que serían las obras generales, los manuales y guías de diseño existentes, similares a la que se plantea como conclusión final de este trabajo. Esta primera fase se ha enfocado hacia el primer tipo e incluye también un derivado de las fuentes primarias que son los trabajos de recopilación o de revisión del estado del arte⁵.

Por tanto, la tarea es comprobar la existencia de trabajos de investigación específicos sobre cada uno de los temas y aspectos del mismo y establecer si existe o no un cierto consenso entre expertos e investigadores sobre su importancia.

Para ello se ha recurrido a la bibliografía que figura en el anejo I del Plan de trabajo pero, para precisar mucho más los temas, a búsquedas por Internet. Los descriptores utilizados han sido básicamente los siguientes (en inglés):

⁵ Un ejemplo de este último tipo es el estudio del TRB citado, "¿Puede influenciar el entorno urbano la actividad física?", que llevó a cabo el "Comité de Actividad física, salud, transporte y usos del suelo" del Transportation Research Board de los Estados Unidos en 2005, es particularmente útil para obtener una visión sistemática del tema. Para entender su utilidad para este trabajo, hay que aclarar que la actividad física considerada son, exclusivamente, los viajes a pie. El estudio es en realidad una revisión sistemática y muy extensa de la literatura sobre el tema y sobre variables de otros tipos, socioeconómicas, personales, etc. que puedan influir los desplazamientos peatonales. Como se puede comprobar buena parte de las referencias empleadas en este estudio proceden de aquel.



- pedestrian, walk, walking, walkable
- urban, land use, density, morphology, connectivity, centrality, attractor planning, design, urban scene, street configuration, environment
- mobility, mode, traffic,
- factors, variables, indicators, impact, promotion, encouraging

También se exploraron, aunque con menos profundidad de momento, aquellos otros que se refieren a casos de estudio o guías de diseño:

- pedestrianisation, pedestrianization
- area, centre, center, district, suburb, network, precinct, public space, street
- strategy, programme, plan, scheme, guidelines

Respecto a las fuentes en castellano, la búsqueda se ha basado menos en recursos de Internet y se ha realizado recurriendo al conocimiento y recursos que tenían los propios autores.

Tras realizar esta primera revisión bibliográfica, se propone la siguiente descomposición del tema entorno urbano en aspectos o variables, que se apoya en la revisión efectuada, pero también y como no podía de ser de otra forma, en el criterio de los autores:

1. Densidad
2. Mezcla de usos
3. Trazado urbano
4. Distribución y accesibilidad usos generadores
5. Configuración espacio urbano
6. Interfaz edificación - vía pública
7. Geometría y acondicionamiento vía pública

Más adelante se definen y revisan cada una de ellas. Sin embargo parece claro que esta clasificación no sirve en la mayor parte de los casos al planteamiento metodológico de diseccionar la realidad en elementos que sean directamente evaluables, al menos de forma cuantitativa. En este mismo sentido hay que decir que lo que aparece en la literatura de este tipo, que en la mayor parte de los casos tiene un enfoque cuantitativo, suelen ser aspectos claramente cuantificables y por tanto, más concretos, que denominamos indicadores⁶. Por ello cada una de esas siete variables se describirá a través de un conjunto de indicadores, que se discutirán más adelante primero uno a uno y después tomados en conjunto, a fin de valorar cada variable.

En cuanto a las variables que definen la movilidad peatonal, inicialmente su concreción parece más sencilla, pues en este caso casi se puede hablar de indicadores en el sentido referido más arriba:

⁶ No se refiere a la acepción más técnica de indicador en ciencias ambientales, que tiene otras connotaciones, sino a aquello que, como dice el D.R.A.E. indica o sirve para indicar.



1. Porcentaje de viajes a pie, respecto a otros modos de transporte (reparto modal)
2. Número de viajes peatonales, respecto a otras variables como la cantidad de habitantes (índices peatonales)

Naturalmente ambas variables se pueden concretar más si se analizan según otras características de los viajes, tales como su motivo (trabajo, estudios, ocio, etc.), su duración, etc., o si se considera la generación de viajes no sólo respecto al número de habitantes sino también al número de empleos, de plazas escolares, etc.

2.3. Relevancia de las variables entorno urbano según la revisión bibliográfica

Como se ha dicho anteriormente, la relevancia de las variables no puede ser sino relativa. El método elegido, su descomposición en indicadores, es una razón que explica dicha necesidad, pero además hay que tener en cuenta que la importancia de cada indicador en la literatura depende de las circunstancias de un lugar y un tiempo concreto, de la forma en la que han sido recogidos, de las variables del mismo campo o de otro con las que se han contrastado, etc.

También debe aclararse que lo que se presenta a continuación no es la revisión bibliográfica definitiva de este trabajo pues sin duda aparecerán nuevas referencias según avancen las investigaciones específicas por concluir.

a. Densidad

En el caso de variables tradicionalmente consideradas cruciales en esta cuestión como la densidad, conviene enmarcar su presentación a través las discusiones con un mayor nivel de generalidad, que sirven para abrir el debate.

Así por ejemplo BANISTER et al. (1997), cuando glosan el papel del transporte y de la forma urbana en el camino hacia una ciudad más sostenible, remarcan la preeminencia de la variable densidad sobre el resto de las variables analizadas, incluidas las económicas, como el tipo de empleo, el grado de motorización o el nivel socioeconómico. Resulta interesante precisar que la densidad que es relevante para estos autores tiene una escala geográfica muy amplia, abarcando toda la ciudad, mientras que en los casos que esta variable se desagrega más (densidad neta en zonas residenciales), los resultados no son tan claros. También hay que decir que otros autores como GIULIANO et al. (2002), si bien encuentran cierta relación entre densidad del área metropolitana y el total de millas viajadas por los individuos, obtienen un resultado contradictorio, al ser en su caso la tenencia de coches y las variables socioeconómicas más significativas que la densidad.

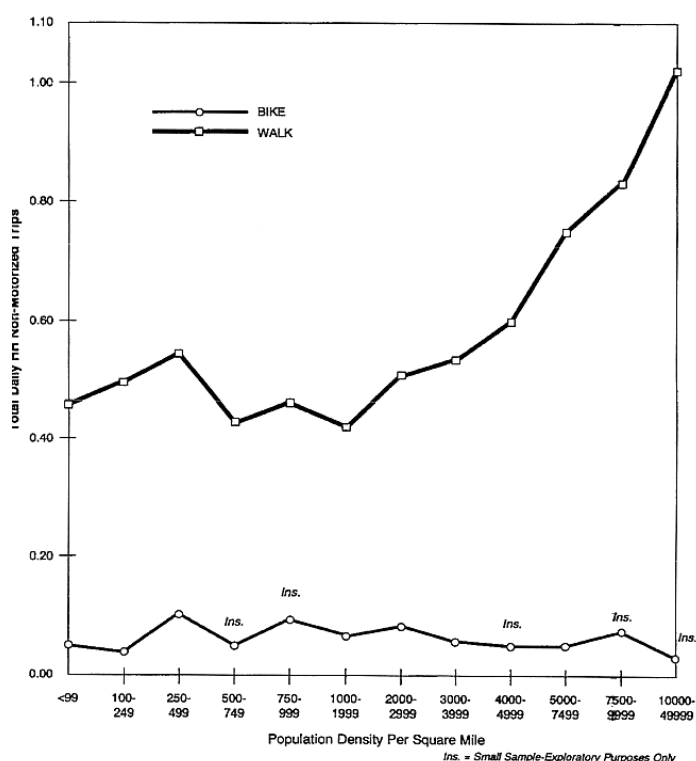


Figura 4. N° total de viajes diarios a pie y en bicicleta según densidad de población (Fuente: NIEMEIER Y RUTHERFORD, 1994)

Centrando más el tema, sin duda una primera referencia debe ser la de NIEMEIER Y RUTHERFORD (1994), quienes encuentran una relación clara entre nº de viajes diarios por persona en modos no motorizados y la densidad del lugar de residencia, de acuerdo con los datos del "National Personal Transportation Study" – NTPS, norteamericano; eso si, con las necesarias salvedades debidas a las diferencias de entorno urbano y modo de vida y de su aplicación a casos concretos.

Sin embargo la conclusión más destacable sobre esta variable probablemente sea que a pesar de que existen una buena cantidad de estudios en los que la alta densidad parece ser favorable a la movilidad peatonal, dicha influencia se demuestra como resultado no solo de esa variable, sino de todo un grupo de variables, en forja de función o modelo.

Así FRANK y PIVO (1994), hayan una relación positiva del porcentaje de viajes andando al trabajo con un modelo que integra densidad tanto en origen como en destino, densidad de empleo en el origen y mezcla de usos en origen y en destino. Otros representantes típicos de este enfoque son McNALLY y KULKARNI (1997) quienes incluyen la variable densidad en un modelo o tipología urbana bastante al uso: barrio tradicional, barrio planificado y barrio mixto; para llegar a esta clasificación utilizan además de la densidad otros factores, los que aquí se denominan de trazado urbano (% de "cul de sacs", % de intersecciones en x, etc.). KITAMURA et al (1997) abren aún más el campo de factores de entorno urbano relevantes, al demostrar que el porcentaje



de viajes a pie está relacionado no solo con la alta densidad, sino con ciertas accesibilidades (distancia a la parada de bus y al parque más cercanos).

Otros ejemplos de modelos integrados aun más sofisticados estadísticamente son el LADUF propuesto por KRIZEK (2000) o el de GREENWALD Y BOARNET (2001). El primero aglutina la densidad (en habitantes y en viviendas) con la mezcla de usos y con un índice de la forma urbana; este autor encuentra que el porcentaje de viajes en modos alternativos crece para ciertos parámetros de dicho modelo. En el caso de GREENWALD y BOARNET se demuestra que el número de viajes peatonales por día y persona está determinado por un modelo del que forman parte la densidad de población a nivel local, y junto con ella la densidad comercial, el porcentaje de la red viaria en forma de trama (trazado urbano), la presencia de un entorno favorable al peatón, etc.

Por el contrario otros estudios subrayan que la densidad resulta menos relevante para la movilidad peatonal que otros factores del propio entorno urbano. Por ejemplo el de KOCKELMAN (1997), donde otras variables tales como la accesibilidad (medida gravitatoria, con empleos en servicio a menos de 30 minutos andando) o la mezcla de usos (índice de entropía de usos), tanto en origen como en destino, resultan más determinantes que la propia densidad a la hora de elegir andar frente a los otros modos de transporte.

También hay que señalar que si bien en la literatura revisada la población es el tipo de densidad más frecuente, se han registrado otros tres indicadores distintos para esta variable: densidad de empleo, densidad de población sumada a la de empleo y densidad de viviendas. De los tres, tan solo el último ofrece resultados alentadores aunque sin duda se trata de una variable relacionada con la densidad de población.

Por ejemplo, respecto a la densidad de población más empleo, el conocido estudio de KENWORTHY y NEWMAN (1989), demostraba que dicha densidad influía sobre el consumo energético de las ciudades, sin embargo tanto el enfoque como la escala del estudio resultan excesivamente genéricos para este proyecto.

En lo que respecta a la densidad de viviendas, algunos como FRANK (2007) demuestran mediante análisis multivariante que, al menos en el caso de los jóvenes, la densidad residencial es uno de los factores que, junto con no tener coche o la accesibilidad a espacios libres-dotacionales, más influyen para caminar (frente a la conectividad, densidad de intersecciones, existencia de uso comercial, o mezcla de usos). Igualmente en PARSONS et al (1993), o en el ya revisado KRIZEK (2000), parece deducirse esta influencia en el porcentaje de viajes en modos no motorizados. No obstante y posteriormente, el segundo autor (KRIZEK, 2003), en un estudio sobre 550 hogares en Washington, afirma que el porcentaje de viajes andando no se veía afectado ni por la densidad de hogares ni tampoco por los otros factores que estudia, como los de densidad de empleo (nº de empleados de determinados sectores) o los de trazado urbano (superficie media de manzana).



b. Mezcla de usos

Al igual que en la variable anterior, la discusión sobre la importancia la mezcla de usos en transporte tiene una larga trayectoria, que presenta un hito decisivo en el debate sobre la importancia del equilibrio empleo residencia (“job-housing balancing”) que, a principio de los años 90, inician autores norteamericanos como Robert Cervero y Genevieve Giuliano.

CERVERO (1989) puso en la agenda el hecho de que cualquier política de transporte debe tomar en consideración los usos del suelo, y en concreto el equilibrio empleo-residencia, si pretende tener un efecto duradero sobre los aspectos negativos de la movilidad, en especial sobre algunos de sus impactos externos como la congestión. GIULIANO (1990) discrepa, centrandó su crítica en que la asunción de que la elección del lugar de residencia esté ligada a la cercanía al trabajo, cosa que según ella no está probada, y sobre el hecho de que sea necesaria la intervención pública para conseguir el reequilibrio, puesto que, según afirma, la evidencia sugiere que dicho equilibrio es parte del proceso de desarrollo urbano y de las pautas de movilidad⁷.

Estudios posteriores como el de LEVINE (1998), tercián en la discusión, llegando a la conclusión de que el potencial del equilibrio empleo residencia sobre la localización residencial existe, pero está claramente limitado:

“El potencial del equilibrio empleo-residencia para ayudar a mejorar las necesidades de accesibilidad de diversos sectores de población está limitado por factores como los hogares con dos trabajadores, los cambios de trabajo, la raza y otras cuestiones que afectan a las decisiones residenciales. Es más, incluso en las mejores circunstancias, este tipo de políticas podrán producir escaso resultado en términos de reducción de la congestión⁸”

De hecho LEVINE (1998) demuestra que el equilibrio empleo-residencia podría influir en la elección de la residencia para los hogares de un solo trabajador y ingresos bajos a medios, mientras que su efecto sería menor en los hogares de ingresos altos o en los de dos trabajadores.

Sin embargo, este autor afirma que la oferta de viviendas cerca de las zonas de concentración de empleos es importante porque puede servir para incrementar las

⁷ De hecho esta autora, opina que las mejoras sobre la movilidad deben abordarse de forma más directa, desde el propio ámbito del transporte y sugiere que los usos del suelo pueden ser una distracción que retrasaría la adopción de medidas realmente eficaces pero mucho más costosas políticamente, como el “pricing” o el pago de peajes por congestión o por contaminación.

⁸ Levine afirma que, por el contrario, el tiempo de viaje (accesibilidad) es la determinante fundamental en las decisiones de localización y que, en cualquier caso, este tipo de medidas no sirven para reducir la congestión. Para ello se basa en la idea de la triple convergencia (Downs 1992), por la que una vez que en una ruta se aumenta la capacidad por el medio que sea, viajes provenientes de otros modos, de otras rutas e incluso de otros periodos horarios conspiran para ocuparla. O sea, si las políticas urbanísticas lograran “vaciar” las carreteras al dejar de viajar los trabajadores que se vayan a vivir más cerca del empleo, la capacidad que liberan sería ocupada por quienes se irán más lejos aprovechando la reducción en el tiempo de viaje. A no ser que el costo de oportunidad se variara por otros modos.



posibilidades de elección de residencia y transporte. En efecto, concluye, en términos urbanísticos, las actuales políticas norteamericanas prácticamente han barrido del mercado las opciones de la alta densidad y de integración de los distintos usos del suelo, bajo la aparente neutralidad de dejar en manos del mercado y la regulación descentralizada el desarrollo urbanístico. Afirma que dicha neutralidad es falsa y que deben promoverse otras opciones. Además entiende que en términos de transporte, el objetivo del equilibrio empleo-residencia debe dejar de ser la reducción de la congestión y pasara a ser la ampliación de las opciones de aquellos que optan por vivir en un entorno que no les fuerce a utilizar el automóvil.

Además es imprescindible recordar las limitaciones de este debate. En primer lugar la diferencia de contextos, en el norteamericano se entiende que la elección de la tipología unifamiliar es el aspecto crítico de las decisiones inmobiliarias, cosa no tan clara en España. Además estos artículos hablan de desarrollar zonas residenciales de alta densidad cerca de los centros de empleo, pero no de incluir empleo en las zonas residenciales, una opción más "europea". Finalmente citar el hecho de que todos estos estudios se refieren mayoritariamente a los viajes al trabajo, sin considerar de forma integral las necesidades de movilidad.

Respecto a otros estudios sobre mezcla de usos, al igual que ocurría con la densidad, la gran mayoría no se refieren a la mezcla de usos como variable aislada sino integrada con otros aspectos. Es especialmente interesante el ejemplo de CERVERO y DUNCAN (2003), en el que se concluye que el porcentaje de viajes a pie está influido sobre todo por aspectos del entorno físico (distancia, pendiente, lluvia, etc.) pero también por la mezcla de usos en el origen de viaje, en concreto por un "Factor de diversidad de los usos del suelo", en el que incluyen la entropía de la mezcla de usos, el equilibrio residencia-población, el comercio, "residentialness", etc⁹.

También se ha visto la relevancia del papel de la mezcla de usos en el estudio de KOCKELMAN (1997), para quién la accesibilidad y la mezcla de usos (índice de entropía de usos), tanto en origen como en destino, resultan mucho más determinantes que la densidad a la hora de elegir andar frente a los otros modos de transporte. O en (FRANK y PIVO 1994), en el que la relevancia de este factor junto con otros (densidad de población y densidad de empleos) se demuestra sobre el porcentaje de viajes andando al trabajo. Y también existen resultados contradictorios como los ya revisados de KRIZEK (2000), que entonces integraba exitosamente la mezcla de usos (nº de ciertos tipos de empleados) con la densidad y un índice de la forma urbana, mientras que en KRIZEK (2003) no resultaba significativo o el de FRANK (2007), quién para los

⁹ De hecho la conclusión de este estudio es similar al de LEVINE y parece dejar atrás las posiciones iniciales del mismo Cervero sobre el equilibrio empleo-residencia: "Zonas amigables para el peatón, adaptadas a las preferencias de los distintos grupos socio-económicos, pueden inducir, a través de un proceso de autoselección, más actividad física a largo plazo, que los esfuerzos exagerados por crear barrios compactos, con mezcla de usos y en forma tramada, con énfasis en un nuevo paisaje urbano. Un planeamiento "market-responsive", ayudaría en este sentido"



jóvenes encontraba la mezcla de usos menos significativa que otros factores como la densidad.

c. Trazado urbano

Respecto a lo que aquí se denomina trazado urbano, los aspectos morfológicos, sin duda las aportaciones más innovadoras proceden de la línea de investigación denominada “Space Syntax” (HILLIER Y HANSON, 1984), que versa sobre la relación entre sociedad y morfología urbana. Dicha metodología parte de una descripción objetiva de la morfología urbana descomponiéndola en elementos unidimensionales (líneas axiales) o bidimensionales (espacios convexos), elementos que estos autores relacionan con el uso del espacio público, a través de las formas que el individuo tiene para guiarse en la ciudad y la sociedad de mantener relaciones de diversos tipos y niveles en el espacio urbano.

Los desarrollos más significativos de dicha teoría son sin duda los que relacionan el movimiento peatonal en la ciudad con sus cualidades morfológicas.

Los estudios de este tipo han demostrado estadísticamente que las cualidades morfológicas pueden ser, como variable aislada, el aspecto más determinante en la distribución de los flujos peatonales por el sistema viario. Entre los indicadores que utilizan y por encima de los más o menos evidentes como el ancho de las calles, su longitud, etc., son precisamente las cualidades relacionales del trazado, su conectividad, su accesibilidad desde el resto del sistema, los que determinan su mayor o menor uso y los que parecen estar en la base de los trazados que proporcionan la potencialidad para una vida urbana exitosa (GENRE-GRANDPIERRE, 2003). Sin embargo está por ver su influencia en el reparto modal.

Además de lo anterior, destaca de este aspecto que se trata de un campo que recientemente y gracias a los sistemas de información geográfica ha conocido un gran desarrollo. Esta herramienta permite una gran capacidad de cálculo de las características geométricas de las tramas, incluyendo ratios de la densidad de viario, del nº y tipo de intersecciones (fondos de saco, en T, en X), del número de accesos a una zona, de la superficie de las manzanas, etc., pero sobre todo permite referir dichos datos a diversas unidades espaciales e incluso a viajes concretos. Un buen ejemplo de este tipo de aplicaciones en el caso de viajes a la escuela es SCHLOSBERG (2006).

Al igual que para las otras variables, existen estudios que la integran con otras; así el de KRIZEK (2000), que ponderaba la densidad, con la mezcla de usos y un índice de la forma urbana (superficie media de manzana) y que encuentra que el porcentaje de viajes en modos alternativos crece para ciertos parámetros de dicho modelo; el de McNALLY y KULKARNI (1997) que integran la densidad en modelos o para llegar su tipologías urbanas (barrio tradicional, barrio planificado y barrio mixto) proponen factores de trazado urbano como el % de cul de sacs, el % de intersecciones en x, el nº de intersecciones por acre, un ratio de accesos al perímetro de cada desarrollo, junto con un índice de superficie de uso comercial sobre la superficie edificada total; el de GREENWALD Y BOARNET (2001) quienes encuentran que el número de viajes



peatonales por día y persona está determinado por un modelo del que forman parte la densidad de población a nivel local, y junto con ella la densidad comercial, el porcentaje de la red viaria en forma de trama y un entorno favorable al peatón (facilidad de cruce, continuidad de aceras, conectividad de calles, topografía), etc.

Sobre la importancia relativa de esta variable, CERVERO y DUNCAN (2003) afirman por el contrario que "Las variables de microdiseño de los barrios analizados tales como la configuración de las intersecciones y el tamaño de las manzanas, ejercieron una influencia inconsecuente en el hecho de caminar", y que "Los resultados son coherentes con los de otros estudios al sugerir que la densidad (empleo) y la diversidad de usos del suelo tienen una influencia mayor que el diseño urbano". Tampoco FRANK (2007) la encuentra determinante: demuestra mediante análisis multivariante que, en el caso de los jóvenes, los factores menos influyentes son precisamente la conectividad, densidad de intersecciones, existencia de uso comercial, o mezcla de usos, frente a otros más decisivos (densidad residencial, no tener coche o la accesibilidad a espacios libres-dotacionales). Sin embargo hay que decir que estos estudios no toman en consideración precisamente las variables de trazado que los autores de Space Syntax, consideran decisivos (accesibilidad a/desde el resto del sistema).

d. Distribución y accesibilidad usos generadores

Al igual que la anterior, el creciente empleo de esta variable está muy probablemente relacionada con el de los sistemas de información geográfica, pero su relevancia para los viajes peatonales viene sin duda de su base conceptual, que no es otra que la distancia. Es bien conocido que la mayor o menor distancia al hogar posibilita o imposibilita realizar ciertas actividades a pie.

De hecho esta variable se debe considerar como otra forma de analizar algunas de las anteriores, una manera más adaptada al propio usuario y por tanto más relacionada con sus necesidades y sus opciones, es decir, más precisa: por ejemplo, la mezcla de usos se puede medir bien por la proporción de empleos que hay en una determinada zona, pero si no se conoce su distribución y su distancia a los hogares, se podría estar considerando de la misma forma a personas que realmente tendrían acceso a pie a dichos empleos y las personas que no.

Esta variable se muestra especialmente relevante en los viajes escolares. Por ejemplo SCHLOSBERG (2006) demuestra en su estudio sobre desplazamientos a la escuela, que la distancia a la escuela es la variable principal para definir quién va andando y quién no, mientras que las variables de trazado presentan alguna importancia y sin embargo apenas parecen influir las socioeconómicas como el nivel de renta, la formación, etnia, nº de coches, ni tampoco el género.

También resulta más importante que otras en relación con los viajes peatonales en general. KOCKELMAN (1997), utiliza una medida gravitatoria, nº empleos en servicios a menos de 30 minutos andando, conjuntamente con la mezcla de usos, tanto en origen como en destino, y ambas resultan mucho más determinantes que la densidad.



La distancia a otros usos generadores como dotaciones (parques) o estaciones y paradas de transporte público ha sido usada en un buen número de estudios como STEAD (2001), que encuentra una relación positiva con la existencia de comercio de proximidad, parada bus, parada Bart; KITAMURA et al (1997), parada de bus más cercana (en negativo), distancia el parque más cercano; o FRANK (2007), accesibilidad a espacios libres-dotacionales.

e. Otras variables

El resto de variables que se proponen en este proyecto, la “Configuración del espacio urbano”, la “Interfaz edificación - vía pública” y la “Geometría y acondicionamiento vía pública”, obtienen una representación muy baja en la literatura empírica consultada hasta el momento, por lo que su consideración aquí procede de la importancia que le conceden los principales teóricos en este campo como JACOBS (1959), GEHL (1971) o APPLEBYARD (1981).

Después de las consideraciones básicas de la seminal Jane Jacobs en su “Life and Dead of the Great American Cities” sobre la importancia de la vida urbana en la socialización, sobre como las aceras en la ciudad deben su seguridad de la gente que pasa, al comercio de proximidad, “los ojos de la ciudad” y a las ventanas de los edificios, el primer trabajo de investigación serio sobre las relaciones entre la configuración urbana y los desplazamientos peatonales, con el precedente de algunas aportaciones parciales anteriores, aparece en 1971, de la mano del profesor danés Jan Gehl, “Life Between Buildings”, en el que ayudado por técnicas de video y fotografía analiza la influencia de la configuración urbana y del microclima generado por ésta en el uso del espacio público por los peatones. Esta línea de trabajo, mas centrada en el comportamiento estancial de los peatones y menos en sus desplazamientos en tanto que modo de transporte, se ha demostrado fértil con trabajos en otros países, como el ya clásico de WHITE (1980), sobre la vida social en los pequeños espacios urbanos de las ciudades norteamericanas o el igualmente clásico de Appleyard (1981), focalizado en cuestiones de diseño. Una referencia más cercana tanto temporal como espacialmente, como puede ser la tesis doctoral de GIL en la Universidad Politécnica de Madrid (2006), sobre la influencia de la configuración de las plantas bajas en el comportamiento de los peatones, constituye una aportación de interés y demuestra la vigencia de esta línea de trabajo. Aunque, como se ha dicho, no se centra en el estudio de los desplazamientos peatonales como modo de transporte, esta línea ha enriquecido el conocimiento sobre la influencia en los peatones de muchos detalles urbanístico-arquitectónicos.

Por tanto la principal conclusión de este capítulo es que, científicamente, en el tema concreto de la influencia del entorno urbano en la movilidad peatonal, todavía se está lejos llegar a conclusiones definitivas y mucho más a relaciones causales. Por ejemplo TRB (2005), en un tema similar, la relación entre el entorno construido y la actividad física (referida a los viajes peatonales), concluye que:



“La ciencia, sin embargo no está lo suficientemente avanzada para ofrecer relaciones causales o para identificar con certeza, las características del entorno más relacionadas con los comportamientos en relación a la actividad física.”

Sin embargo y al hilo de la revisión efectuada, es posible ofrecer una primera valoración sobre el peso relativo de las distintas variables.

En este sentido destaca la importancia que van tomando las que se podrían denominar estructurales o globales, en especial las de “Distribución y accesibilidad a usos generadores”, la distancia a o desde, y las morfológicas o de “Trazado urbano”, mientras que las de “Densidad” o las de “Mezcla de usos”, algo anteriores cronológicamente, siguen apareciendo en los estudios pero ya no tanto como variables independientes, sino en modelos que las integran junto a otras.

También destacan algunos indicadores del entorno físico pero relacionado con la accesibilidad como la pendiente o la climatología. Por el contrario, respecto a los tres grupos de variables referidas a la escala local, “Configuración del espacio urbano”, a “Interfaz edificación - vía pública” y “Geometría y acondicionamiento vía pública”, se han encontrado muchas menos referencia de estudios empíricos, si bien su peso en la literatura teórica es suficientemente importante como para seguir considerándolas.

En cuanto a la metodología, destaca la creciente importancia de los estudios con enfoque cuantitativo y fuerte apoyo estadístico. A continuación se incluye el cuadro nº1, en el que figuran los indicadores encontrados para cada una de las variables y su relevancia o no en cada uno de los estudios. Hay que subrayar que dicha relevancia no es la misma en todos los casos, dependiendo de las circunstancias concretas de cada estudio que han sido revisadas anteriormente.

Cuadro 1. Clasificación variables e indicadores entorno urbano, según estudios consultados.

<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Referencia espacial / unidades</i>	<i>Relevancia según estudios</i>
Densidad	Población	S. censal-Distrito-Ciudad	S, S, N, S, N, S, S, S, N
		Origen/Destino	S, S
	Empleo	Origen/Destino	S, S, N
	Viviendas		N, S, S
	Población+empleo		S
Mezcla de usos	Relación empleos/residencia	#	S, S
		# ciertos tipos	N
	Comercio/residencia	Milla cuadrada	S
		Distrito	N, S, N, N
	Tipología residencial	%	
	Todos los usos	% Usos del suelo	S
		Usos suelo y tipología res.	S S
		Índice de entropía (6)	S
Índice de disimilaridad (4)		S	
Trazado urbano	Densidad de calles	m por milla cuadra	N
	Densidad de intersecciones	# por milla cuadra	N, Y, N, Y
		% de inters. tipo "X"	N
	Densidad de puntos de acceso	#	N
	Superficie manzana	Media	Y, N
		% manzanas < 0,4 km ²	N
	Proporción tramas reticulares	%	Y
Conectividad	Medidas "Space syntax"	Y	
Distribución y accesibilidad usos generadores	Todos los viajes	Distancia media	Y, Y
	A empleos	Distancia media	Y, Y
		A ciertos tipos	Y
	A comercio	Áreas comerciales	Y, Y
		Comercio 1ª necesidad	N, Y
	A la escuela	Distancia media	Y, Y
	A parques o áreas libres	Distancia media	Y, Y
	A paradas de autobús	Distancia media	Y, N
A estación de tren (BART)	Distancia media	Y, Y	
Configuración espacio urbano	Tipo tejido (rue corredor, b. abierto)		
	Proporción sección transversal		
Interfaz edificación - vía pública	Usos en planta baja	Jan Gehl	
	Accesos	Jan Gehl	
	Profundidad visual		Y
Geometría y acondicionamiento vía pública	Pendiente	Media de la zona	
		Para cada viaje (GIS)	Y, Y
	Acera	% calle con acera	Y, Y, Y
		Anchura media	N
	Calzada	Anchura media	
	Bandas de aparcamiento	Existencia y tipo	
Mediana	Anchura media		



2.4. Relación con las variables interpuestas y lagunas pendientes

Como se ha visto en el marco conceptual y como afirma TRB (2005), la relación entre entorno construido y actividad física (viajes a pie o en bicicleta) es compleja y opera a través de muchos factores mediadores o interpuestos, (“mediating factors”), tales como las características demográficas, las variables personales y culturales, la seguridad vial y la seguridad ciudadana, o el empleo del tiempo.

En efecto, a pesar de que inicialmente estudios como BANISTER et al. (1997) afirmaban la importancia de algunas variables del entorno urbano (densidad) sobre las económicas (tipo de empleo, nivel de motorización, nivel socioeconómico), los estudios más recientes, que utilizan un aparato estadístico más complejo, permiten establecer de forma cuantitativa la importancia relativa de cada grupo de variables.

En este sentido es interesante partir del estudio de CERVERO y DUNCAN (2003), quienes llegan a un modelo explicativo multivariante en el que los coeficientes mayores (influencia mayor) corresponden a las variables que estos autores denominan de impedancia y a los socioeconómicos, que tienen mucha mayor importancia que las del entorno edificado en la fórmula que representa la probabilidad de caminar:

- Impedancias: Pendiente (coef. 4), distancia (2), barrio bajos ingresos (0,8), lluvia (0,7)
- Personales-hogar: afro-americano (0,8), nº de vehículos (0,7)
- Características del viaje: Social (0,9), Recreación (0,8), comida (0,7), compra (0,6)
- Entorno edificado: resulta significativa estadísticamente solo la diversidad de usos del suelo en origen (0,1). La densidad de empleo (0,07), no es estadísticamente significativa ($p > 0,05$)

Dicha referencia parece especialmente significativa porque, como se ha visto en la discusión sobre la mezcla de usos, Cervero fue el principal promotor de la idea “Job-Housing Balancing” y por tanto es la conclusión, eso sí, para un caso y circunstancias concretas, del impulsor de la importancia de los usos del suelo en la planificación del transporte.

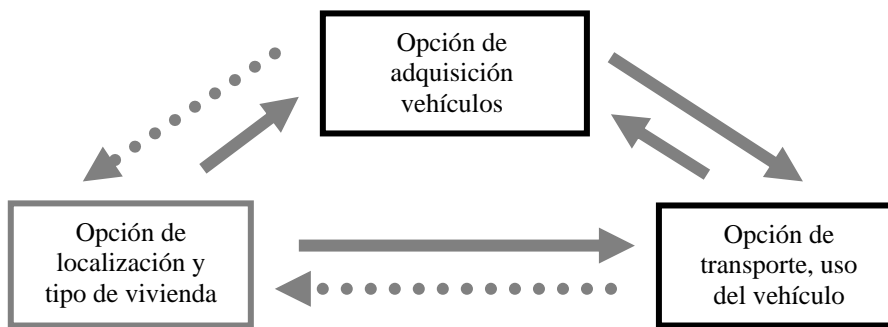
Sin embargo el tema está lejos de haber sido zanjado. Otros estudios más recientes, con nuevos enfoques, dejan clara la necesidad de continuar investigando. Así por ejemplo ZEGRAS, (2006), establece tres modelos distintos que acaban influyendo en el comportamiento de los ciudadanos: su residencia, su motorización y su uso del automóvil.

Al analizar los dos últimos mediante modelo multivariante concluye que la densidad y la mezcla de usos no parecen incidir tanto en la movilidad, pero sí influyen en la decisión de comprar coches, en particular en la compra del segundo vehículo. Por tanto, si la compra del segundo vehículo depende del tipo residencial y la distancia al centro,

buena parte de la movilidad familiar puede variar dependiendo del tipo residencial. Además en este estudio, las medidas de accesibilidad, parecen ejercer una influencia clara en la movilidad:

“...las medidas globales del entorno urbano como la distancia al CBD o a las estaciones de metro parecen tener mayor influencia en el uso del vehículo privado que el nivel de ingresos. La evidencia sugiere que los hogares que viven cerca de la estaciones de metro usan menos su vehículo (quizás hasta 4 kms menos al día, de media)...”

El modelo de Zegras se podría esquematizar de la manera, que se ve abajo, lo que abre nuevas posibilidades de estudio.



En el mismo sentido pero en el caso de los desplazamientos de los jóvenes, el reciente estudio de FRANK (2007) demuestra que, aunque el no tener coche sigue siendo la primera razón, la alta densidad residencial y el acceso a espacios libres-dotacionales son los coeficientes que adquieren mayor peso en su modelo multivariante de la generación de viajes peatonales.

En cuanto a las lagunas que presenta el campo de estudio propuesto, el resumen de TRB (2005) parece estar perfectamente vigente:

“Además, la literatura no ha establecido el grado de impacto del entorno construido en los niveles de actividad física; su variación por situación (por ejemplo, ciudad central, suburbio metropolitano, suburbio exterior) o por subgrupo de población (por ejemplo, los niños, mayores, discapacitados)...”

Por otra parte, como glosa KRIZEK (2000) en su revisión sobre el estado del arte, las tres principales metodológicas hasta la fechas serían lo que denomina “autoselección”, la falta de datos urbanísticos suficientemente desagregados y la falta de datos suficientemente precisos sobre los viajes:

Autoselección: “Los desarrollos urbanísticos tipo “LADUF” (forma urbana menos dependiente del automóvil) no hacen sino atraer a residentes con ciertas actitudes, valores o atributos demográficos y socioeconómicos. Estas características [y no el entorno urbano] podrían ser, en realidad, los verdaderos



determinantes de sus hábitos de movilidad. Los miembros de un hogar podrían andar más porque seleccionaron deliberadamente un vecindario en el que andar sea una alternativa viable”

Sobre-agregación: “Las unidades de análisis utilizadas habitualmente en este tipo de estudios son “zonas de transporte” o secciones censales; ambas pueden ser grandes (alrededor de 3,22 Km. de lado y conteniendo, a veces, más de 1.000 hogares)... y delimitados por fronteras artificiales que pueden hacer poca justicia a las características de la forma urbana analizadas... De manera que, dichos estudios son incapaces de abordar la diferencia entre una vivienda a tres manzanas de una tienda de barrio y otra, en la misma zona de transporte, que está a 3,22 Km.”

Falta de datos precisos sobre los hábitos de viaje: “En estudios anteriores, los hábitos de viaje se han modelado usando una o dos variables (por ejemplo el número de viajes o la distancia viajada). Simplificar la variable dependiente de esta manera no reflejará los cambios como (a) sustitución de viajes andando por viajes en coche, (b) diferencias en distancia viajada con el número de viajes, y (c) demandas satisfechas desde un origen distinto al hogar”

Metodológicamente los tipos de estudios pendientes serían:

“Estudios longitudinales usando series temporales son necesarios para investigar relaciones causales entre el entorno construido y la actividad física. Estudios que distingan cuidadosamente entre actitudes y elecciones personales y las influencias externas en el comportamiento observado, son precisos para determinar cuanto una asociación entre el entorno y la actividad física—por ejemplo en un entorno que favorezca la actividad – refleja las características físicas del barrio o las preferencias de estilo del vida, de quienes eligen vivir allí.”

Además autores como Krizek (2000) apuntan la importancia de adoptar enfoques integrados:

“Su investigación (Cervero and Koclemean 1996, Handy 1997, Mouldon 1997) sugiere que el LADUF se describe mejor mediante miriadas de variables incluyendo la densidad, la mezcla de usos, las intensidades de tráfico, la existencia de aceras y otros rasgos del diseño urbano.”

El mismo autor apunta la limitación general del enfoque aplicado:

“Aunque la metodología pretest-postest aporta diversas ventajas, está basada en una tradición de investigación que intenta aislar el impacto de la forma urbana en el comportamiento de viaje. De alguna manera, esta aproximación sobresimplifica el problema”



Pero también se afirma que el enfoque contrario, el que incluye otros factores de tipo personal y cultural tiene enormes problemas, concluyendo que no queda más remedio que seguir en la primera línea.

“Cualquier estudio de esta naturaleza, es problemático dada la enorme complejidad del comportamiento a explicar y la gran dificultad de conceptualizar las interacciones entre la forma urbana a nivel de vecindario, los hábitos de movilidad y la elección de una localización residencial”

Finalmente se puede concluir diciendo que existe un cierto grado de acuerdo en que el entorno urbano más que determinar la actividad física que aporta el uso peatonal, lo facilita o restringe. Además el mismo estudio insiste en la necesidad de este tipo de estudios y del diseño de entornos que faciliten estilos de vida más activos:

“Semejantes cambios serían deseables incluso en la ausencia del objetivo de incrementar la actividad física, por su asociación positiva con la seguridad de los barrios, sentido de comunidad y calidad de vida

3. Investigaciones específicas sobre el entorno urbano

Como se establece en la propuesta del proyecto, dentro del conjunto de 13 investigaciones específicas planteadas, las dos primeras tienen como objetivo contrastar, de forma preliminar, la relevancia del listado de variables del entorno urbano planteadas en la propuesta de investigación, para el caso español y para las circunstancias actuales.

En efecto, en paralelo a la elaboración del listado de variables derivado de la bibliografía que se ha visto en el punto anterior, se propone contar con un punto de vista distinto sobre las variables del entorno urbano, como forma de completar y precisar dicho listado. En esta segunda aproximación se aprovechaba para incluir la percepción, el aspecto subjetivo de dichas influencias, puesto que, sin duda, el componente perceptivo de las mismas va a ser importante. Por ello se ha recurrido a metodologías de tipo empírico y perceptivo como el análisis de navegación (IE-01) o las preferencias entre pares de imágenes (IE-02).

Respecto al resto de investigaciones específicas ya iniciadas, hay que decir que, en general, la revisión bibliográfica ha confirmado la vigencia, al menos en las referencias anglosajonas más recientes, del enfoque cuantitativo y el apoyo en la estadística como forma de abordaje del problema de investigación. De acuerdo con las referencias encontradas, se puede decir que las investigaciones que ya se han comenzado se ocupan de variables del entorno urbano cuya importancia no alberga duda; por ejemplo, la relación de la densidad urbana (IE-03) o de la mezcla de usos del suelo (IE-05), con la generación de viajes peatonales y la proporción de los viajes a pie en el reparto modal. También resulta crucial la IE-12, ya iniciada, que analiza la incidencia de la estructura urbana en los atropellos. Finalmente también se ha planteado la investigación IE-08 sobre la influencia de la morfología urbana, otro aspecto que en la revisión bibliográfica adquiere cada vez mayor protagonismo.

Respecto a la metodología, conviene recordar que en el pre-diseño de las investigaciones específicas se ha partido de una actitud abiertamente pragmática, sin limitarse a las opciones más directas de investigación, a menudo costosas y de complicada viabilidad por la escasez de datos disponibles y tratando de buscar formas de aproximación que, aún siendo indirectas, podían aportar luz sobre el tema y ser de más fácil realización, sobre todo por la obtención de datos.

3.1. Estudio sobre los motivos de los desvíos en los recorridos peatonales a la escuela (IE-01)

El objetivo de este estudio es realizar un primer análisis de cómo las distintas variables del entorno urbano influyen en los desvíos que toman las personas que se desplazan a pie en relación al itinerario más directo. La pregunta es, ¿tienen los elementos del entorno urbano una incidencia real en la elección del itinerario de las personas?



El método elegido es realizar un estudio de navegación de unos 60 alumnos dibujando su itinerario de acceso a dos escuelas públicas de secundaria y complementar dicha información con entrevistas a los mismos para conocer sus razones a la hora de elegir dichos itinerarios.

3.1.1. El contexto: criterios de elección del itinerario y encuesta sobre desplazamientos a la escuela en Madrid

a. Criterios de elección del itinerario, según la literatura

El análisis de los recorridos de los estudiantes toma como punto de partida algunas hipótesis sobre cual son los criterios relevantes a la hora de optar por un itinerario entre dos posibles. Dichos criterios, que provienen de la literatura revisada y de la experiencia del equipo, son los siguientes:

1. DISTANCIA MÁS CORTA / LINEA RECTA

En los viajes a pie conviene distinguir para no dar lugares a mal entendidos los que se realizan por motivos de ocio o turismo de los que se realizan a diario. Es bien conocido que la distancia más corta es un requisito principal en los recorridos peatonales diarios, los de carácter instrumental, ir “desde-hasta”, por tanto los que se relacionan con andar como modo de transporte.

Además, en este sentido, hay que tener en cuenta que en la ciudad la línea recta no suele ser la distancia más corta entre dos puntos, sino que corresponde a la que permite la propia trama urbana.

2. TRAYECTORIA AXIALMENTE MÁS SIMPLE O CON MENOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN

Por tanto otra de las cuestiones a tener en cuenta es una de las bases de la teoría de la “Space Syntax”, según la cual en los viajes diarios a pie, los itinerarios preferidos son aquellos que tienen mayor continuidad y por tanto que implican menos cambios dirección; incluso, a veces, sobre alternativas más cortas métricamente.

3. ELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA QUE IMPLICA EL MENOR ÁNGULO RESPECTO A LA LINEA RECTA

Uno de los desarrollos recientes de las teorías anteriores habla de que si se sigue una trayectoria que se encuentra con una bifurcación se tiende a elegir el camino que presente un menor ángulo de desviación con respecto a la recta que uniría el origen y el destino.



4. ELECCIÓN DE AQUELLOS ITINERARIOS CON MEJORES CONDICIONES AMBIENTALES, CON MENOR PELIGROSIDAD (TRÁFICO, SEGURIDAD CIUDADANA), MÁS VARIADOS Y CON MÁS ANIMACIÓN

Este tipo de criterios se derivan de la literatura ya referida en el capítulo anterior y su importancia parece evidente.

b. Encuesta sobre los desplazamientos a la escuela en Madrid

El caso de Madrid se presenta por medio de una breve encuesta de 6 preguntas, realizada a 900 estudiantes en tres centros de secundaria, consultándoles sobre la forma de acceso a los colegios. Además, se dibujaron mapas con la localización del lugar de residencia de los 900 estudiantes.

La encuesta de acceso se realizó en tres colegios públicos de secundaria, dos de ellos situados en municipios medios del área metropolitana de Madrid (Colmenar Viejo, 40.878 hab. y Valdemoro, 48.517 hab. en 2007 y otro situado en la capital (barrio de Manoteras).

Ficha encuesta de desplazamientos al colegio:

- MUESTRA TOTAL: 900 alumnos
- EDADES: 13 a 17 años
- COLEGIOS ESTUDIADOS: IES Ávalon, c/Dalí 50 de Valdemoro; IES Ramón y Cajal, AVDA Manoteras 55 de Manoteras; e IES Marqués de Santillana, Calle Isla del Rey 5, de Colmenar Viejo
- CUESTIONARIO (6 preguntas): 1. edad; 2. sexo; 3. domicilio, 4. ¿Cuántos coches tenéis en tu casa?; 5. ¿Cómo viniste al colegio/centro ayer?; y ¿cómo volviste a casa por la tarde?; 6.a. Si no viniste o fuiste caminando, ¿cuál es, en tu opinión, la razón por la que utilizaste el coche u otro medio?; 6.b. Si viniste caminando, ¿haces todos los días el mismo recorrido?

A continuación se muestran los principales resultados.

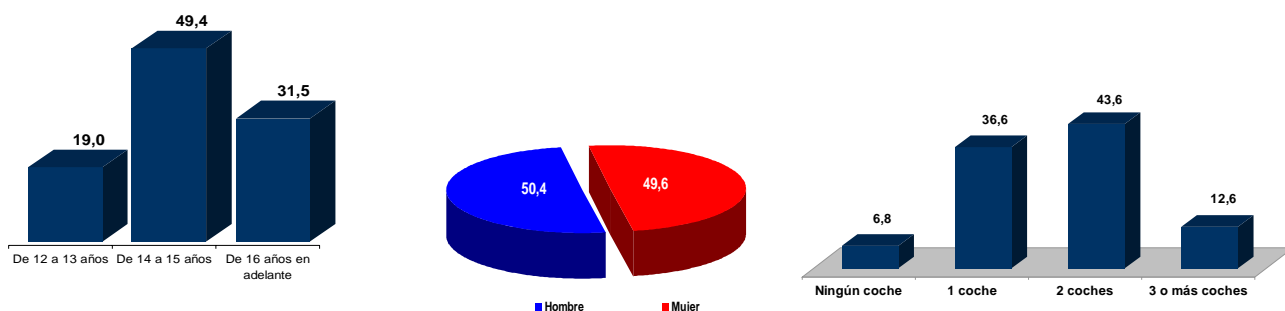


Figura 5. Encuesta acceso a centros secundaria. Datos de clasificación: edad, sexo, motorización familiar.

En los datos de clasificación de la muestra destaca el hecho de que solo un 6,8 de los hogares de los encuestados no tienen ningún vehículo privado mientras que la situación mayoritaria es ya posesión de dos o más coches (56,2%). También se puede ver como la muestra seleccionada está compuesta mayoritariamente por estudiantes de edad intermedia, que son los que tienen unos hábitos de movilidad más consolidados y menor acceso a medios motorizados (moto, coche).

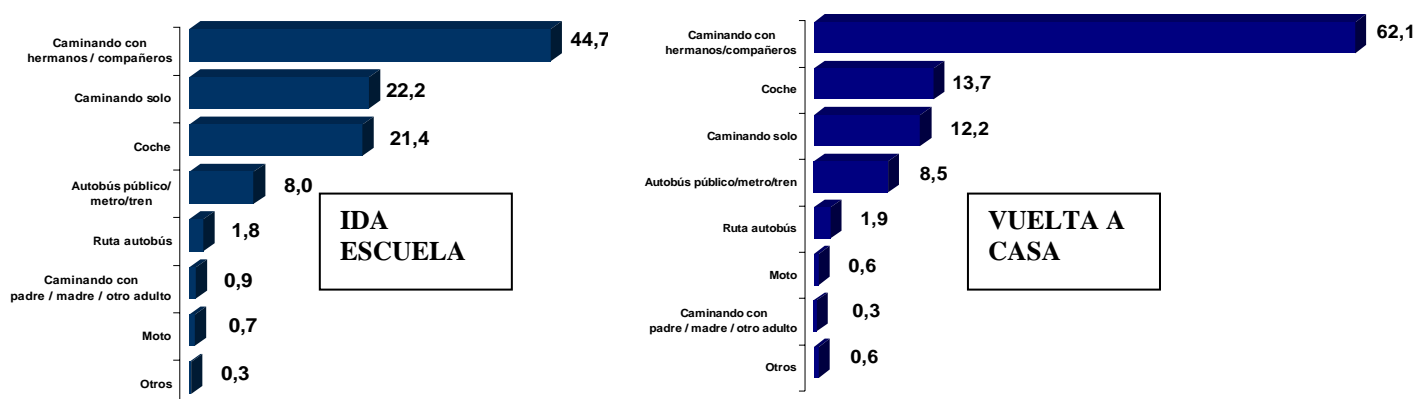


Figura 6. Modo de acceso al colegio / vuelta a casa, el día anterior

Entre los resultados de la encuesta se analiza en primer lugar el modo de transporte elegido, sobresaliendo los siguientes aspectos:

- Un dominio muy claro de los viajes a pie, tanto a la ida como a la vuelta: el 68% y el 74 % de los alumnos van o vuelven, respectivamente, a pie a o desde el colegio.
- La importancia de ir y, sobre todo, de volver con los compañeros: preponderancia de los que van acompañados, aumentando en casi una tercera

- parte los que vuelven con compañeros por la tarde (mañana 45% total van andando acompañados y tarde 62%)
- El escaso peso del automóvil y del transporte público: tan solo un 21 / 14% van / vuelven en coche. Sólo una parte menor (9,8/10,4%) utiliza transporte público.
 - Y la llamativa ausencia de la bicicleta entre los modos de transporte de estudiantes de secundaria: ninguno de los 902 encuestados utilizan la bicicleta. Y, contra lo que se pueda pensar, tampoco la motocicleta tiene ninguna relevancia actualmente (0,7%).

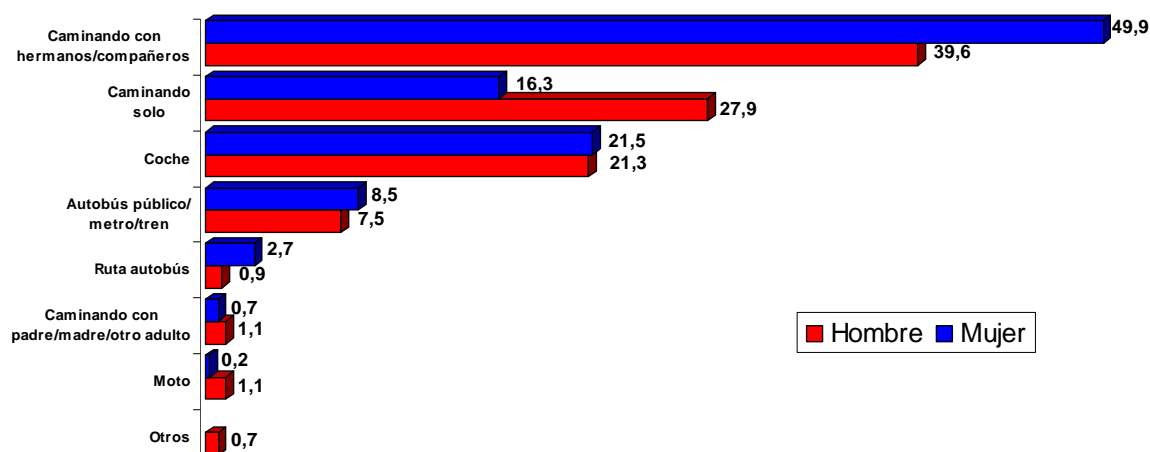


Figura 7 Modo de acceso al colegio el día anterior, por sexo y edad

En cuanto a las diferencias por sexo, se constata que los varones viajan casi el doble en solitario que las mujeres, mientras que en el caso de las edades se comprueba que los alumnos mayores tienden a viajar más a pie y en solitario, en detrimento sobre todo de los viajes en coche o autobús de ruta.

	Sin automóvil	1 automóvil	2 automóviles
Caminando con hermanos/compañeros	37,7	51,5	42,2
Caminando solo	32,8	22,4	19,3
Automóvil	1,6	14,2	28,2
Autobús público/ metro/tren	24,6	7,9	6,9
Ruta autobús	3,3	1,8	1,8
Caminando con padre/madre/otro adulto		1,2	0,8
Moto		0,6	0,3
Otros		0,3	0,3

Tabla 1. Modo de acceso al colegio el día anterior, según grado de motorización

Por lo que respecta a otros factores que pueden influir en el modo elegido, el grado de motorización aparece con fuerza entre ellos. En efecto, se constata que a partir de 2

coches, el nivel de utilización del coche como modo de acceso se dobla. Por el contrario, para los que no tienen coche, las alternativas son caminar eso si, casi siempre solo, y el transporte público, cuyos índices de utilización pueden multiplicar entre 3 y ocho veces los de los hijos de hogares con coche.

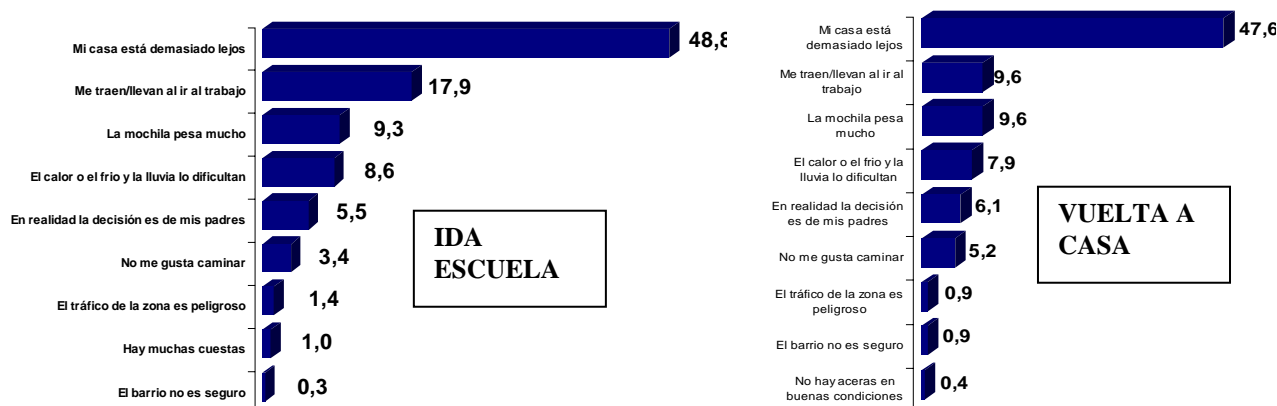


Figura 8. Razones para no ir andando al colegio, ida y vuelta. Primera mención

En el caso de los alumnos que no se desplazan a pie, las razones que mencionan para no hacerlo son:

- La principal razón aducida es la lejanía, que señalan prácticamente la mitad de los encuestados, tanto a la ida como a la vuelta.
- Otra razón es que sus padres les llevan o traen cuando van al trabajo: de los que van en coche (ver figura 1), casi el 80% (17,9% en esta gráfica), lo hacen por esa razón y por tanto en realidad no generan un viaje nuevo sino que aprovechan el viaje en coche de sus progenitores.
- Llama la atención que la tercera razón sea el peso de la mochila, un factor con el que en principio no se contaba pero cuya relevancia se ha contrastado con los responsables escolares. Con el mismo nivel de importancia, cercano al 10%, aparecen las incomodidades climatológicas, el calor o el frío y la lluvia.
- Por el contrario, desde el punto de vista de esta investigación debe señalarse, como aquellos argumentos más relacionados con las condiciones del barrio, y entre ellas ciertas variables del entorno urbano tienen un peso mínimo en las razones esgrimidas por los encuestados. Entre estas variables a las que se concede escasa importancia figuran el peligro del tráfico, la falta de aceras en buenas condiciones, las cuestas o la inseguridad ciudadana. Aunque los lugares elegidos poseen en este sentido unas condiciones medias en Madrid, en cualquier caso la casi nula relevancia de todos ellos resulta, cuando menos, llamativa.

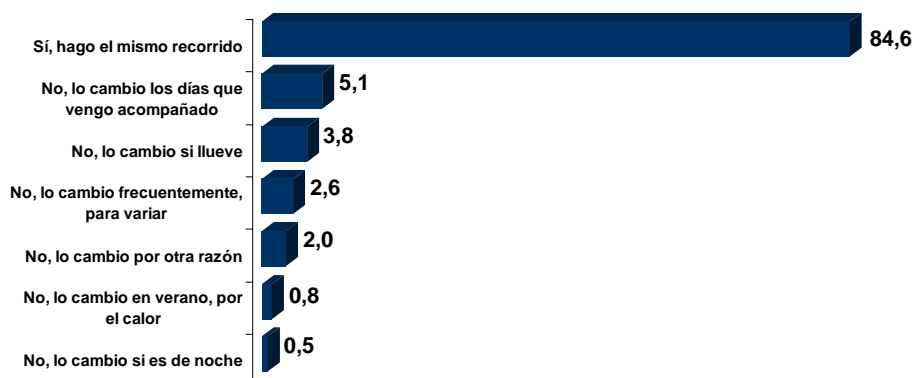


Figura 9. Variaciones viaje a pie: ¿haces todos los días el mismo recorrido?

Finalmente, a la pregunta sobre si los que hacen el recorrido a pie cambian su itinerario o por el contrario lo repiten casi siempre, la respuesta mayoritaria es claramente que casi siempre se hace el mismo camino (85%). Ni el ir acompañado o la lluvia, ni tampoco el frío, el calor o la oscuridad obtienen porcentajes relevantes.

Por otra parte, la realización de la encuesta anterior ha permitido situar sobre un mapa el lugar de residencia de los alumnos en función del modo de transporte utilizado. Comparar dicho gráfico con las distancias a la escuela y con el tipo edificatorio permite extraer algunas indicaciones importantes sobre la influencia del factor distancia y del tipo de tejido urbano, ¿qué significa exactamente demasiado lejos en la percepción de los alumnos?, ¿hay diferencias de modo de transporte según el tipo residencial en el que se habita (bloque, manzana, adosado)?, etc.

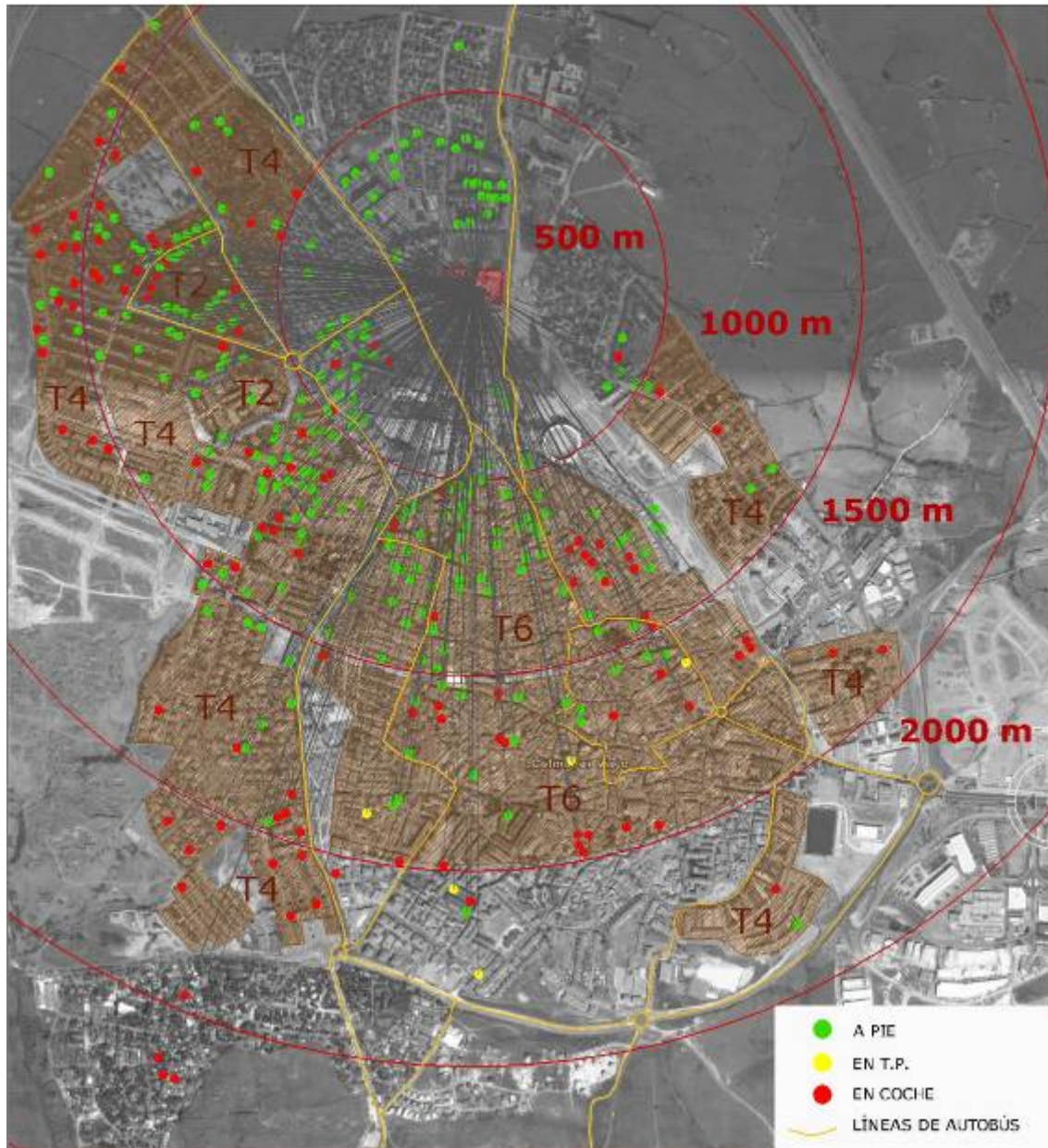
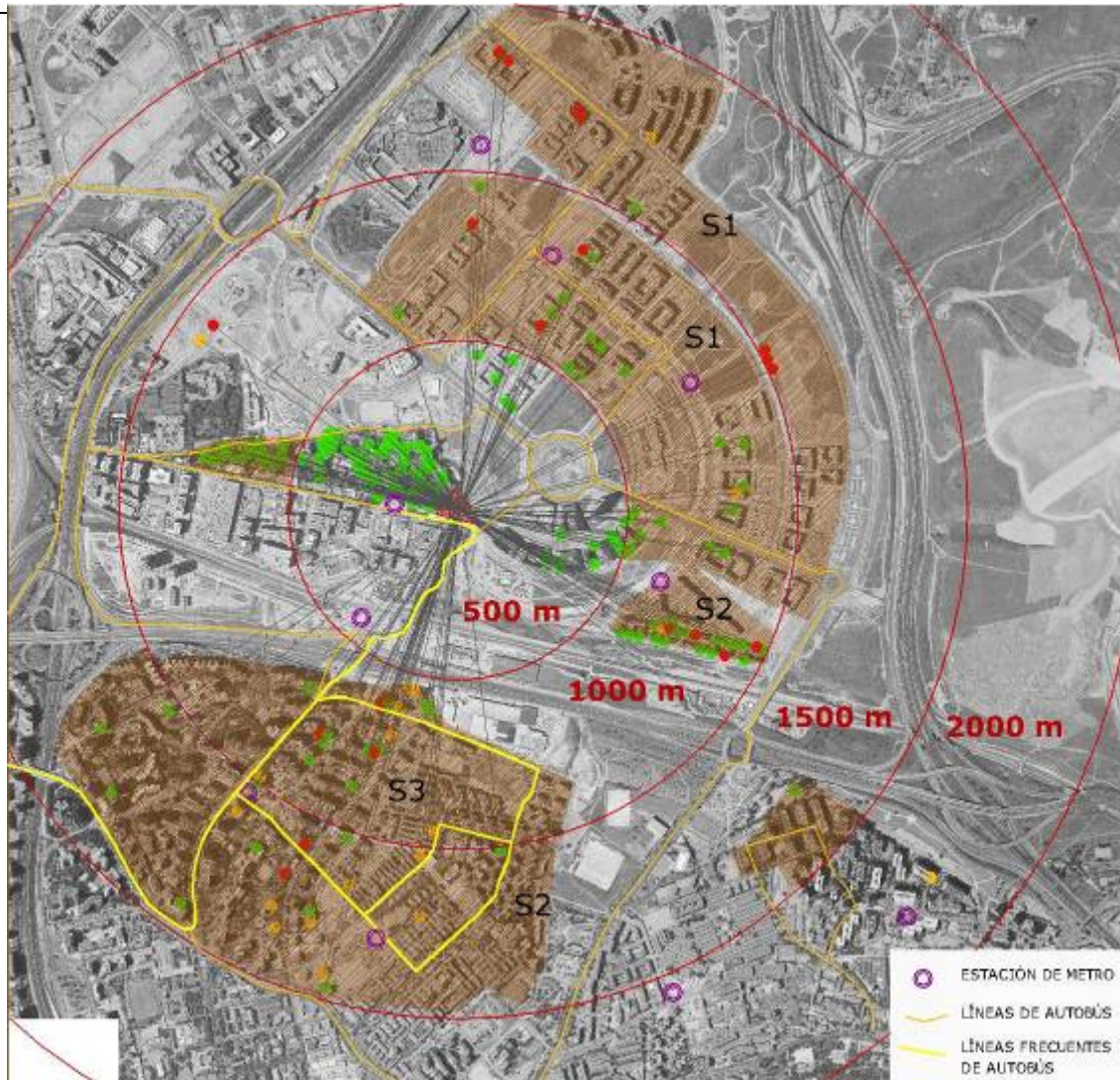
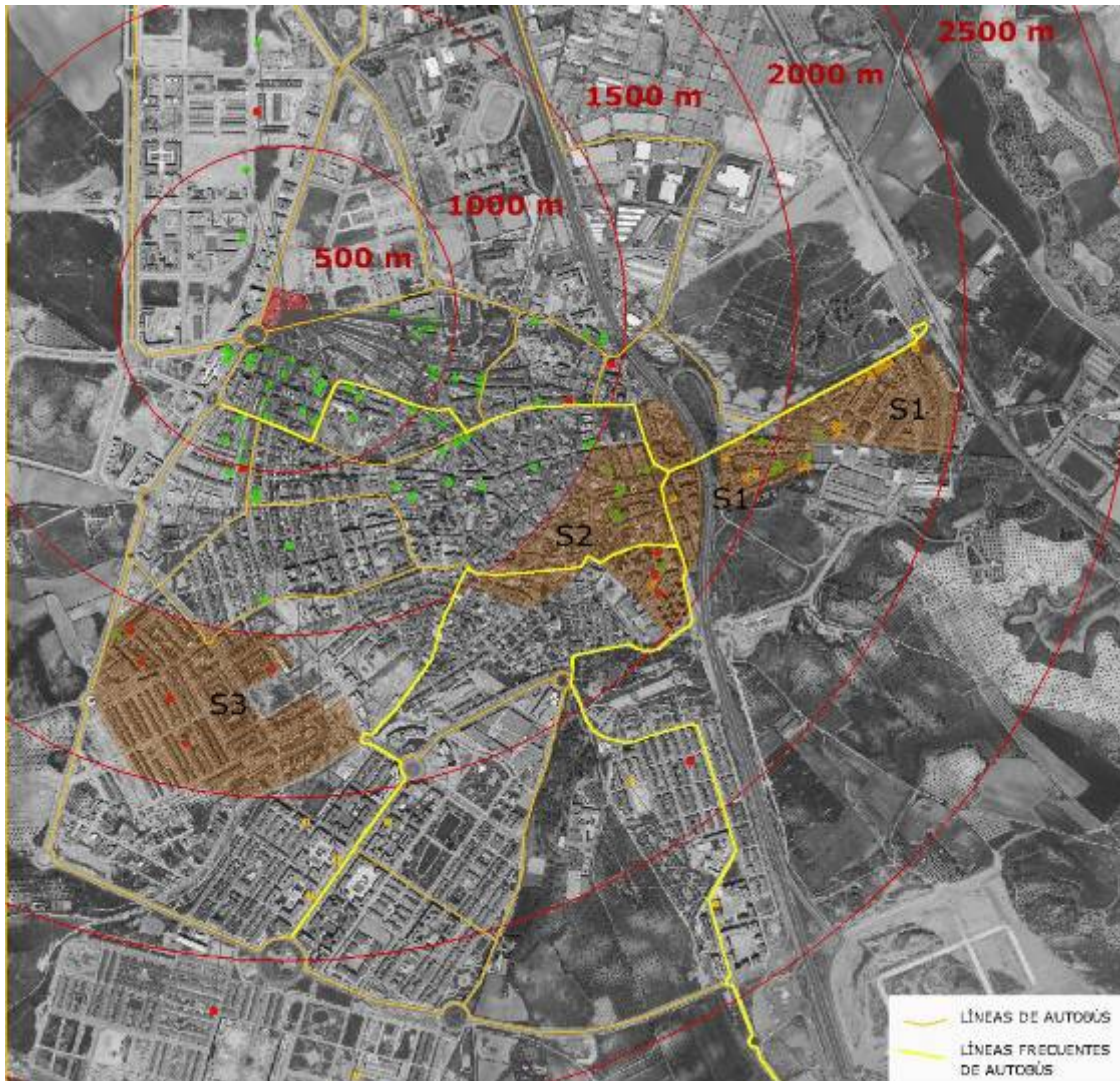


Figura 10. Lugar de residencia y modo de acceso a la escuela. Colmenar Viejo



		GLOBAL
500 m	on foot	100%
	by PT	0%
	by vehicle	0%
1000 m	on foot	77,8%
	by PT	10%
	by vehicle	12,2%
1500 m	on foot	40%
	by PT	30%
	by vehicle	30%
TOTAL	on foot	72,6%
	by PT	13,3%
	by vehicle	14,1%

Figura 11. Lugar de residencia y modo de acceso a la escuela, total y por tipos de tejido. Manteras



		GLOBAL
500 m	on foot	100%
	by PT	0%
	by vehicle	0%
1000 m	on foot	87,5%
	by PT	0%
	by vehicle	12,5%
1500 m	on foot	39,1%
	by PT	34,8%
	by vehicle	26,1%
2000 m	on foot	19%
	by PT	76,2%
	by vehicle	4,8%
TOTAL	on foot	61,4%
	by PT	27,7%
	by vehicle	10,9%

Figura 12. Lugar de residencia y modo de acceso a la escuela, total y por tipos de tejido. Valdemoro



Del total de alumnos localizados, en el caso de Manoteras (municipio de Madrid) la media de los que acuden a pie es el 73%, mientras el 13% lo hacen en transporte público y el 14 por ciento en coche. En el caso de Valdemoro, los viajes a pie (61%) pierden importancia a favor del transporte público (28%), mientras que el peso del automóvil es similar aunque algo menor (11%).

En cuanto a su distribución espacial, lo primero que resulta evidente en los gráficos es que el modo de acceso a la escuela tiene una relación inequívoca con la distancia. En ambos casos los viajes de menos de 500 metros se realizan en su totalidad a pie. Y mientras que hasta 1000 metros el modo peatonal sigue siendo muy mayoritario (79% en Manoteras y 87% en Valdemoro), el rango de distancias entre 1.000 y 1.500 metros es el que marca la diferencia respecto al modo elegido: en ambos casos el porcentaje de viajes a pie se rebaja prácticamente hasta el 40%, repartiéndose el automóvil y el transporte público el restante 60% a partes prácticamente iguales. Según estos resultados, 1.500 metros en línea recta, es demasiado lejos. Faltaría averiguar cuál es la distancia real, a través de una trama urbana, y a que tiempo de viaje corresponde dicha distancia. (La distancia a través de la trama urbana aumenta entre un 15% y un 20% con respecto de la distancia en línea recta).

Por otra parte parece existir, aunque el número de casos es muy limitado, una relación de la elección modal con los tipos de tejido residencial. Si en el caso de Manoteras se definen tres tipos residenciales básicos, S1 manzana cerrada (Sanchinarro), S2 bloque abierto de vivienda de protección oficial y S3 bloque abierto con jardín privado (Pinar de Charmartín), se comprueba que hasta los 1000 metros el tipo S3 presenta unos porcentajes bajos de viajes a pie (53%) a favor de los viajes en transporte público (32%). La existencia de la barrera de la M-10 y el contraste con el trazado de las líneas de transporte público que conectan dichas zonas con el colegio parecen explicar dicha diferencia particularmente bien. Otro aspecto llamativo es el gran cambio existente en el tipo 1 (Sanchinarro) a favor de los viajes en vehículo privado entre los 1.000 y 1.500 metros pues estos pasan de aproximadamente el 10 al 80% (si bien la muestra es, en este caso, especialmente limitada). Probablemente lo monótono del nuevo paisaje urbano de Sanchinarro junto con la ausencia de vida urbana en el mismo puede explicar esta particularidad, sobre la que se profundizará más adelante.

En el caso de Valdemoro, la diferencia de reparto entre tipos residenciales también es notable, destacando dos casos: aquellos situados al este, en las proximidades de la estación de ferrocarril (S-1) y los situados al sur, nuevos desarrollos en tipología unifamiliar adosada. En el primer caso la red de transporte público que accede directamente desde estos desarrollos al colegio parece explicar suficientemente la gran preponderancia de viajes en autobús. Y en el caso del S-3, el tipo residencial (adosado), parece tener que ver con el dominio del automóvil privado. Sin embargo y como en el caso anterior, lo escaso de la muestra obliga a tomar con precaución dichos resultados.



3.1.2. Metodología del análisis de los recorridos

El estudio pretende analizar cómo influye en los desplazamientos a pie, las variables del entorno urbano en la elección de una trayectoria determinada. En particular se consultó a 64 estudiantes de secundaria sobre sus razones para elegir un camino determinado en el itinerario que hacen cada día desde su casa hasta el colegio.

El estudio de navegación se realizó por medio de entrevistas en las cuales los estudiantes informan sobre su itinerario y revelan las razones de elección de su trayectoria.

En Manoteras la muestra comprende a 31 estudiantes de la IES *Ramón y Cajal*, ubicada en Avenida Manoteras 55, y en Valdemoro la muestra es de 33 estudiantes de la IES *Avalon* ubicada en calle Dalí 50

Ficha estudio itinerarios:

- MUESTRA TOTAL: 64 estudiantes (31 de Manoteras y 33 de Valdemoro).
- EDADES: 13 a 17 años
- COLEGIOS ESTUDIADOS: IES Ávalon, c/Dalí 50 de Valdemoro e IES Ramón y Cajal, AVDA Manoteras 55 de Manoteras
- CUESTIONARIO (7 preguntas): 1. Edad; 2. Sexo; 3. Camino 1; 4. Distancia aproximada; 5. Tiempo estimado; 6. Desvíos; 7. Comentarios.

3.1.3. Resultados: recorridos de acceso en ambos centros escolares

a. Descripción y análisis de los recorridos directos en Manoteras

La zona de estudio de Manoteras está limitada en sus fachadas este y sur por las autovías M-30 y M-11 respectivamente, y el PAU de Sanchinarro por el norte y el oriente.

Dentro de la misma, el IES Ramón y Cajal de Manoteras, se encuentra anejo a la urbanización *Virgen del Cortijo*, que se caracteriza por la distribución de un gran bloque edificado en forma de panal, conformando hasta 16 plazas hexagonales prácticamente iguales.

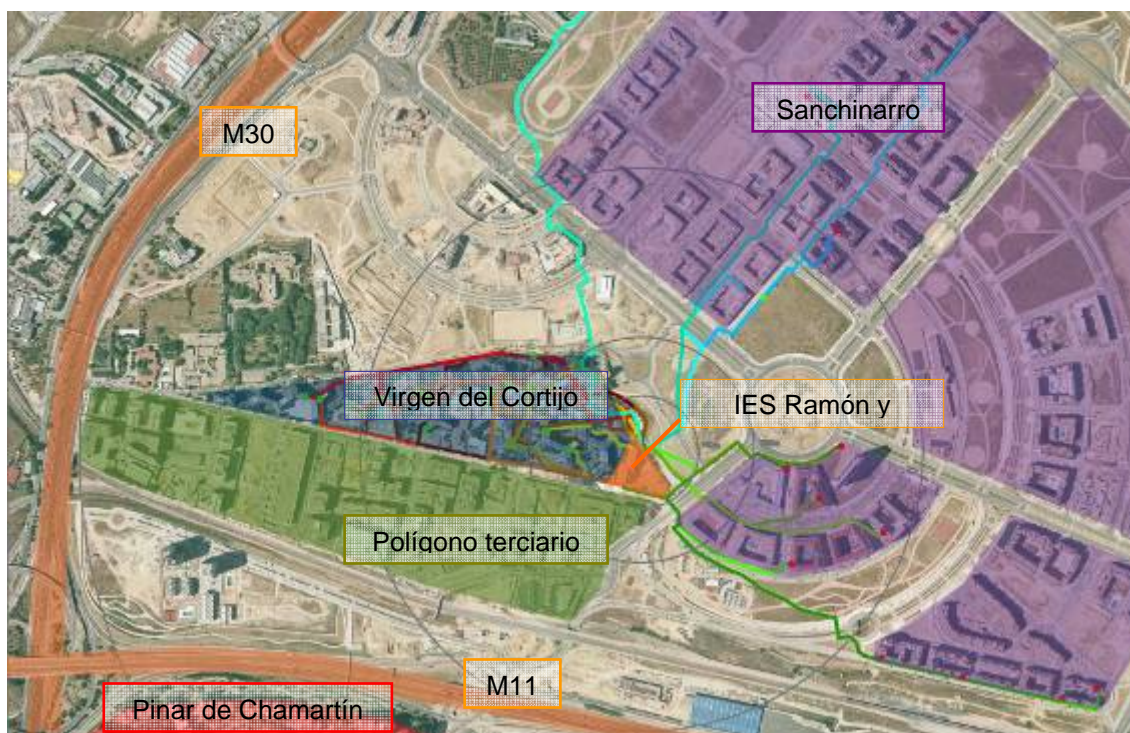


Figura 13. Entorno del IES Ramón y Cajal de Manoteras (Madrid)

Otras tipologías de tejido residencial reconocibles en el entorno del colegio son la manzana cerrada característica del PAU de Sanchinarro, y el bloque abierto con jardín privado en la zona de Pinar de Chamartín.

Bajando de escala, destacan dos ejes viales importantes, que conducen directamente hasta los dos accesos de la IES Ramón y Cajal: la calle “Isla de Oña”, y la “Avenida Manoteras”. Estos ejes son a su vez los límites norte y sur del conjunto de viviendas *Virgen del Cortijo* antes mencionado.

Descripción de los recorridos

Al analizar los recorridos de Manoteras, se detectan dos tipos principales de itinerarios para ir al colegio:

- i. Ir por el camino más corto posible (en verde)
- ii. Elegir un camino más largo para recoger amigos (en amarillo)

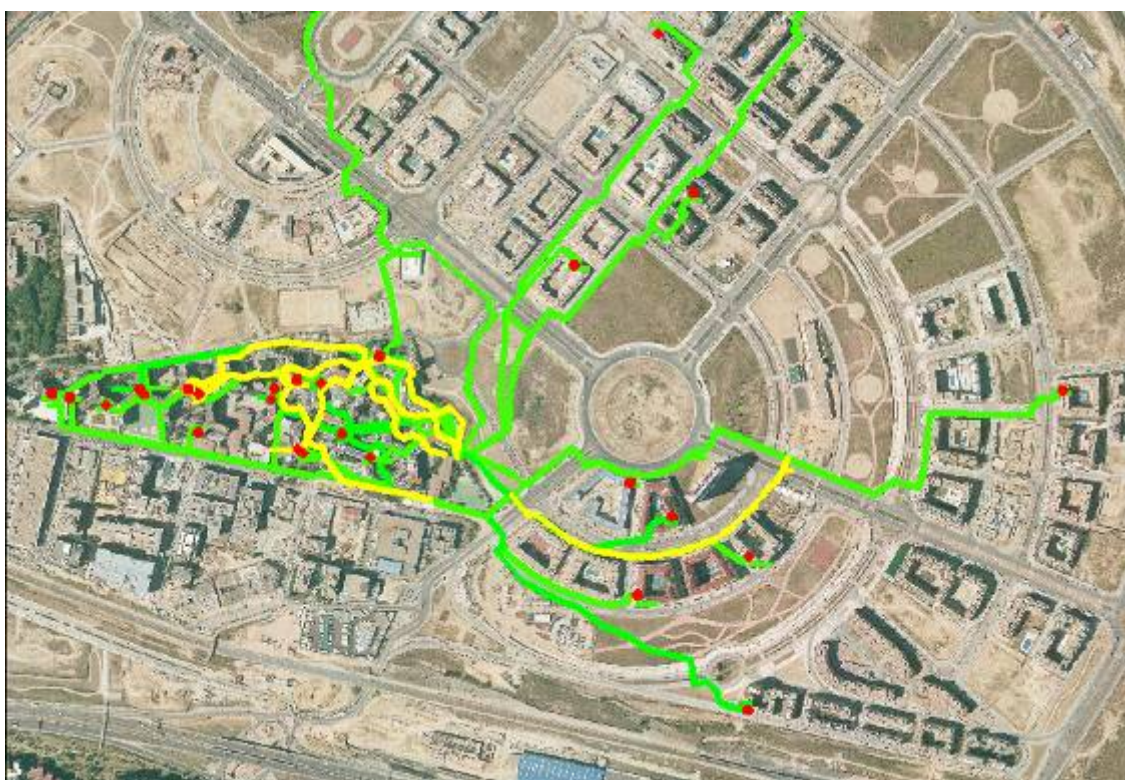


Figura 14. Recorridos de acceso de los estudiantes al IES de Manteras

De los 31 estudiantes encuestados en Manteras, 27 siguen el trayecto más corto para ir al colegio. De ellos un poco más de la mitad (18 estudiantes) siguen su trayecto solos, mientras que dos tercios del total (9 estudiantes) coinciden con amigos sin desviar su trayecto.

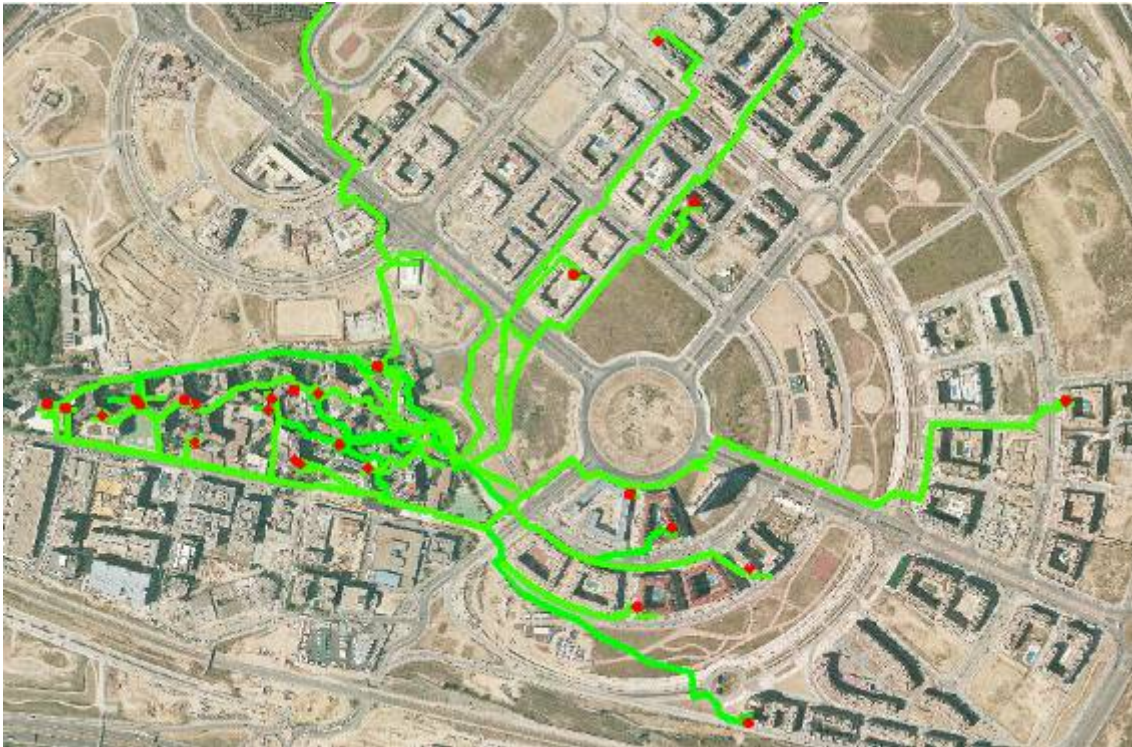


Figura 15. Recorridos directos

Por otra parte, cuatro estudiantes eligen desviarse de su trayectoria al colegio para recoger amigos, lo que equivale aproximadamente a un séptimo del total de encuestados encuestados.



Figura 16. Recorridos con desvío, recogiendo a amigos

Análisis de los recorridos directos

A su vez dentro de los itinerarios directos en el complejo Virgen del Cortijo, se pueden distinguir tres tipos:

- Los itinerarios exteriores o axiales. La mayor parte de los niños que viven cerca de los principales ejes viales que rodean la urbanización Virgen del Cortijo, tienden a utilizarlos y por ellos seguir trayectorias directas, como podemos ver en las sombras verdes de la imagen. Siete usan Avenida de Manoteras, y cinco usan la calle Isla de Oña.



Figura 17. Principales tipos de recorrido directo detectados en Virgen del Cortijo

- Itinerario interior: Existe un solo caso que toma el recorrido menos axial por el interior del complejo. A primera vista parece un recorrido que pasa al azar por algunas plazas, pero observando más detalladamente, se aprecia que está más cercano a la línea recta. Más adelante se observarán algunas características morfológicas del conjunto de viviendas que explican esta elección. En la imagen está sombreado en color naranja.
- Área cercana al acceso del colegio: En los últimos metros de las trayectorias es difícil determinar las razones de elección de cada camino a seguir. El acceso a la escuela se dificulta, debido a la variedad de posibilidades de acceder. Aparentemente las trayectorias son al azar, dependiendo de preferencias personales de cada uno, como podemos ver coloreado en azul.

En las siguientes imágenes podemos ver los ejes viarios exteriores descritos antes:



El otro eje vial que permite un recorrido axial y por el cual los estudiantes siguen trayectorias directas es Avenida Manoteras que delimita la urbanización por el sur.

b. Relación entre los recorridos y las características del entorno urbano: Manoteras

El análisis de los recorridos y de las preferencias declaradas no deja lugar a dudas de que las plazas de Virgen del Cortijo presentan algunas características que determinan en gran manera la distribución de los flujos peatonales y con ello las trayectorias que toman los estudiantes.



Figura 18. Rasgos urbanos con incidencia en los recorridos



Las vistas corresponden a un par de plazas que se encuentran a una cota inferior a la calle Isla de Oña.



En este mismo sentido, la accesibilidad se dificulta con las plazas que, por tener aparcamientos bajo ellas, se encuentran a una cota superior. En este caso las vistas corresponden a una plaza que da hacia Avenida Manoteras.



El cambio de alturas es también importante de destacar en la zona noreste, cuando la calle Isla de Oña llega al acceso norte del colegio. Este cambio de alturas va a afectar al tramo final de las trayectorias de los estudiantes.



Además algunas plazas, las ocupadas por edificios dotacionales (colegios, iglesia, centro de salud) están valladas, lo que las hace completamente inaccesibles y dificultan las posibilidades de generar trayectorias por el interior de la urbanización Virgen del Cortijo.



Los comercios y el pequeño centro comercial que ocupa una de las plazas, son un punto de interés dentro de las descripciones de los recorridos de los estudiantes, ya sea como un simple referente, o en algunos casos, como justificación para desviarse.



Finalmente los portales y pasos bajo los edificios son otro aspecto a considerar ya que dependiendo de cómo están tratados, pueden convertirse en un obstáculo o comunicar directamente una plaza con otra.

c. Análisis de los recorridos en Valdemoro

Descripción de los recorridos

Igual que en Manoteras, se detectan dos tipos de caminos para dirigirse al colegio:

- i. Ir por el camino más corto posible
- ii. Elegir un camino más largo para recoger amigos



Figura 19. Recorridos de acceso de los estudiantes al IES de Valdemoro

De los 33 estudiantes encuestados en Valdemoro, 30 estudiantes eligen el camino más corto y directo para ir al colegio. De ellos, 7 quedan con amigos en el camino sin realizar desviaciones de su trayecto.



Figura 20. Recorridos directos en Valdemoro

Aproximadamente un décimo del total, (3 estudiantes), eligen desviarse para recoger amigos usando una trayectoria indirecta y más larga para llegar al colegio.



Figura 21. Recorridos con desvío, para recoger amigos

d. Relación entre los recorridos y las características del entorno urbano: Valdemoro

Presencia de infraestructuras específicas para peatones: bulevar, plazas y calles peatonales



Figura 22. Principal eje de acceso al colegio y facilidades peatonales en el entorno

Las áreas sombreadas en rojo en la figura 23, corresponden a dos calles peatonales en cruz, dos plazas peatonales en una zona de bloque abierto, y un pequeño bulevar, y en torno a ellos también encontramos zonas de aparcamiento con tráfico reducido.

Como se puede apreciar, todas estas facilidades peatonales se ubican cercanas al acceso del colegio, pero a pesar de ello, son escasas las trayectorias que las utilizan.

Las razones de ello las encontramos al analizar la configuración de cada elemento.

El bulevar y la calle peatonal a pesar de su diseño provisto de la agradable sombra de árboles, amplios lugares para caminar y algo de comercio, no son lugares frecuentados. Los motivos se descubren al estudiar su distribución. El bulevar va de ningún lugar a ningún lugar; no conecta situaciones de interés, y la calle peatonal es casi interna para el grupo de edificaciones que la rodea. Comprobamos entonces que al quedar ambas situaciones aisladas, la gente en realidad no hace el esfuerzo para dirigirse a ellos.



Por otra parte las plazas tienen sus recorridos dispuestos de tal modo que no facilitan un movimiento axial más directo. Los cambios de cota dirigen los recorridos de manera forzada por el perímetro ya que fortalecen la construcción de límites y obstáculos al libre andar.

Por su parte las zonas verdes se delimitan por jardineras levemente altas (unos 20cm.) que fortalecen los recorridos estructurados por el diseño y que impiden una aproximación paulatina hacia el centro.



Finalmente cabe señalar que aunque en el itinerario de ida, estas plazas no son transitadas, a la hora de salida, los alumnos las utilizan como puntos de reunión agradables en los que planear la tarde.

Otro interesante caso de estudio es la diferente utilización de las dos aceras del eje principal de acceso al colegio, la avenida Río Manzanares (sombreada en verde en la figura 23), en las que la acera norte resulta ser mucho más utilizada que la sur.

Las razones argumentadas son que es más ancha, tiene menos cruces de calles y accesos a garajes, y que tiene mejores condiciones ambientales como por pasar al lado de dos parques.

En la figura siguiente y en las imágenes que la acompañan se comprueba como las razones declaradas concuerdan perfectamente con las circunstancias reales.



Figura 23. Las dos aceras de la Avenida Río Manzanares



Vistas de la acera norte de la calle Río Manzanares. La acera más frecuentada por los estudiantes en el último tramo de sus trayectorias al colegio.





En situación opuesta, la acera sur, presenta además un acondicionamiento comparativamente deficiente, lo que la lleva, salvo excepciones, a no ser utilizada como parte de las trayectorias de los estudiantes.

Orientación y selección de itinerario en el casco histórico y la plaza mayor.

Al analizar sobre el terreno las razones de elección de la trayectoria, pasando o no por determinados lugares emblemáticos como la plaza mayor, se confirma la importancia de uno de los criterios ya comentados al inicio, sobre la importancia de la continuidad visual.

Esto se puede confirmar al recorrer los itinerarios descritos por los estudiantes. En varios casos no se comprende la razón de la elección de un camino, a menos que se tenga en cuenta que la decisión de trayectoria está muchas veces orientada por la continuidad visual, aunque sea muy ajustada, de la zona siguiente.

Por ejemplo en la siguiente imagen se representan los itinerarios de los estudiantes que vienen del área sur este y pasan por el casco antiguo.

Se puede ver que el estudiante E1, al llegar a la zona inmediata a la plaza mayor, la calle que le ofrece mayor continuidad y visibilidad (de la siguiente situación) es la pequeña calle que le conduce a la plaza mayor y escoge esta ruta a pesar de que esto le implica girar hacia el lado opuesto de la dirección del colegio.

Por el contrario los estudiantes el estudiante E2 y E3 vienen desde el este y a pesar de pasar cerca de tan importante hito del casco histórico, como es la Plaza Mayor, no se desvían, al encontrar la continuidad visual en la misma dirección que marcaban las trayectorias de las que procedían.



Figura 24. Recorridos a través del casco histórico

Las siguientes imágenes muestran primero, la continuidad visual desde la plaza mayor hacia la calle comercial, luego desde el recorrido que sigue el estudiante E2, y finalmente el cruce en el cual el estudiante E1 decide tomar por la derecha en sentido de la plaza mayor.



Pautas de utilización de los parques en los itinerarios

Como principal antecedente a analizar en la utilización de los parques encontramos la disposición de sus recorridos. Más que otras características de acondicionamiento ambiental, son esencialmente los recorridos los que determinan que se incorpore el parque como una alternativa de trayecto.

En la zona de estudio existen tres parques –los tres vallados-, que se recorren de maneras diferentes. El primer caso corresponde al Parque de las Eras, el cual no permite

incorporarlo en los trayectos de los estudiantes, porque sus dos accesos están por el lado sur, limitando su ingreso a quienes tengan como única motivación permanecer en él.

En este sentido, el parque ubicado en calle del Cristo de la Salud presenta mejores condiciones porque sus dos accesos los dispone en extremos opuestos, lo que permite atravesarlo diagonalmente en el sentido más amplio. El favorecer este recorrido en su interior, manteniéndolo libre, le aporta al parque un mayor flujo de paseantes, y con ello una serie de beneficios como una mayor seguridad y vitalidad urbana.



Figura 25. Recorridos a través, o en la vecindad, de parques urbanos

Finalmente, el parque de la Ermita tiene accesos en todos sus extremos, pero las jardineras dispuestas en su interior favorecen sólo algunas trayectorias, como podemos comprobar al observar los recorridos en su interior, y son las que mantienen el camino recto.



1. Parque de las Eras: Acceso, situación interior y acera perimetral.



2. Parque en Calle del Cristo de la Salud: Acceso desde Calle del Río Manzanares y vista continúa por el interior del parque hasta la salida del otro extremo.



3. Parque de la Ermita: Vista de las jardineras, los recorridos posibles entre ellas y las zonas más abiertas que permiten circulación

3.1.4. Discusión: factores que influyen en los desplazamientos de peatones, en ambos casos

Respecto a las hipótesis iniciales, si se tiene en cuenta los criterios declarados por los estudiantes en las entrevistas realizadas inmediatamente después del dibujo del itinerario, se deduce lo siguiente:

- La gran mayoría de los estudiantes, aproximadamente tres cuartos del total (de ambos colegios), declara como principal razón para determinar su itinerario la **elección de la ruta más corta y directa**. En muchos de estos casos (un cuarto del total) esta llega a ser la única razón para elegir la ruta.
- Una segunda razón a considerar para dos quintos del total, son las **condiciones ambientales** entre las que se mencionan: el ancho de las aceras, condiciones del pavimento, vitalidad urbana, árboles, condiciones de la edificación, pendiente del terreno, etc.
- Como razones menos importantes, los estudiantes se refirieron al peligro del tránsito rodado, los cruces de calles y las entradas de garajes, que son evitados o considerados como **situaciones peligrosas** para un quinto del total; por el



contrario la elección de un **camino más variado** que es una razón a considerar sólo para uno de cada diez estudiantes.

- Finalmente, y aunque no muy frecuente, el recorrido está también determinado por **recoger amigos en el camino**. En este caso no implica un desvío en el trayecto y corresponde a un octavo del total. En este punto conviene recordar que, según la encuesta de acceso mucho más consistente estadísticamente, aproximadamente un 45 % de los alumnos declaraba venir acompañado a la escuela.
- En cuanto a los desvíos en las trayectorias habituales, existen dos razones principales: recoger amigos, o realizar otras actividades que son básicamente visitar tiendas (chuches, estanco, librería). Recoger amigos es una razón que determina la trayectoria para un sexto del total, y sólo en un caso es la única razón que determina la trayectoria.
- En el 12% de los casos, el desvío para recoger amigos es sólo un camino alternativo al habitual que no se realiza frecuentemente.

Por otra parte, si se analiza gráficamente y en común los recorridos de ambos casos, también se pueden discutir las hipótesis enunciadas al principio.

La importancia de la distancia y de los criterios axiales en la elección de itinerarios (tramos donde coinciden 3 o más estudiantes)

En las trayectorias descritas se seleccionan como tramos interesantes a analizar, aquellos en los que coinciden tres o más estudiantes en su camino al colegio.

Estos tramos se pueden ver para el caso de Manóteras en la siguiente imagen en color verde. Al trazar para ellos la alternativa axial más sencilla de recorrido (en amarillo en la figura), se observa que coinciden en gran medida con el recorrido escogido por los estudiantes.

Los recorridos también se aproximan casi por completo con los trazados para la alternativa geoméricamente más corta. En la imagen se puede ver en rojo los pequeños trozos en que aparece la diferencia.



Figura 26. Tramos en los que coinciden tres o más estudiantes, Manoteras

En el análisis de los tramos más frecuentados por las trayectorias de Valdemoro el resultado es muy similar. Al trazar la alternativa axial más simple, coincide con el recorrido de los estudiantes que está dibujado en verde en la siguiente imagen.

La excepción aparece en un tramo en el que el recorrido se desvía completamente de la alternativa geométrica y axial más sencilla, que está representada en color rojo, aunque si se analiza la distancia en metros, el recorrido escogido por los estudiantes mide sólo un 6% más que la alternativa axial (198 de los 188 que mide la axial).



Figura 27. Tramos en los que coinciden tres o más estudiantes, Valdemoro

En todo caso la distancia más corta parece tener una importancia inequívoca en la última parte del recorrido. Así, al trazar radios de 100 metros de distancia, en torno al acceso del colegio en los dos casos de estudio, se comprueba claramente que las trayectorias sólo buscan seguir el camino más recto a la puerta del colegio, como se puede ver en las figuras 29 y 30.

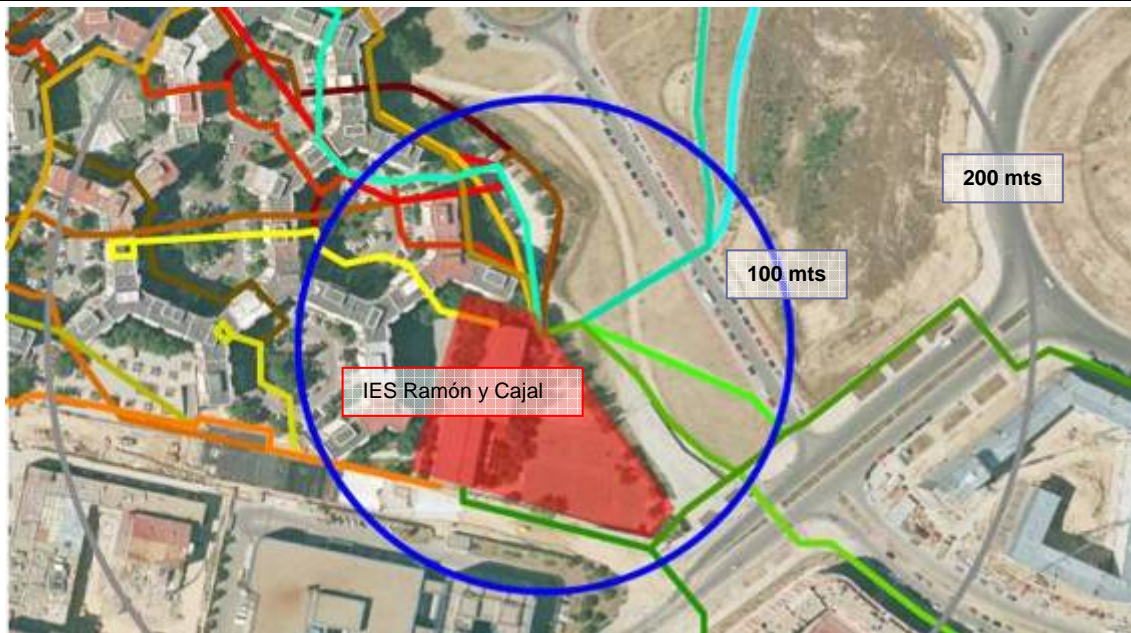


Figura 28. Recorridos en la proximidad del centro, Manoteras



Figura 29. Recorridos en la proximidad del centro, Valdemoro

El análisis aporta datos sobre los desvíos que se realizan sobre la línea más recta posible por la forma de la trama urbana. Si se miden las trayectorias de los estudiantes que no se desvían, y se comparan con una recta desde cada origen hasta el colegio, nos encontramos con que el porcentaje total de desvío corresponde al 19%.



Este porcentaje no varía significativamente si hacemos el mismo análisis sólo con los estudiantes que declaran como prioridad en su trayectoria seguir el camino más corto. (La diferencia con la recta es en este caso es un 18%)

Estos datos revelan entre otras cosas que existe una coherencia entre lo que declaran los estudiantes, de buscar el camino más corto, y lo que revelan los datos de planimetría.

Por otra parte al hacer el mismo análisis con las trayectorias que se desvían, para recoger a un amigo o para realizar algún recado, el incremento de recorrido llega como media a un 35%, lo que resulta bastante significativo de la importancia de ir acompañado para muchos jóvenes.

Elección de la trayectoria que implica el menor ángulo respecto a la línea recta

A diferencia de lo que consta en la literatura consultada, cuando los estudiantes se encuentran en sus trayectorias con una bifurcación y deben decidir por un camino, el ángulo en que se presentan las opciones en relación a la dirección que venían siguiendo no parece un criterio importante, ya que como se comprobó en Valdemoro, en el 50% de los casos se toma una decisión o la otra.

Si a este dato se confronta con la aproximación de los caminos a la línea recta anteriormente descrita, parece ser que el dato que prima en la dedición, es la orientación general en dirección del colegio, o dicho de otro modo, la proximidad del trayecto a la línea recta.

3.1.5. Conclusiones: leyes de navegación y factores urbanos relevantes

Dado lo escaso de la muestra utilizada, las conclusiones que se ofrecen a continuación tienen un carácter tentativo, pero revelan sin embargo pautas, tanto sobre la forma de utilizar la ciudad como sobre la forma de diseñarla, que resultan de especial interés para el planteamiento del resto de investigaciones de este trabajo.

a. Criterios o leyes de navegación declaradas y reveladas en el análisis

A continuación y a la vista del análisis efectuado, se comprueban las hipótesis iniciales en las que se planteaba como razones globales de elección de itinerarios:

- i. el camino más corto
- ii. el camino más seguro



- iii. el camino con más variedad
- iv. el camino con mejores condiciones ambientales
- v. realizar alguna actividad en el camino como recoger amigos o visitar comercios

La principal razón declarada para tres cuartos del total de los estudiantes fue la elección del **camino más corto y directo**. Más aún, para un cuarto del total esta es la única razón para determinar su itinerario. Este argumento se contrastó trazando de los recorridos en un plano y el desvío de la recta resulta ser un 19%, reafirmandose la hipótesis de la elección del camino más corto y directo.

Aproximadamente dos tercios de los estudiantes (de ambos casos de estudio) declaran ir solos y siguiendo el camino más recto al colegio.

El desvío del camino para recoger amigos se da para un sexto del total. En el 12% de estos casos este desvío corresponde a una trayectoria alternativa al camino habitual.

En los casos en que hay un desvío en la trayectoria (para recoger amigos u otra causa), la diferencia medida en metros con la línea recta es del 35%.

La elección del **recorrido más simple axialmente** es importante en los dos casos de estudio, y se hace más evidente aún cuando se analizan los tramos de recorrido por los que pasan 3 o más estudiantes. En ellos los trayectos de los estudiantes se igualan al camino más simple axialmente.

La elección del menor ángulo en el cambio de trayectoria es utilizada para la mitad de los casos, por lo que no constituye un factor relevante.

En cuanto a **otras razones de elección de los trayectos**, el resto de razones postuladas en la hipótesis inicial aparecieron notablemente menos importantes que el camino más corto. En general los estudiantes nombraron varias de estas opciones a la vez. Por ejemplo se mencionaron temas de seguridad en relación al automóvil, las mejores condiciones ambientales y trayectos “menos difíciles” (con menos pendiente o mejor estado de la urbanización).

En este apartado cabe señalar finalmente la lógica de **los últimos 150 metros del recorrido**. Aparentemente al aproximarse al final del recorrido, y más específicamente en los últimos 150 metros se observa de forma muy consistente que todos los trayectos de ambos casos de estudio dejan de tener desvíos y pasan a seguir fielmente el sentido más recto a su destino.

b. Rasgos urbanos con incidencia en los recorridos

En el análisis efectuado resultó importante para ambos casos la **topografía del terreno**, según la cual se eligió trayectorias que tuvieran una menor pendiente, por ejemplo en el caso de Manoteras, se evitó pasar por una serie de plazas que están a una cota inferior.

En el mismo sentido se detectó la importancia de **las islas urbanas que suponen las grandes dotaciones**, que actúan como barreras que pueden congelar el movimiento en ciertas partes del tejido urbano y desviarlo hacia otras.

Un elemento clave para el diseño urbano es la **continuidad visual y axial** con el espacio ubicado más adelante, que ha resultado muy relevante al determinar la elección de trayectorias. Esto se puede comprobar contrastando lo que se observa como una elección herrada en la lógica de un trayecto determinado, con una visita a terreno en la que se pueda seguir visualmente lo que se percibe al seguir la misma trayectoria.

Las **condiciones ambientales** del recorrido también fueron relevantes tanto en las declaraciones de los estudiantes como en el análisis de los recorridos, y entre ellas aparecieron en las encuestas:

- el estado y ancho de las aceras
- la existencia de árboles
- la elección de trayectos con menos interrupciones por cruces de calles y accesos de garajes
- las condiciones del pavimento cuando llueve
- la preferencia por lugares con vitalidad urbana
- la preferencia por trayectos que pasan por comercios.

En este sentido, hay que subrayar que dichos acondicionamientos y en concreto las facilidades para peatones, no funcionan como opción real si no están dispuestos en directa relación con situaciones importantes del entorno como es el caso de la zona del bulevar, plazas y calle peatonal de Valdemoro.

La **integración de los parques urbanos en los itinerarios peatonales**. Para que esto sea posible, sus accesos deben permitir el paso a través de ellos, y lograr trayectos sin interrupciones, para incorporarlos como real opción de recorrido. Los elementos de diseño urbano como jardineras y cercos son relevantes más que nada en la medida que facilitan recorridos rectos y continuos como se comprobó en el análisis de las áreas verdes de Valdemoro. Algo similar ocurría con los pasos bajo los edificios en Manoteras, en los que se encuentran desde portales que son puntos de reunión y facilitan los recorridos, hasta otros que se transforman en reales barreras.

Finalmente señalar que el fomento en los hábitos detectados en los estudiantes, como el de recoger a los compañeros en su camino a la escuela, podría ser un interesante

objetivo del diseño urbano a desarrollar en las recomendaciones de diseño: ¿como configurar el espacio urbano que accede a las escuelas para fomentar esa tendencia a ir acompañados, finalmente a relacionarse con sus iguales?.

c. Trabajo pendiente

A pesar de establecer conclusiones que se han confirmado revisando las trayectorias en planimetría, y contrastándolas con las declaraciones de los estudiantes, observamos que existen determinadas situaciones que quedan fuera de las lógicas elaboradas. Se puede destacar dentro de estos casos la trayectoria de dos estudiantes de Valdemoro que se pueden ver en verde oscuro en la siguiente imagen y también en verde el recorrido alternativo que, según todos los criterios anteriores, debiera ser el seleccionado.

Las estudiantes siguen un trayecto que se aleja del camino más corto. Tampoco responde al menor ángulo. Más aún, al tomar ese trayecto evitan la calle comercial del casco, Estrella de Elola, sin duda una de las más interesantes y vivas de Valdemoro. Por otra parte, en el trayecto que elijen, las aceras son muy deficientes en tamaño (que en algunos tramos llega a desaparecer), sin arbolado y con un flujo vehicular fuerte que incluye el paso de autobuses en una calle de dimensiones más bien ajustadas.

No se encuentra justificación de esta elección ni reconstruyendo el recorrido en terreno, ni revisando las declaraciones.

Por tanto queda por explicar dichos comportamientos, aunque tal vez se pueda considerar que influyen otros factores no considerados, como que la edad de los encuestados, que puede dificultar la traducción de sus argumentos a razones de la lógica general de la investigación.



Figura 31. Casos especiales, Valdemoro

3.2. Estudio de Percepción de atractivos y barreras en los desplazamientos peatonales (IE-02)

Este estudio específico tenía como objetivo valorar la relevancia de las variables del entorno urbano identificadas en la literatura y en IE-01, a través de un estudio perceptivo. Se ha realizado un cuestionario para averiguar las preferencias de varios grupos de estudiantes entre dúos de imágenes que expresen los extremos de cada una de las variables a analizar. Los pares presentan sendas imágenes en las que tan solo varía un elemento-atractivo; por ejemplo, calle con soportales y la misma calle sin soportales, con arbolado y sin, anchura de calle, vigilancia natural (presencia o ausencia de ventanas y puertas desde las que se percibe el espacio peatonal), relación altura/anchura, presencia o no de bandas de estacionamiento y tipo de bandas, peatonales, templadas o convencionales, tipo de relación del edificio con la calle, paisaje, colores de las fachadas, etc.

En concreto se han seleccionado las siguientes cuestiones agrupadas de la siguiente forma:

Paisaje urbano

1. Presencia de algún edificio singular en el itinerario
2. Que la calle tenga fachadas continuas y “pegadas” a la acera (“rue corridor”)
3. Que las manzanas no sean excesivamente largas o monótonas
4. Que la calle sea más bien estrecha y "abrigue" al peatón (frente a otra calle demasiado ancha)

Tipo y acondicionamiento acera-aparcamiento-calzada

5. Que la acera tenga arbolado que de sombra en verano
6. Que cuente con paradas de bus, kioscos, mobiliario urbano, etc.
7. Que haya gente, animación
8. Que la acera sea muy amplia, y pueda tener arbolado a ambos lados
9. Que la urbanización marque claramente la prioridad del peatón
10. Que no tenga coches aparcados
11. Que no tenga bolardos

Relación edificación-vía pública

12. Edificación con comercio en planta baja
13. Edificación con vivienda en planta baja (sin jardín)
14. Edificación con jardín en planta baja
15. Cerramiento de jardín visualmente permeable

Tipo de fachada

16. Fachadas con soportales
17. Fachadas con ventanas y accesos, no ciegas
18. Que la fachada tengan volúmenes (balcones, miradores, etc.)
19. Que la arquitectura cambie de una casa a la siguiente (materiales, etc.)

La encuesta tenía dos partes, la primera más intuitiva se basaba en los mencionados pares de imágenes:

P.5. “De los pares de escenas urbanas que vas a ver a continuación, por favor elige la que, si tuvieras que desplazarte a pie, te resultaría más agradable en cada caso.”

La segunda, más racional, trataba de cuantificar la importancia que para animar a desplazarse andando, tienen estos mismos factores:

P6. “Valora los siguientes rasgos de la escena urbana, de acuerdo con la importancia que les concederías para animarte a caminar más frecuentemente (siendo 5, mucho, 4 bastante, 3 regular, 2 escaso y 1 ninguno)”

Esta encuesta se pasó en la Escuela de Arquitectura de Madrid y en la de Alicante y en un instituto de Colmenar. Queda pendiente su realización en la Escuela de Arquitectura San Sebastián y en otro colegio de secundaria de Madrid. El cuestionario de la encuesta, incluidos los pares de imágenes se presentan en el anejo 6.

Por tanto, y aunque falta de encuestar una parte significativa de la muestra diseñada, se presentan a continuación los resultados preliminares (muestra = 115).

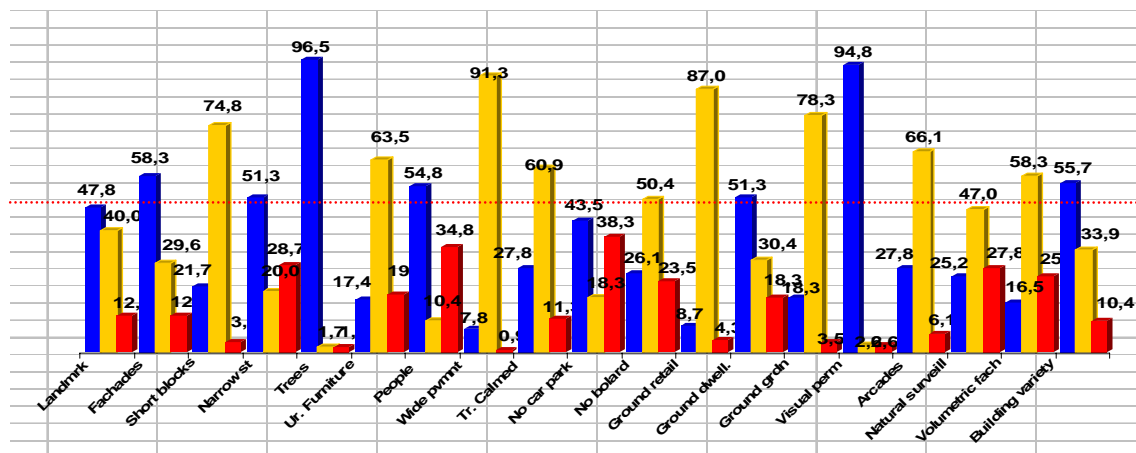


Figura 32. Preferencias pares imágenes que representan cada uno de los 19 rasgos urbanísticos analizados (azul=imagen A, amarillo= imagen B, rojo=indiferente)

En esta primera pregunta los rasgos que suscitan un mayor grado de acuerdo como importantes ($> \frac{3}{4}$ partes) para definir un entorno “agradable para desplazarse a pie”, son por este orden:

1. Arbolado de alineación que proporcione sombra
2. Cerramientos de jardines que sean visualmente permeables

3. Aceras amplias
4. Presencia de comercio en planta baja (contra fachada ciega)
5. Jardines en planta baja (contra comercio)
6. Manzanas o bloques que no sean demasiado largas

Por el contrario los elementos sobre los que la muestra no se puso de acuerdo (porcentajes similares, entre 50 y 30%, para ambas imágenes) son:

1. La necesidad de que haya hitos urbanos en el recorrido

Y aquellos que resultaron indiferentes para un porcentaje elevado (25-40%) fueron:

1. Que no haya coches aparcados
2. Que haya gente en las calles
3. Que las fachadas tengan movimiento y volumetría

Sin embargo esta parte de la encuesta, al responder a la cuestión de: ¿estamos de acuerdo en que un determinado elemento es agradable a la hora de pasear?, sólo valora cada elemento por separado, lo que tiene sus limitaciones. Por ejemplo, se da una aparente contradicción en las preferencias sobre el uso de la planta baja, porque se valora, en distintos pares, la existencia de comercio casi al mismo nivel que la presencia de jardines. Por eso la segunda parte, más cuantitativa, permite establecer mejor la relación entre los distintos elementos.

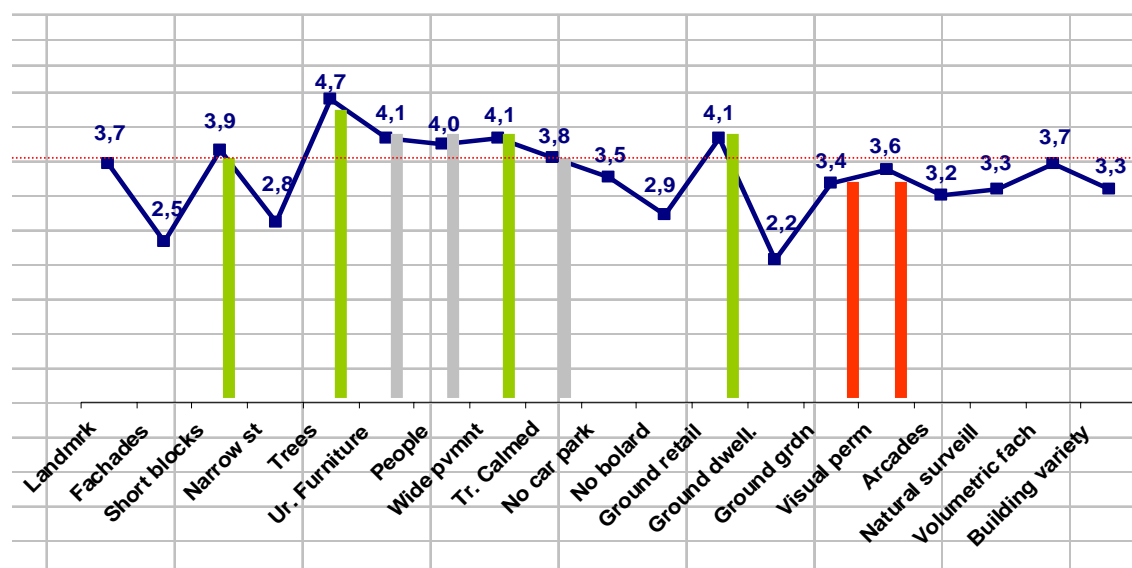


Figura 33. Valoración numérica de cada uno de los 19 rasgos urbanísticos analizados

El resultado de la valoración arroja los siguientes como elementos más importantes (3/4 superior, por encima de 3,8 sobre 5)

1. Arbolado de alineación que proporcione sombra
2. Aceras amplias
3. Presencia de comercio en planta baja (contra fachada ciega)
4. Manzanas o bloques que no sean demasiado largas

El contraste entre las dos preguntas realizadas muestra como el arbolado de alineación es el aspecto valorado con mayor importancia a gran distancia del resto (4,7 puntos frente a los 4,1 puntos del siguiente), y que del resto de 5 elementos que suscitaban gran consenso anteriormente, dos, la permeabilidad visual y el jardín en planta baja pierden relevancia, mientras que aparecen otros tres que deben ser considerados:

5. Acondicionamiento con mobiliario urbano
6. Presencia de gente en la calle
7. Calles con prioridad del peatón

En sentido contrario, como elementos del entorno urbano que no son importantes para animar a caminar, aparecen los siguientes:

1. la presencia de viviendas en planta baja (en vez de fachadas ciegas como las de los garajes)
2. que la calle tenga fachadas continuas y pegadas a la acera (“rue corridor” o vía para)
3. que la calle sea más bien estrecha y abrigue al peatón
4. que no tenga bolardos

Finalmente cabe analizar la importancia que los encuestados dieron a cada uno de los grupos de elementos del entorno urbano analizados.

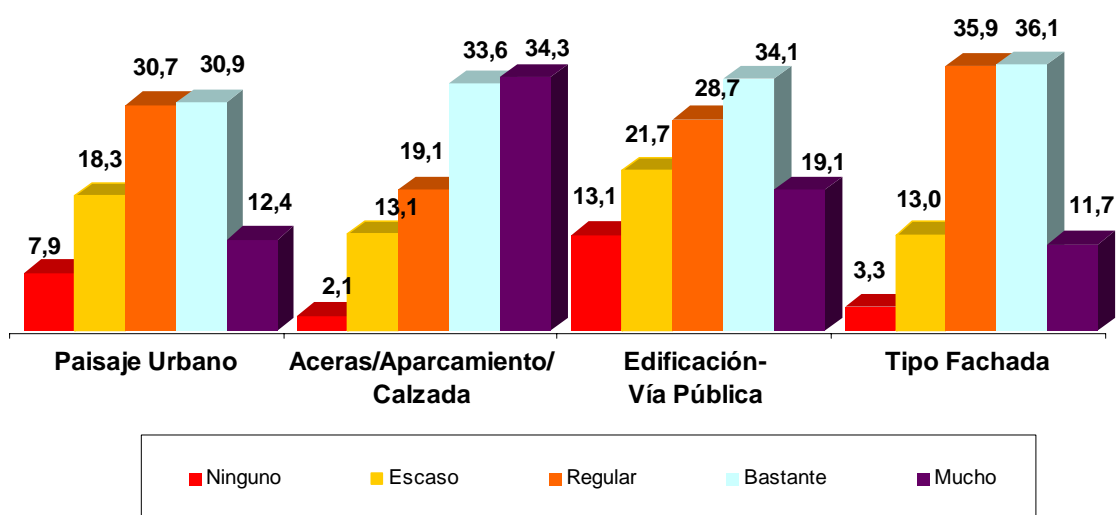


Figura 34. Valoración de la importancia media de cada categoría de rasgos urbanísticos



Si bien en este caso los resultados no presentan un perfil muy contrastado, destaca la importancia que como media se da a los elementos que representan configuraciones de la vía pública favorables al peatón (aceras amplias, zonas con prioridad peatonal, etc.) y, en segundo lugar, lo apropiado de las configuraciones tradicionales del interface edificación-vía pública (comercio, jardines en planta baja, etc). Por el contrario se valoran menos los que se refieren al paisaje urbano (hitos, calle configurada con fachadas) y los del tipo de fachada (variada, con volumetría, etc.).

Finalmente volver a subrayar que esta investigación está pendiente de realizar aproximadamente el doble de encuestas de las analizadas aquí, por lo que sin duda es pronto para sacar conclusiones definitivas.



3.3. Investigaciones sobre la Importancia de la densidad y la mezcla de usos en desplazamientos peatonales (IE-03, IE-05)

Dado que ambas investigaciones se desarrollaban a partir de los mismos datos, se decidió realizarlas de forma paralela.

a. Origen de los datos

La Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 2004 (EDM04), es una encuesta sobre la movilidad de los habitantes de la provincia de Madrid realizada por el Consorcio Regional de Transportes (CRT) en el año 2004. Se trata de una muestra muy considerable para describir el fenómeno: 34.942 hogares en los que se obtuvieron los hábitos de movilidad de 96.652 personas, de un total de 5.587.410 habitantes mayores de 4 años en la Comunidad de Madrid.

Desde el punto de vista geográfico, la encuesta divide el área metropolitana (AM) en 1.172 zonas de transporte y define cuatro ámbitos para las mismas, que son la almendra central de Madrid, la periferia urbana (resto del municipio de Madrid), la corona metropolitana y la corona regional. La muestra se tomó de forma proporcional al tamaño de cada zona y dentro de ella se distribuyó según el tamaño del hogar, con selección aleatoria.

Los datos utilizados en esta investigación fueron solicitados al CRT tras el análisis del cuestionario de la encuesta, y se centran en la movilidad peatonal. La parte principal de la información obtenida fue la matriz O/D de los viajes peatonales entre las zonas de transporte, si bien, en los resultados facilitados se considera que solo 897 de las 1.172 zonas presentaron una cantidad de población suficiente para obtener una muestra representativa.

De esta manera se dispone tanto del conjunto de viajes peatonales entre zonas, como su descomposición según las características del viaje (duración, motivo, etc.), según la existencia de alternativas (disponibilidad de vehículo, mala combinación de tte. público, existencia de servicio público) o según las principales variables socioeconómicas de la población que realiza dichos viajes (sexo, edad, relación con la actividad económica, nivel de estudios, actividad profesional, etc.).

Además un dato clave obtenido fue el reparto modal registrado en cada zona, eso si, diferenciando únicamente viajes peatonales y viajes motorizados.

De la misma manera se obtuvieron otros datos sobre las zonas de transporte propiamente dichas, tales como su superficie, población, número de familias, número de empleos, número de plazas escolares, motorización, localización en el A.M., etc. Debe recalarse que dichas características de las zonas de transporte, en particular la población y el nº de empleos o el nº de plazas escolares, presentan la limitación de ser el



resultado de la expansión de la muestra analizada y aunque presentan un nivel de confianza elevado, no son datos censales.

b. Definición de variables e hipótesis

Densidad e índices mezcla de usos

Dado el planteamiento del problema, los datos disponibles y la gran variedad de indicadores en las referencias consultadas, la elección de los parámetros que entran en la fórmula de la densidad no resulta tan sencilla como a priori pudiera parecer. Si se define densidad como la relación entre un suceso y la unidad de superficie sobre la que ocurre y se tiene en cuenta que el objeto de la investigación es llegar a criterios de diseño analizando la relación entre morfología urbana y uso peatonal, se entenderá fácilmente que las posibilidades, los problemas y los niveles a explorar sean diversos.

La formulación de la densidad urbana más conocida es la que contiene el diccionario de la R.A.E. en su segunda acepción: “numero de habitantes por unidad de superficie, como hectárea, kilómetro cuadrado, etc.” Es además la más común en la literatura internacional consultada.

No obstante y dadas las referencias consultadas y el campo de trabajo, el urbanismo, se planteaba inmediatamente una primera alternativa a dicha formulación, ya que en esta disciplina es corriente utilizar como densidad la relación entre número de viviendas y hectáreas. Sin embargo, hay que considerar que puesto que el dato de partida de la encuesta domiciliaria era la población, la traducción entre ambas resultaba compleja por la cantidad de hipótesis a plantear; por ejemplo, es necesario estimar el porcentaje de viviendas familiares, o de las de segunda residencia, las vacías, su variación en el tiempo, etc. Por otra parte, el cálculo de la densidad de viviendas por hectárea para las 1.172 zonas de transporte es, al menos en esta primera fase, demasiado laborioso. Por todo ello esta primera posibilidad fue desestimada.

Otra alternativa que se planteaba, era la selección del suceso más relacionado con la generación de viajes peatonales. Parece claro que, de nuevo, la formulación más conocida, la cantidad de personas que habitan una zona, habrá de tener relación con la movilidad peatonal en dicho área, pero es más que probable que haya que considerar igualmente la existencia de puestos de trabajo en la zona, la presencia de centros de estudio, etc. Por tanto, se ha comenzado definiendo seis variables: densidad de población, densidad de empleados, densidad de estudiantes, densidad de habitantes+empleados, densidad de habitantes+estudiantes y densidad de habitantes+empleados+estudiantes.

Además, para el caso de la mezcla de usos se ha definido un índice que es la relación de empleados/residentes que tiene cada área.



En este mismo sentido es probable que sea necesario precisar la diferencia entre densidad en el origen y el destino del viaje. En efecto, parece lógico suponer que, por ejemplo, los desplazamientos al trabajo estén también relacionados con este segundo término y de hecho existe literatura internacional que así lo refleja. En este sentido se han calculado las densidades anteriores en origen y destino.

En cuanto a las limitaciones que presentan los datos relacionados con la densidad en la EDM04, dos son las principales:

- La primera viene de la propia delimitación espacial de las zonas de transporte. Así, mientras algunas corresponden a zonas centrales completamente urbanizadas, otras son municipios de la sierra de Madrid, con una población muy pequeña y, por el contrario, una superficie de término muy extensa.
- Aunque su fiabilidad es elevada, en el caso de la EDM04 la población, el nº de empleos y nº de plazas escolares no son datos censales sino que corresponden a la muestra extendida (ver primer apartado)

La primera limitación es importante y se aborda en el análisis estadístico de diversas maneras, las cuales se describen más abajo. En el caso de la segunda se realizó una comprobación a nivel de barrios y municipios sobre la diferencia entre utilizar población real (censo 2004) y población deducida de la EDM04, constatándose que las correlaciones alcanzadas no ofrecían diferencias significativas para ninguna de las variables de densidad (< 3% en todos los casos). Si bien la diferencia a nivel de zona de transporte puede ser algo mayor, se considera la población utilizada procedente de la EDM2004 una aproximación suficientemente fiable a la población real de los ámbitos analizados.

Uso peatonal

En este caso y con los datos obtenidos de la EDM2004 existen básicamente dos posibilidades: emplear como variable diversos índices del número de viajes que se realizan a pie (n° viajes / n° personas, n° viajes / n° personas + n° empleos, etc.), independientemente de los que se hagan por otros modos (generación de viajes) o, por el contrario, utilizar su relación con los realizados en otros modos (reparto modal).

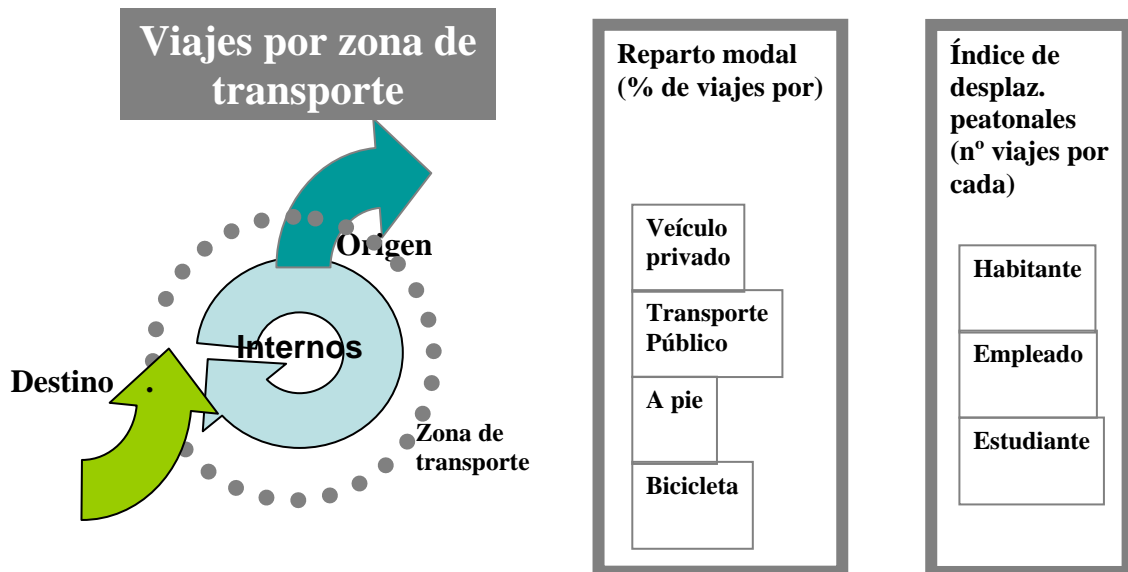


Figura 35. Índices y datos disponibles para describir los desplazamientos peatonales

En cada caso, la hipótesis de trabajo sería la siguiente:

- que los índices del número de viajes peatonales, por ejemplo viajes por habitante, estén relacionados con la densidad del entorno: a mayor densidad, la proporción de viajes peatonales sobre el número de habitantes en la zona aumentará.
- que la proporción de viajes a pie respecto a otras formas de transporte aumente en entornos más densos: a mayor densidad, el desplazamiento a pie se elegirá con mayor frecuencia sobre los otros modos de transporte.

En cuanto a los índices de generación, hay que recalcar que no se trata de un índice por persona, no son los viajes que realiza cada persona, sino que el aumento de viajes con la densidad puede ser porque los habitantes de la zona más densa realicen más viajes pero también porque personas de otras zonas realicen viajes en las zonas de mayor densidad. Para controlar esta diferencia se recurre a diferenciar viajes internos de viajes con origen y destino.

Como limitaciones de los datos de la EDM04, debe citarse la impuesta en la propia definición de viaje peatonal del cuestionario (ver anejo 7):

- “Si el desplazamiento es a pie se considera viaje:
- Siempre que tenga una duración igual o superior a cinco minutos



- Siempre que el motivo del viaje sea la ida o el regreso al centro de trabajo, al centro de estudios o las compras del ama de casa, aunque este desplazamiento tenga una duración inferior a cinco minutos.”

Además y siguiendo un uso establecido en este tipo de encuestas, pero al contrario de lo que se está empezando a hacer en países como Estados Unidos, la encuesta tampoco refleja los viajes de los menores de 4 años, que, especialmente, en el caso peatonal tienen su importancia.

Por tanto debe quedar claro que, como ha puesto de manifiesto Sanz (2006), ambos sesgos metodológicos suponen que en general las encuestas de movilidad, como la EDM04, contenga una clara infravaloración de los viajes peatonales, difícil de cuantificar. Sin embargo al producirse dichas minoraciones de manera razonablemente homogénea y, dado que no se comparan los viajes peatonales con los de otros modos en números absolutos, se considera que no debe alterar los resultados de la investigación.

c. Segmentaciones de la muestra

En el caso de las variables descritas se han establecido cuatro segmentaciones de la muestra, que se estima habrán de ser relevantes a la hora de establecer las relaciones e entre las variables.

a. Viajes según tres niveles de desagregación: zona de transporte, barrio-municipio y distrito-municipio

Se ha empleado dichos niveles de desagregación según una de las principales conclusiones de la literatura sobre la relación del uso peatonal con la densidad: dicha relación varía según la agregación utilizada, desde la sección censal hasta el municipio o el área metropolitana completa, siendo normalmente mayor para niveles de agregación mayores.

En este caso se han utilizado las siguientes:

- Zonas de transporte: descrita al principio de la encuesta. Es la desagregación mayor empleada, con 1.172 zonas, de las cuales solo 897 tienen población suficiente para resultar representativas y de ellas solo 876 presentan viajes peatonales. Un criterio básico a la hora de delimitar las zonas ha debido ser el de obtener un tamaño poblacional homogéneo, como media, en torno a los 7.500 habitantes/zona de transporte.
- Barrios-municipios: en este caso se agregan las anteriores hasta la primera delimitación administrativa, el barrio en el caso del municipio de Madrid y la totalidad del municipio para el resto de la región. Resultan 303 áreas, siendo que la región de Madrid tiene 179 municipios.



- Distritos-municipios: similar a la anterior pero agrupando los barrios en los 21 distritos de Madrid capital. En el resto de la región se cogen también los municipios. En total son 192 áreas.

b. Viajes según la localización de la zona de transporte en el área metropolitana

Dicha diferenciación: almendra central de Madrid (18% de la población encuestada en la EDM04), periferia urbana (36%), corona metropolitana (40%) y corona regional (6%), procede por dos motivos principales:

- Probablemente la movilidad peatonal sea distinta en zonas que resultan muy diferentes desde casi cualquier punto de vista, como son, por ejemplo, el centro de la capital de España y los municipios rurales de su provincia.
- También es más que probable que la movilidad peatonal varíe entre la almendra central de Madrid, que aglutina gran cantidad de funciones centrales, y los barrios periféricos de Madrid, situados al exterior de la M-30.
- La densidad obtenida incluye criterios de delimitación de las unidades espaciales diferentes entre centro urbano, periferia y corona, tal y como se ha puesto de manifiesto en el apartado anterior.

Las principales diferencias entre zonas por localización en el área metropolitana se observan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Caracterización zonas de transporte EDM04, según situación AM

Situación AM	Totales ZT		Promedios ZT		
	nº	Población	Superficie (Ha)	Radio hipot. (m)	Nº hab.
1 Almendra	121	1.002.868	30	310	8.288
2 Periferia metropolitana	326	2.048.609	122	624	6.284
3 Corona metropolitana	298	2.210.402	481	1.238	7.417
4 Corona regional	131	317.859	3.678	3.422	2.426
Media CM			763	1.559	6.370

c. Viajes con origen, destino o internos

En el caso de la EDM04, las zonas de transporte son pequeñas, incluso a los efectos de este estudio; por ejemplo, las 121 zonas de la almendra (14% del total) tendrían como media unos 600 metros de diámetro virtual, distancia que se recorrerían andando de parte a parte en 8 minutos, mientras que las de la periferia (38%) tendrían aproximadamente 1.250 metros, unos 16 minutos. Ello quiere decir que, debido a la zonificación adoptada, la probabilidad de que la zona de origen y destino sea distinta es elevada, y ello es así también para los viajes peatonales. De hecho según los datos



extraídos de la propia encuesta, el 59,7% de los viajes peatonales se realizan entre zonas distintas.

A los efectos de esta investigación, lo anterior significa que la densidad o los usos a considerar en origen y destino serán distintos y pueden influir de manera diferenciada sobre la elección modal, tal y como se pone de manifiesto en algunas de las referencias internacionales manejadas.

Así pues es necesario diferenciar viajes totales, viajes con origen, viajes con destino y viajes internos, lo que es coherente con los enfoques al uso en la literatura consultada. En particular y a efectos de reparto modal parece importante seleccionar solo aquellos viajes que tengan una alternativa real caminando. Puesto que como se ha visto las zonas de transporte no son demasiado grandes y se dan frecuentemente viajes a pie entre zonas limítrofes, esta consideración puede no ser crucial en el caso de las zonas de transporte. Sin embargo a nivel de barrio y municipio, otra de las zonificaciones analizadas, parece aconsejable tomar sólo los viajes internos, puesto que en los viajes origen o destino la proporción de viajes a pie en zonas tan extensas habrá de ser mucho menos relevante. En cualquier caso el análisis efectuado ha sido sistemático a todos los niveles, por lo que será posible comprobar la existencia o no de dichos efectos.

d. Viajes según motivo del desplazamiento

Probablemente éstas son las diferencias más conocidas en términos de reparto modal, por ejemplo, es bien sabido que los viajes de trabajo son los que menor porcentaje de viajes peatonales presentan.

En este sentido, la EDM04 ofrece una diferenciación muy considerable entre motivos de viaje, hasta un total de 17:

- 1 'Casa'
- 2 'Trabajo'
- 3 'Gestiones de trabajo'
- 4 'Estudio'
- 5 'Compras'
- 6 'Ocio'
- 7 'Deporte'
- 8 'Médico'
- 9 'Asunto personal'
- 10 'Otro domicilio'
- 11 'Acompaña a otra persona'
- 14 'Actividad extraescolar'
- 15 'Autoescuela'
- 16 'Biblioteca'
- 98 'Otros'



Por cuestiones operativas, se han reclasificado dichas categorías de la siguiente manera:

- Trabajo (2)
- Estudio (4)
- Compras (5)
- Ocio y otros (3+6+7+8+9+10+11+14+15+16)

En este caso, señalar finalmente que los viajes con motivo 1 'Casa' no se incluyen en el estudio pues la mayor parte son viajes de vuelta de los anteriores.

d. Procedimiento para el análisis estadístico

Como punto de partida se propone un análisis de regresión univariante entre las variables de densidad urbana-mezcla de usos y las de desplazamiento peatonal.

Hay que subrayar que el análisis de regresión, aún en el caso de correlaciones muy elevadas, no implica relaciones causales entre las variables y por tanto sus resultados necesitan de discusión e interpretación. Si dichos resultados no fueran suficientemente clarificadores para los objetivos de esta investigación, se considerará la posibilidad de recurrir a otros más sofisticados como los análisis multivariante, logit model, etc., siguiendo las pautas de las referencias bibliográficas más recientes.

Las variables o indicadores analizados son inicialmente diez, tres de densidad, tres de densidad+mezcla de usos, una de mezcla de usos y tres peatonales:

Variables independientes:

1. Habitantes / Hectárea (densidad)
2. Empleados / Hectárea (densidad)
3. Estudiantes / Hectárea (densidad)
4. Habitantes + Empleados / Hectárea (densidad+mezcla de usos)
5. Habitantes + Estudiantes / Hectárea (densidad+mezcla de usos)
6. Habitantes + Empleados + Estudiantes / Hectárea (densidad+mezcla de usos)
7. Empleados / Habitantes (mezcla de usos)

Variables dependientes:

1. Porcentaje de viajes peatonales en la zona (desplazamientos a pie)
2. Índice generación viajes peat. / 100 habitantes (desp. a pie)
3. Índice generación viajes peat. / 100 hab. + 100 empl. + 100 est. (desp. a pie)

El análisis procede en las siguientes etapas:

1. Viajes totales

- a. Densidad de cada zona y desplazamientos a pie con origen y destino en la zona.

- b. Idem con origen en la zona
- c. Idem con destino en la zona
- d. Idem por motivos con origen y destino
- e. Idem por motivos sólo con origen
- f. Idem por motivos sólo con destino

2. Viajes en el interior del barrio

- a. Densidad de cada barrio y desplazamientos a pie internos de cada barrio
- b. Idem por motivos

Para cada una de ellas se realizarán en primer lugar las matrices de correlación entre variables dependientes e independientes para, a continuación y en los casos de las correlaciones más significativas, estudiar las gráficas de agrupaciones de puntos y las posibles líneas de regresión (lineales o curvas) en busca de explicaciones para las relaciones entre variables. En este primer informe, se presenta los resultados tan solo de la parte 1.b.

e. Resultados sobre los viajes totales

La primera matriz es por tanto la de los viajes totales de cada zona (suma de viajes con origen e internos), considerando las densidades de dicha zona.

Tabla 3. Matriz de correlación para las 876 zonas de transporte. Viajes totales O.

Densidades	Viajes	% Viajes peatonales	N°ViPe_N°Hb	N°ViPe_N°Hb +Em+Es
DensHab_Ha	Correlación de Pearson	0,339	-0,050	0,364
	Sig. (bilateral)	0,000	0,143	0,000
	N	876	876	876
DensEmpl_Ha	Correlación de Pearson	0,185	0,096	-0,022
	Sig. (bilateral)	0,000	0,004	0,507
	N	876	876	876
DensEst_Ha	Correlación de Pearson	0,236	0,168	0,143
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
	N	876	876	876
DensHab+Empl_Ha	Correlación de Pearson	0,333	0,017	0,241
	Sig. (bilateral)	0,000	0,625	0,000
	N	876	876	876
DensHab+Est_Ha	Correlación de Pearson	0,356	0,014	0,346
	Sig. (bilateral)	0,000	0,677	0,000
	N	876	876	876
DensHab+Empl+Est_Ha	Correlación de Pearson	0,354	0,038	0,290
	Sig. (bilateral)	0,000	0,263	0,000
	N	876	876	876



** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los resultados muestran que tanto el reparto modal como el índice de viajes peatonales considerando todos los usuarios (habitantes+empleados+estudiantes), tienen una cierta relación con las distintas densidades mientras que, por el contrario, el índice de viajes peatonales básico, el nº de viajes peatonales por habitante, no parece presentar relación con ninguno de ellos.

Pero como se ha visto en el apartado anterior, existía un problema con el cálculo de densidades en las zonas del transporte del Consorcio Regional de Transportes, que afecta particularmente a aquellos municipios de la región metropolitana en los que el área urbanizada es una parte mínima de la zona de transporte, los municipios rurales (zona 4). Por ello se realizó una primera criba de la muestra consistente en dejar fuera aquellas zonas que tuvieran densidades muy reducidas, por debajo de 20 habitantes por hectárea (aprox. 6 viviendas por hectárea), es decir, aquellas con parámetros propios de zonas rurales no urbanizadas, lo que excluye el 93% de los municipios y zonas de transporte de la zona 4.

Como se ve en el tabla siguiente, la supresión de la muestra de aquellas zonas con menor densidad no altera significativamente las correlaciones que salían bien paradas en la matriz anterior, pero motiva que el índice de viajes peatonales básico que resultaba inconsistente antes, nº habitantes / Ha, obtenga unos resultados con un nivel de significación similar al de los otros dos.

Tabla 4. Matriz de correlación considerando solo las ZT > 20 habitantes / Ha. Viajes totales O+D

Densidades		Viajes	% Viajes peatonales	N°ViPe_N°Hb	N°ViPe_N°Hb +Em+Es
DensHab_Ha	Correlación de Pearson		0,359	0,032	0,333
	Sig. (bilateral)		0,000	0,424	0,000
	N		612	612	612
DensEmpl_Ha	Correlación de Pearson		0,174	0,441	-0,131
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,001
	N		612	612	612
DensEst_Ha	Correlación de Pearson		0,212	0,369	0,090
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,026
	N		612	612	612
DensHab+Empl_Ha	Correlación de Pearson		0,351	0,303	0,139
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,001
	N		612	612	612
DensHab+Est_Ha	Correlación de Pearson		0,384	0,171	0,315
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000
	N		612	612	612
DensHab+Empl+Est_Ha	Correlación de Pearson		0,382	0,293	0,221
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000
	N		612	612	612

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En cuanto a los indicadores de densidad que resultan más relacionadas con los parámetros peatonales, el principal es la densidad en habitantes por Ha. pero también todas las que mezclan el anterior con los otros parámetros que representan la mezcla de usos, como la cantidad de puestos escolares o de empleos. Por el contrario las densidades aisladas de empleos y puestos escolares no dan una relación significativa con el número de viajes peatonales o con el reparto modal.

La representación gráfica de la correlación básica entre reparto modal (porcentaje de viajes a pie) y densidad (Habitantes/Ha), permite avanzar sobre dicha relación y, particularmente, analizar como dicha relación se hace mucho más evidente en ciertas localizaciones del área metropolitana, de acuerdo con la zonificación utilizada por el Consorcio Regional de Transportes: 1 (almendra central), 2 (periferia Madrid), 3 (corona metropolitana), 4 (región).

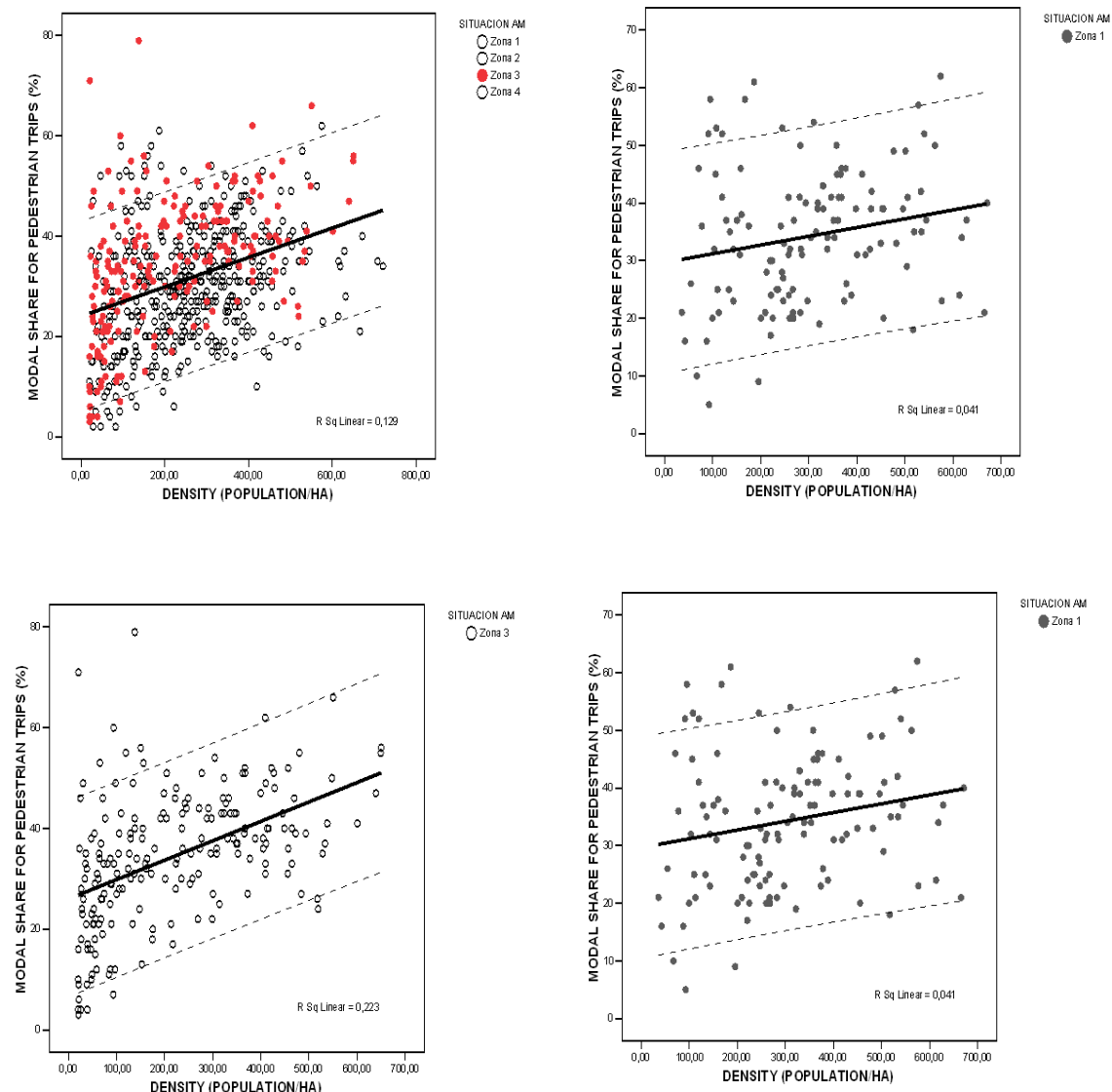


Figura 36. Correlación (r^2) entre reparto modal peatonal y densidad (habitantes/Ha), a) para todas las zonas de transporte >20 hab./ha, b) para las ZT de la almendra central de Madrid (zona 1) y c) y d) para las ZT de la corona metropolitana (zona 3)

La relación reparto modal-densidad, a pesar de que como se ha visto es estadísticamente significativa, sin embargo en la gráfica a) aparece bastante difusa. Ello parece deberse a que la correlación no es homogénea para toda la muestra sino que dependen de la localización en el área metropolitana; por ejemplo, las zonas de la Almendra central de Madrid no ofrecen apenas correlación (gráfica b), mientras que otras zonas, en concreto las de la corona metropolitana (gráfica c), muestran una agrupación de los puntos mucho más consistente, con una pendiente más pronunciada para las zonas con

densidad mínima o máxima, y menos para las que tienen una densidad intermedia (gráfica d).

Por tanto, en el caso de los municipios de la corona metropolitana (zona 3) los resultados obtenidos apuntan a que la opción por los desplazamientos a pie sobre los otros tipos de desplazamientos, en coche o en transporte público, aumenta cuando aumenta la densidad del tejido urbano, medida en habitantes por hectárea.

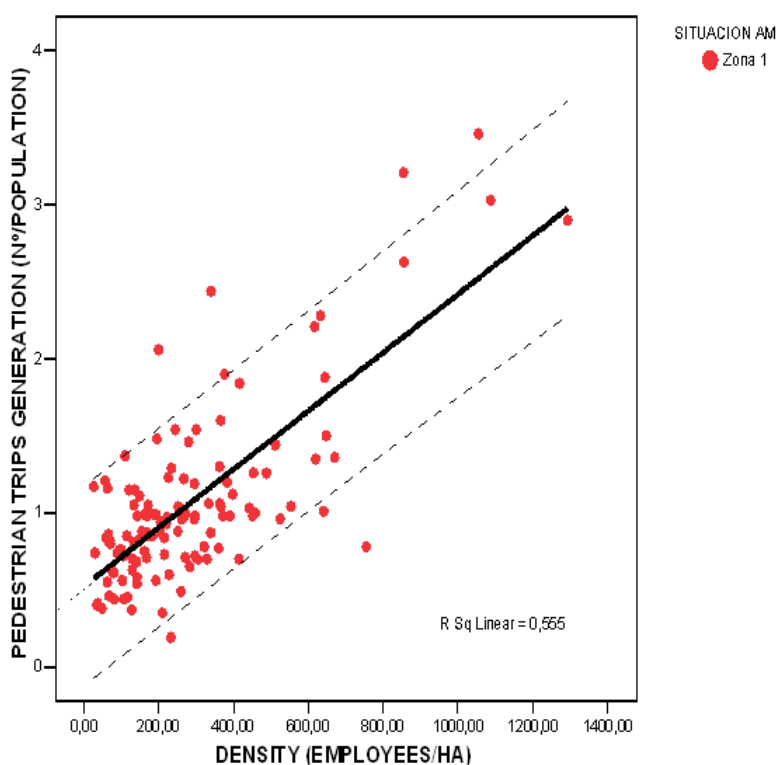


Figura 37. Correlación (r^2) entre generación de viajes peatonales y densidad (empleos/Ha), para las Zonas de Transporte de la almendra central de Madrid (zona 1).

En el caso de la almendra central de Madrid (zona 1), después de comprobar todas las relaciones posibles entre las variables analizadas, la mejor correlación obtenida es la que se ve en la figura anterior ($r^2=0,565$) entre viajes peatonales y densidad de empleos, una correlación más que apreciable para una sola variable. La relación que muestra la gráfica, es que en la almendra central del Madrid, cuantos más empleos tiene una zona de transporte, se dan mayor número de viajes peatonales por cada habitante. ¿es esto extrapolable a cualquier lugar?, ¿significa que un polígono industrial debería tener más viajes peatonales que cualquier otro lugar?, ¿quiere decir que los habitantes del centro hacen mas viajes peatonales que el resto?. Por responder a la primera pregunta, sin duda no se trata de algo fácilmente extrapolable, pues la concentración de empleo en el centro de Madrid está asociada con la de la residencia, con la de comercio y todo tipo de

funciones centrales que solo se encuentran en el centro de un área metropolitana importante como la de Madrid. Ello denota la dificultad del análisis univariante: no deben suponerse relaciones causales.

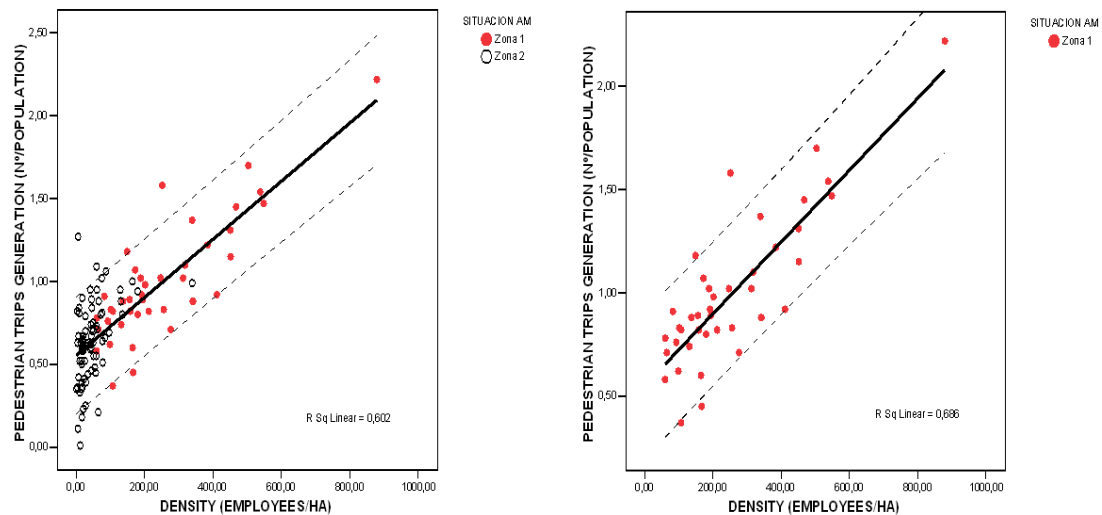


Figura 38. Correlación (r^2) entre generación de viajes peatonales y densidad (empleos/Ha), para los barrios a) de la almendra central de Madrid (zona 1) b) de todo el municipio de Madrid (zona 1 + zona 2)

Cuando se agregan las zonas de transporte a nivel de barrio, la misma relación anterior para la almendra central mejora sustancialmente ($r^2=0,686$). Es más dicha relación se mantiene ($r^2=0,602$) al incluir el resto de barrios del municipio de Madrid (zona 1 + zona 2), a pesar de que, como se ve en la figura anterior, la cantidad de empleo de los barrios de la zona dos es mucho menor.

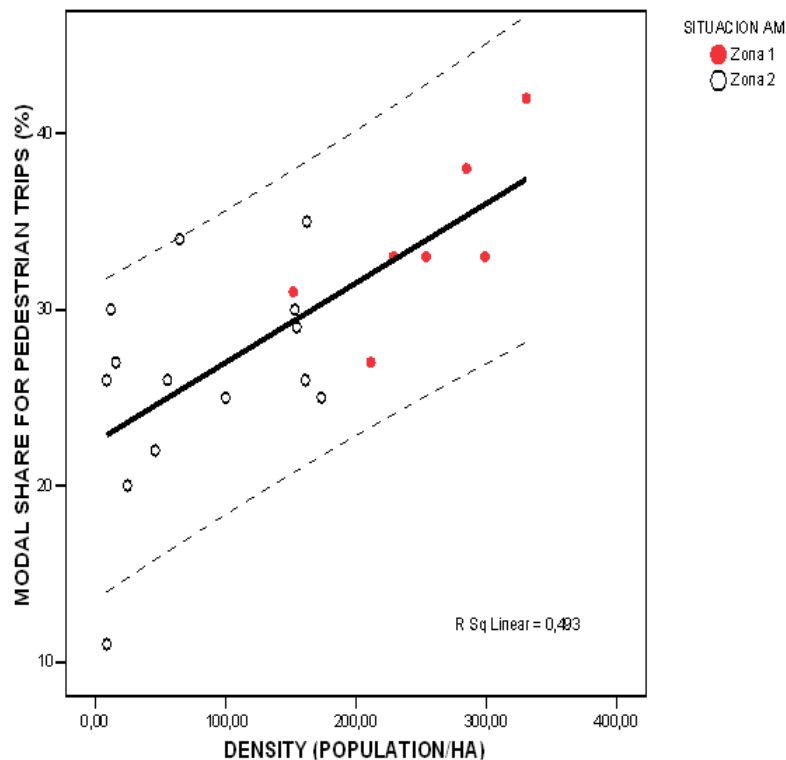


Figura 39. Correlación (r^2) entre reparto modal peatonal y densidad (habitantes/Ha), para los 21 distritos del municipio de Madrid (zona 1 + zona 2).

Por concluir con los resultados que ofrecen mayor correlación en esta primera fase, cabe decir que cuando se agrupan las zonas a nivel de distrito, la correlación con el índice de viajes peatonales, la que daba mejores resultados en zonas y barrios se pierde, pero mejora la correlación ($r^2=0,402$) con el reparto modal, que no era tan relevante en los niveles de agrupación inferiores.

Pero todavía queda por explicar el funcionamiento del resto de zonas, como la 4 y por ver si el resto de desagregaciones (por origen-destino-internos y por motivos), pueden añadir nueva luz a las relaciones densidad-mezcla de usos y viajes peatonales.



3.4. Investigación sobre Los atropellos y su relación con la trama urbana (IE-12)

El objetivo de esta investigación es establecer la influencia de los rasgos urbanísticos en la ocurrencia de atropellos a peatones.

a. Datos obtenidos

Sobre las características de los accidentes, inicialmente se obtuvo un listado de atropellos años 2003-2006 de todos los registrados por la Policía Municipal de Madrid, conteniendo una cantidad limitada de datos sobre los que figuran en los partes que realiza la Policía "in situ" y que básicamente eran lugar, fecha, hora, distrito, heridos y muertos en el atropello (ver anejo 8).

Las características de este conjunto de datos son las siguientes:

- **Ámbito del estudio:** municipio de Madrid
- **Periodo considerado atropellos:** 2003-2006
- **nº accidentes:** unos 1.800 por años, unos 7.000 en total
- **Datos:**
 - Situación (calle y número o denominación de la intersección)
 - Fecha y hora en que ocurrió
 - Tipo: nº de heridos y nº de muertos

Además el Ayuntamiento ha admitido la posibilidad de permitir el acceso a los mencionados "partes de accidente de tráfico", a fin de completar la información.

Adicionalmente se obtuvieron los siguientes datos sobre la circulación de vehículos y peatones (Subdirección General de Movilidad, Ayuntamiento de Madrid, anejo 8):

- **Página Web movilidad y mapas IMDs y Velocidades**
- **Velocidad Media Diaria - 2003**
- **Intensidad Media Diaria – 2003-2004**

Dichos datos proceden de tres fuentes:

- a. Red de estaciones de aforo permanentes. Aprox. 90 espiras, 24 horas, 365 días.
Centro de gestión de la movilidad. **SOLO VEHÍCULOS**



- b. Informes semanales de aforos y estudio de Velocidades de Vehículos - aprox. 500 puntos, gomas (los suficientes para completar el mapa), de 7 a 22 h.
- c. Aforos manuales de intersecciones. Esquema sobre foto aérea, esquema resumen, Excel. DATOS DE PEATONES CRUZANDO, incluyendo cruces ilegales.
 - Propios. Unos 60 por año, se realizan a demanda para proyectos, obras, etc. Facilitaron listados 2005-2007.
 - Contratados (CEDISER). Listados de 2002-2007.

Hay que aclarar que los aforos de tráfico peatonal se realizan normalmente en intersecciones y se hacen conjuntamente con los de vehículos. Por ello no están distribuidos de una forma adaptada a los accidentes y atropellos, sino en función de las necesidades del plano de IMDs de la Subdirección General de Movilidad. Por el contrario se refieren a los pasos de peatones, por tanto son los flujos que atraviesan las vías no las que van a lo largo de las mismas, lo que si resulta especialmente interesante para un estudio de atropellos.

Además el Ayuntamiento ha facilitado dos interesantes estudios específicos sobre peatones y atropellos:

- Estudio sobre la circulación Peatonal en Madrid 2000
- Estudio para la disminución de la accidentalidad peatonal en el entorno urbano de Madrid – FASE I – “Análisis y diagnóstico de la situación Actual (dic. 2003)” – (Informe impreso)

b. Metodología

¿Cuáles pueden ser los indicadores que describan mejor las forma urbana en su relación con los atropellos, o accidentes con peatones?. Tras la recopilación y el estudio de la información disponible, se desarrollo el diseño inicial de la investigación específica.

Lo primero fue identificar las variables potencialmente significativas, tanto en el grupo de variables del entorno y la morfología urbana, el campo de interés de esta investigación específica, como en el resto de campos (socioeconómicos, entorno físico, variables personales, etc.).

Desde el punto de vista del entorno:

- Anchura de calzada: en metros, en número de carriles

- Calzada: con bulevar, sin bulevar
- Anchura de acera: sin acera, con acera, (en metros, por umbrales)
- Longitud total: en metros, por umbrales
- Geometría: recta, otra
- Sentidos de circulación: doble, único
- Bandas de aparcamiento: sin aparcamiento, con una banda (batería, ángulo, línea), con dos bandas
- Orejas en cruces: si, no
- Regulación: semaforizada, sin semaforizar (con cebras, sin cebras)

Otros posibles parámetros a considerar son la hora, diurno-nocturno, proporción acera/calzada, ancho total, etc.

Desde el punto de vista de otras variables no urbanísticas, el estudio del Ayuntamiento de Madrid sobre atropellos (2003), incluía su propia relación de variables relevantes en el caso de Madrid. De acuerdo con ella, la variable fundamental era la intensidad media diaria de tráfico rodado, pero además había otras relevantes, según la siguiente gráfica y por orden decreciente, la cercanía a paradas de bus, a aparcamiento en línea, en esquina, quiosco próximo, acceso a parking/garaje, boca de metro, eran las fundamentales mientras que otras similares resultaban menos relevantes: aparcamiento en batería, colegio próximo, señal de peligro, de límite de velocidad y parada de taxi.

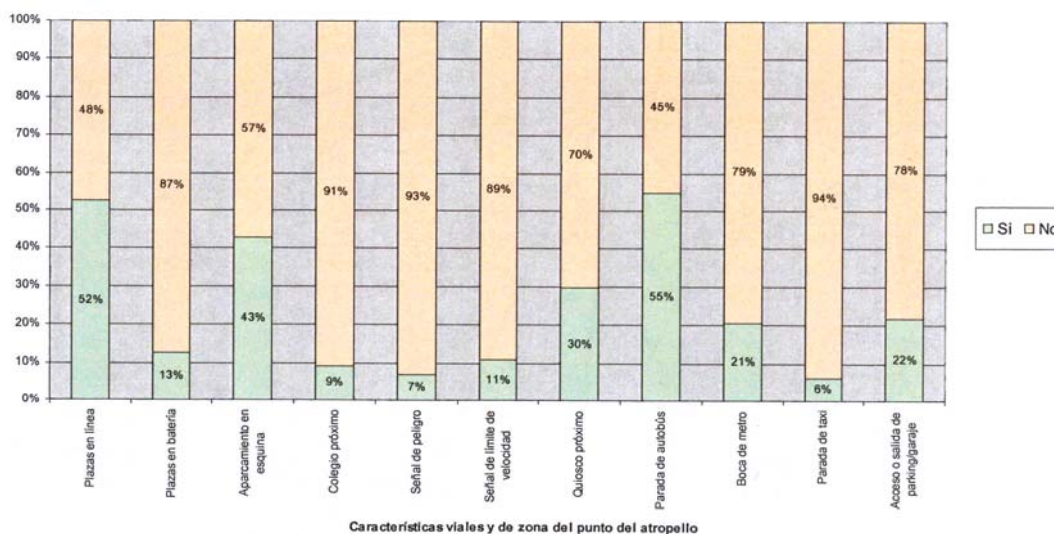


Figura 40. Características viales y de zona del punto del atropello - Fuente: Estudio para la disminución de la accidentalidad peatonal en el entorno urbano de Madrid – FASE I – “Análisis y diagnóstico de la situación Actual (dic. 2003)”



Sin embargo es notable que mientras casi todas se refieren a usos o acondicionamientos en o junto a la vía pública, apenas ninguna hace referencia a elementos definidos en el planeamiento urbanístico, que son el objetivo del presente trabajo.

La conclusión es que aunque dichas variables no vayan a ser el objetivo específico de esta investigación, será necesaria controlarlas a fin de llegar a conclusiones fiables.

En todo caso se consideró que el dato de tráfico peatonal era el crítico a la hora de relativizar cualquier influencia de la morfología. Pero existía un problema para realizar una investigación estadística con las variables seleccionadas: si bien se conocen los lugares donde el atropello ocurre, no en todos ellos había datos peatonales, excepto en los que, por azar, existían aforos del Ayuntamiento.

Dadas la gran cantidad de casos (más de 7.000 accidentes) y las dificultades descritas, se adoptaron los siguientes criterios para desarrollar la investigación:

- El primero fue concentrarse en aquellos puntos que tuvieran un muerto o al menos dos accidentes, a fin de reducir la aleatoriedad de las ocurrencias y la influencia de factores ajenos al lugar.
- El segundo fue analizar en aquellos puntos los rasgos urbanos que pudieran tener relación con el tráfico peatonal:
 - Anchos de calle, calzada y aceras, tipos de bandas de aparcamiento en todos los lugares que contaran con datos peatonales
 - Estudiar lo que se denomina retranqueo especial de los edificios en intersección aguda, otro aspecto de la morfología que pudiera ser relevante, dado que hace que el factor visibilidad sea muy desfavorable.

Para confirmar esta segunda hipótesis sobre la importancia de estos retranqueos se propone comparar la frecuencia de los atropellos en intersección normal, cercana a la ortogonalidad, con estas intersecciones agudas.

Además se eligió el año 2006 para un primer análisis, a fin de realizar un ensayo metodológico. Con los criterios anteriores, del total de atropellos de 2006, 1.795 accidentes, se obtuvieron 25 puntos con accidentes fatales y un total de 61 puntos donde ocurrieron al menos 2 atropellos, lo que daba un primer universo de 86 puntos a estudiar.

Al cruzar los puntos con repetición de accidente con la existencia de aforos peatonales, la cifra se rebajaba a un total de 7 puntos, que fueron analizados mediante fichas, las cuales se presentaron a expertos asesores del proyecto para comentarios y orientaciones a la investigación, según los ejemplos que se reproducen abajo.

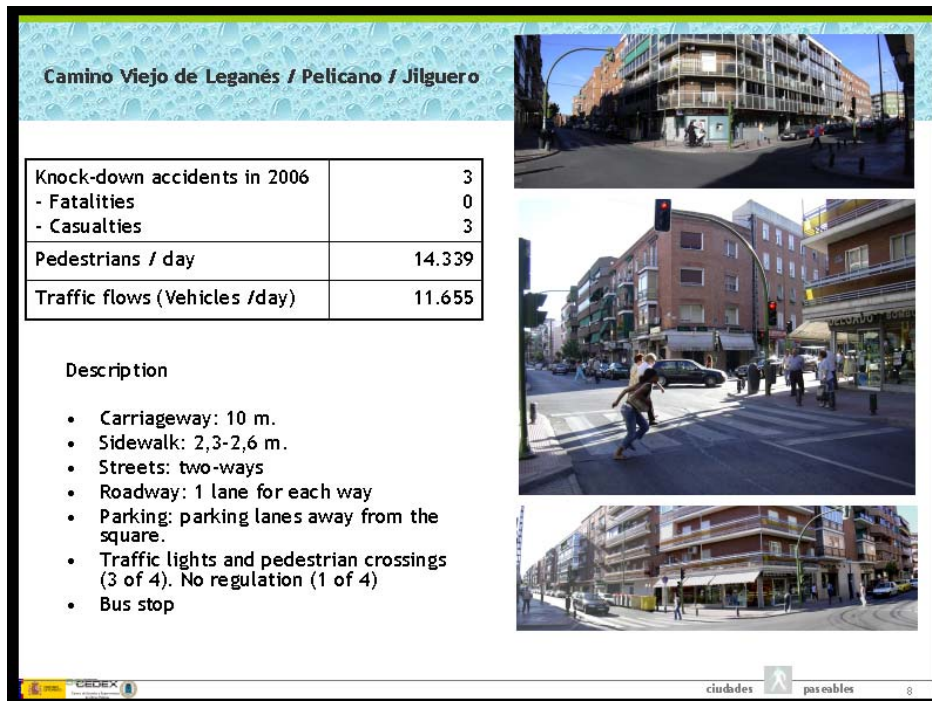


Figura 41. Ficha de puntos con dos o más atropellos (2006) - Esquina Camino Viejo de Leganés - Calle Pelicano / Calle Jilguero Fuente: Propia - Estudios de campo.

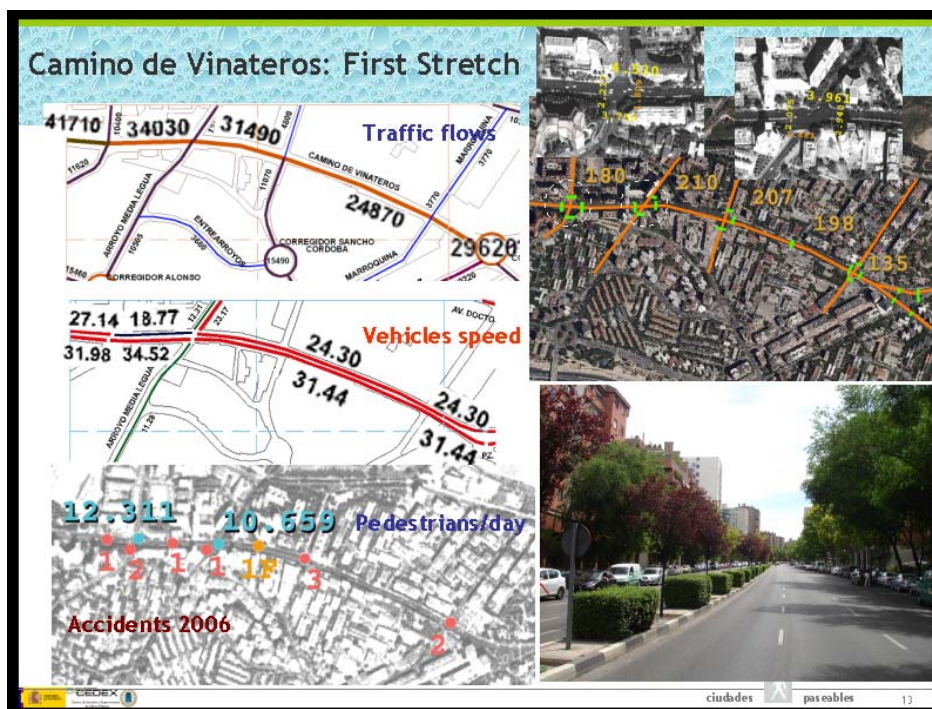


Figura 42. Ficha los puntos con dos o más atropellos (2006) - Camino de Vinateros - Primer Tramo - Fuente: Propia - Estudios de campo.

Además se realizó un primer análisis de las 50 calles donde había aforos peatonales ese año (tuvieran o no accidentes), comparándolas con los siete casos estudiados en campo. Dicha comparación ofrece un primer indicio interesante, respecto a la relación entre atropellos con la cantidad de peatones al día y la anchura de la acera.

En efecto, comparando lo que se podrían denominar “puntos blancos” (donde hay aforos pero no ocurren accidentes) con los “puntos negros” (donde si ocurren), se nota que hay una cierta tendencia a que los atropellos se den en general en lugares con escaso tráfico peatonal (intensidades menores de 5.000 peatones / día), y parecen ser más independientes del ancho de la acera.

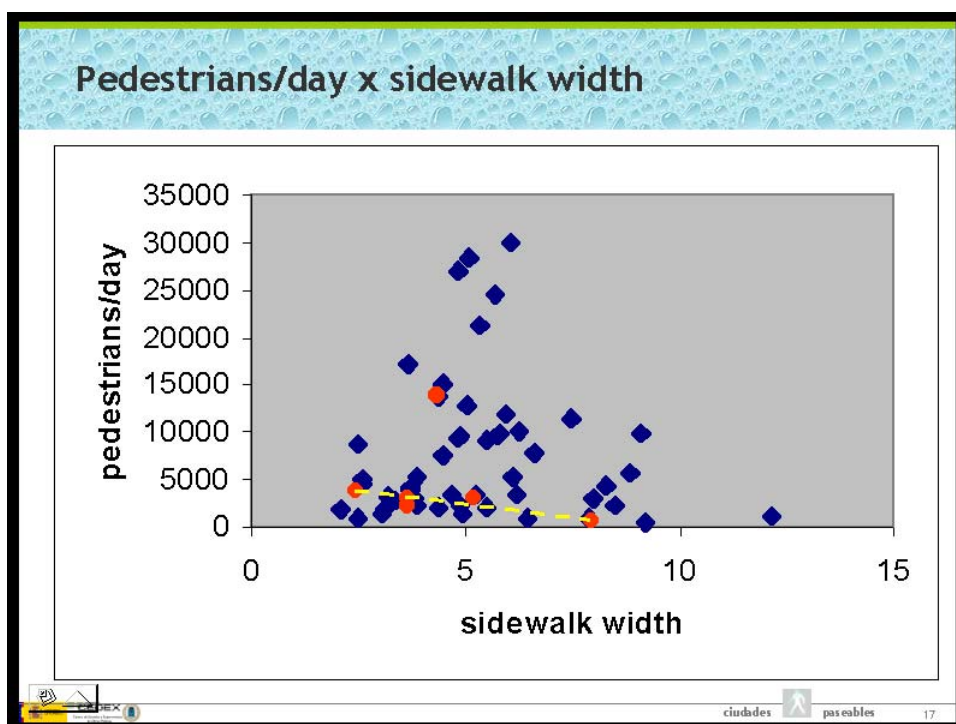


Figura 43. Relación entre Peatones/día y anchura de la acera en puntos donde hubo muerte o doble o más atropellos con sólo heridos (2006) - Fuente: Propia - Estudios de campo.

Sin embargo es necesario subrayar que se trata tan solo de un indicio, y que para llegar a ser una conclusión éste debe ser comprobado con datos suficientes en el futuro.

Por otra parte esta primera aproximación mostró la necesidad de conocer con precisión la localización de los accidentes en los cruces porque si bien en los tramos están perfectamente identificados con el nombre de la calle y el nº de policía, en los cruces no es posible establecer con el listado disponible, ni el lugar (acera o calzada), ni siquiera en cual de las calles de la intersección ocurrió. Este dato se puede extraer de los "Partes de accidente" de Policía Municipal, que incluyen un croquis para poder localizar el punto concreto y por tanto poder relacionarlo tanto con las características morfológicas de una determinada calle de la intersección como con el tráfico de esa misma vía y no de las otras.

Además se puso de manifiesto la importancia que tienen otros factores igualmente incluidos en el parte de accidente como la luminosidad, circunstancias concurrentes (alcohol,), atmosféricos, regulación vía, estado vía, proximidad a centros públicos, etc.

También mostró la diferencia entre las ocurrencias en esquinas de las ocurridas en tramos de calle y la importancia no solo de los puntos donde se concentran los accidentes sino de algunos ejes problemáticos, como el de Camino de Vinateros visto anteriormente.



c. Primeros resultados

Se presentan a continuación las conclusiones que todavía con carácter preliminar, se han obtenido analizando los atropellos entre los años de 2003 a 2006 (hay un total de 7.058 accidentes de tráfico clasificados como atropellos en el periodo). Como quedó establecido en el punto anterior, el primer filtrado del listado fue identificar los puntos en los que los accidentes tuvieron mayor gravedad, bien por dar lugar a muertes bien por repetirse, que son los siguientes:

- 111 atropellos con muerte, de los cuales 2 registraron dos muertos en cada accidente y en 4 puntos se repitieron accidentes fatales.
- 1.831 puntos donde hubo al menos dos casos

Ello totaliza un universo de 1.946 casos. De ellos se apartaron las ocurrencias de carácter urbano de las que ocurrieran en autovías, carreteras o en espacios amplios como Merca-Madrid, el complejo del aeropuerto de Barajas, o la estación de Chamartín, entre otros.

Por tanto resultaron finalmente un total de 93 atropellos con muerte y unos 1.709 puntos con dos o más atropellos, totalizando a 1.802 casos, que componen la base de datos analizada.

Como primer resultado de la investigación se han identificado lo que se podrían denominar puntos críticos de la accidentabilidad peatonal en Madrid, aquellos lugares en los que a lo largo de los cuatro años, 2003-2006 han ocurrido al menos cuatro accidentes (uno al año como media) o un muerto. En el gráfico siguiente se diferencian los que tuvieron muertos (tonos rojos) de los que tuvieron heridos (tonos azules).

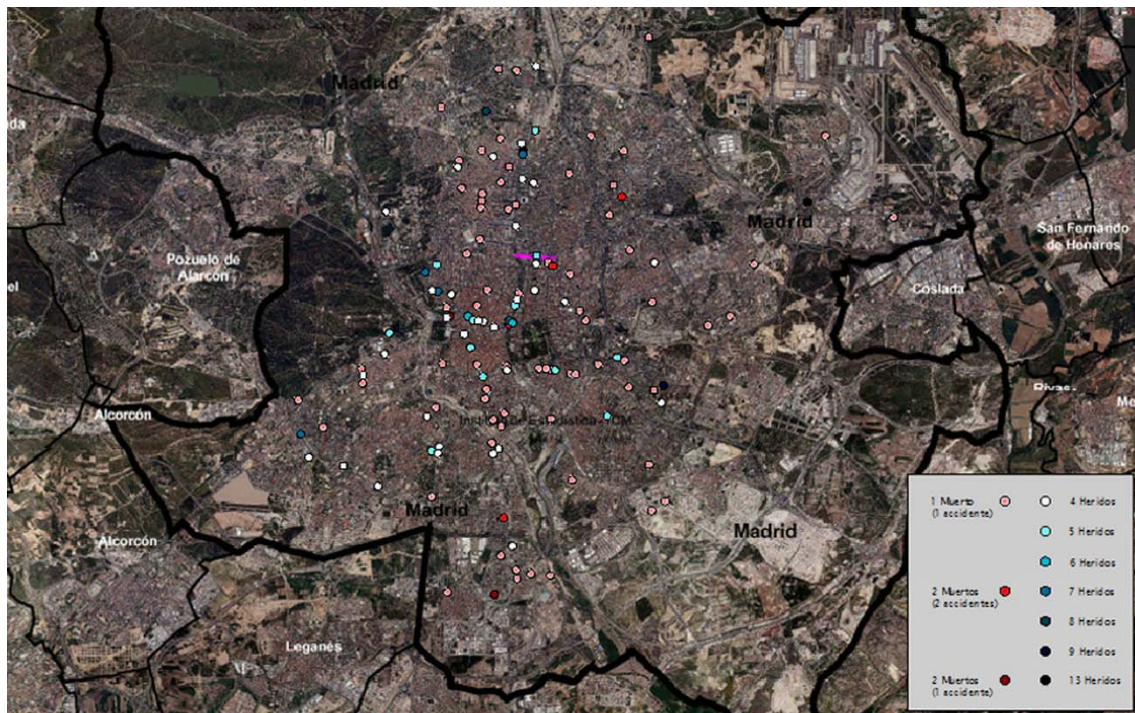


Figura 44. Puntos críticos de la accidentabilidad peatonal en Madrid, donde ocurrieron al menos 4 atropellos o muertes en el periodo 2003-2006. Fuente: Base de datos de accidentes del Ayuntamiento de Madrid y elaboración propia.

A continuación, se dividió la base en los sucesos ocurridos en esquinas y los que tuvieron lugar en los tramos de las manzanas. Hay que tener en cuenta que las intersecciones son los lugares donde normalmente se dan la mayor parte de los cruces de calzada y en su mayoría cuentan con regulación (paso de peatones, semaforización, glorieta, etc.), mientras que los cruces en tramos muchas veces no cuentan con regulación.

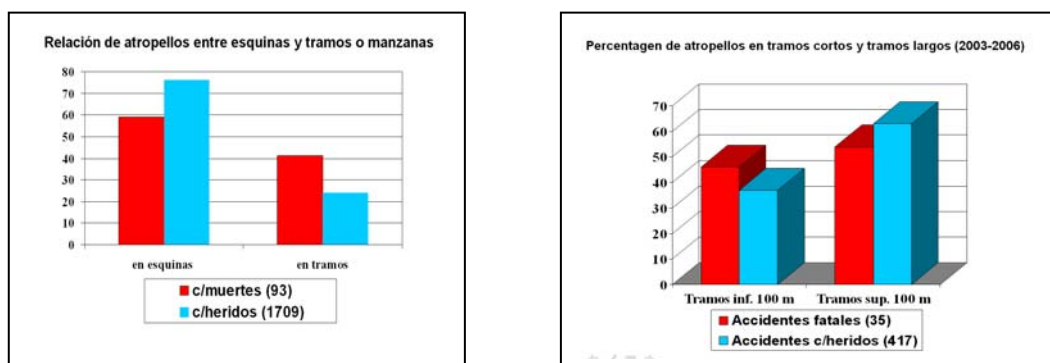


Figura 45. Relación de atropellos entre esquinas y tramos (izquierda) y Relación entre atropellos ocasionados en tramos cortos (inferiores o iguales a 100 m) y tramos largos (por encima de los 100 m de longitud). Fuente: Propia.



Los primeros análisis de estos datos, revelan lo siguiente:

- Se observa que los atropellos ocurren en mayor número en esquinas que en tramos, en números absolutos, pero que los acaecidos en tramos parecen, proporcionalmente, más graves.
- Respecto a los ocurridos en tramos, la segunda gráfica muestra que es en los tramos largos (más de 100 metros de longitud de la manzana), donde ocurren más atropellos, mientras que, por el contrario, la gravedad parece mayor en los tramos cortos.

Sin embargo queda todavía por establecer alguna relación que permita contrastar la proporción de cruces en esquinas con los realizados en tramos, para confirmar que en efecto, la primera alternativa, la más usual son las esquinas, que es donde están los semáforos, los pasos cebra, en fin, toda la regulación y es por donde se debe cruzar la vía, quedando la segunda alternativa, la menos usual, precisamente donde ocurre la imprudencia y el atropello. Para solventar esta dificultad, se van a recabar datos del sistema de información geográfica del que dispone la Unidad de Concesiones del Área de Obras y Espacio Urbano del Ayuntamiento de Madrid.

d. Trabajo futuro

A fin de orientar el trabajo, además de estas primeras pruebas y resultados se ha contado con las aportaciones de los expertos. Una primera consideración a tener en cuenta, según Tim Stonor, que confirma lo visto más arriba es que la regulación de los cruces pueden influir más que las longitudes y anchos de aceras, manzana, etc. (*Diseñar los pasos de cebra de una manera adecuada debería ser un punto clave en la investigación*).

Este experto consideró también muy importante incluir en el proyecto el factor tiempo, pues cada espacio es distinto según la hora del día que consideremos. (*La misma calle puede abarcar extremos muy alejados en cuanto a nivel de peatones, vehículos y prácticamente de todo*). Por tanto no utilizar medias sino el flujo a una determinada hora del día. También sugirió eliminar de la muestra los accidentes que se debieran indudablemente a otras causas (embriaguez, etc.).

Respecto a los comentarios de Alfonso Sanz, dicho experto realizó una importante distinción conceptual entre riesgo (percentual, percibido) y peligro (objetivo, medible) y sugirió la posibilidad de estudiar la percepción del riesgo en una muestra de gente cruzando indebidamente.

Por tanto, para estudiar al primer grupo de accidentes, los que ocurren en intersecciones, se ha realizado un listado de las intersecciones en las que existen aforos peatonales y donde hubo atropellos, para contrastar concretamente el flujo (en el lugar y la hora de la

ocurrencia), con el parte del accidente respectivo, y sus informaciones complementarias, como luminosidad, factores atmosféricos, características de la vía, situación enclave, superficie de la vía, la proximidad a centros públicos, etc. Se pretende con eso, reproducir la atmósfera en el momento que ocurrió cada uno de los atropellos, para que se pueda comprobar la existencia o no de influencia de las variables urbanas en los accidentes.

Este enfoque lleva a una reducción de la muestra hasta 900 accidentes, que se puede considerar aleatoria pues los lugares de los aforos no siguen una pauta clara sino las necesidades del mapa de aforos y de las obras que tienen lugar en la ciudad, por lo que incluirá lugares con uno, dos o más accidentes y que como ligero sesgo podría dejar fuera las calles con menor tráfico. Pero en este punto existe una dificultad instrumental que es la de tener acceso a tantas partes de tráfico en el Ayuntamiento, por lo que se está valorando alguna manera adicional de reducir la muestra.

Finalmente está previsto realizar trabajo de campo adicional en las intersecciones a seleccionar por su especial significación, a la manera del análisis por fichas realizado anteriormente.

En el caso de los retranqueos especiales en esquinas, se va a buscar en el universo total de los 7.058 accidentes tipo atropello, en el grupo esquinas, aquellas donde los cruces tengan un ángulo mayor que 105° o inferior a 75° , y evaluar su relación respecto al total de accidentes y también intentar comprobar cual es el porcentaje de ocurrencias de la situación en ámbitos donde ocurren y en lo ámbito general de Madrid.

Para el segundo grupo, los atropellos ocurridos en tramos, se prevén dos líneas de trabajo:

- a. La consideración de su concentración en ejes, identificando dichos ejes por distritos. Ello se orienta a estudiar el tejido urbano que discurren las calles donde se concentran los accidentes, para desde esa relación establecer no solo la proporción entre manzanas cortas y manzanas largas sino el tipo de tejido (orgánico, bloque abierto, manzana cerrada, etc.) y su época y ver hasta que punto puede estar relacionado con las ocurrencias.

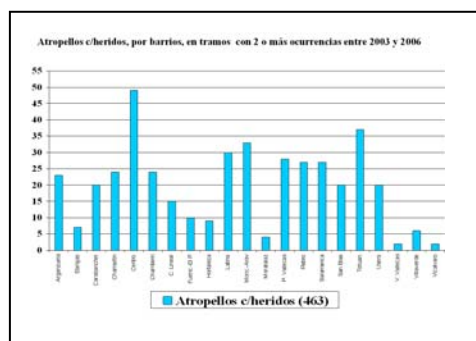
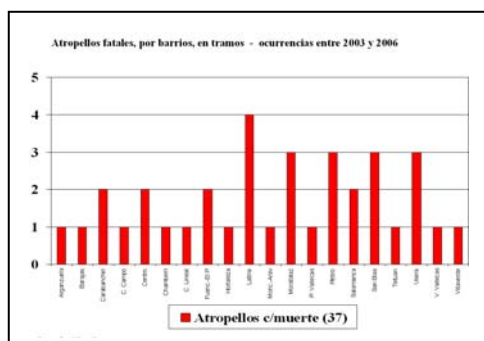




Figura 46. Atropellos en tramos, por distritos (a izq. con muertes y a der. con sólo heridos). Fuente: Propia.

- b.** Para el resto de puntos en tramos recoger en aquellos con dos o más accidentes en tramos (452 ocurrencias), todas las variables morfológicas previstas; además de la longitud del tramo, la anchura de la calle, la anchura de la calzada, la anchura de la acera y el tipo de la banda de aparcamiento (si hay o no).

En el caso de los accidentes en tramos existe una dificultad con los aforos peatonales. Dado que el Ayuntamiento los hace sistemáticamente en intersecciones y no en tramos, no se puede contar con el dato de cuantas personas cruzan en los tramos, por lo que solo se consideraran de forma secundaria.



4. Programa y estado de los trabajos

4.1. Programa de trabajo propuesto

En primer lugar conviene recordar el planteamiento metodológico de la investigación que se planteaba en los siguientes objetivos y fases:

- **Objetivo A: Influencia de las variables urbanísticas en la movilidad peatonal**

Fase I: Identificación de las variables urbanísticas significativas, mediante revisión bibliográfica.

Fase II: Estudio de la información disponible sobre la influencia de cada variable e identificación de lagunas de conocimiento existentes.

Fase III: Diseño de investigaciones específicas para cubrir las lagunas de conocimiento en cada variable o por grupos de variables.

Fase IV: Desarrollo de las investigaciones específicas.

Fase V: Elaboración de las conclusiones parciales y globales sobre la incidencia de los rasgos urbanístico-arquitectónicos en la movilidad peatonal.

- **Objetivo B: Redacción de unas recomendaciones para la práctica urbanística y arquitectónica.**

Fase VI: Revisión de las recomendaciones existentes

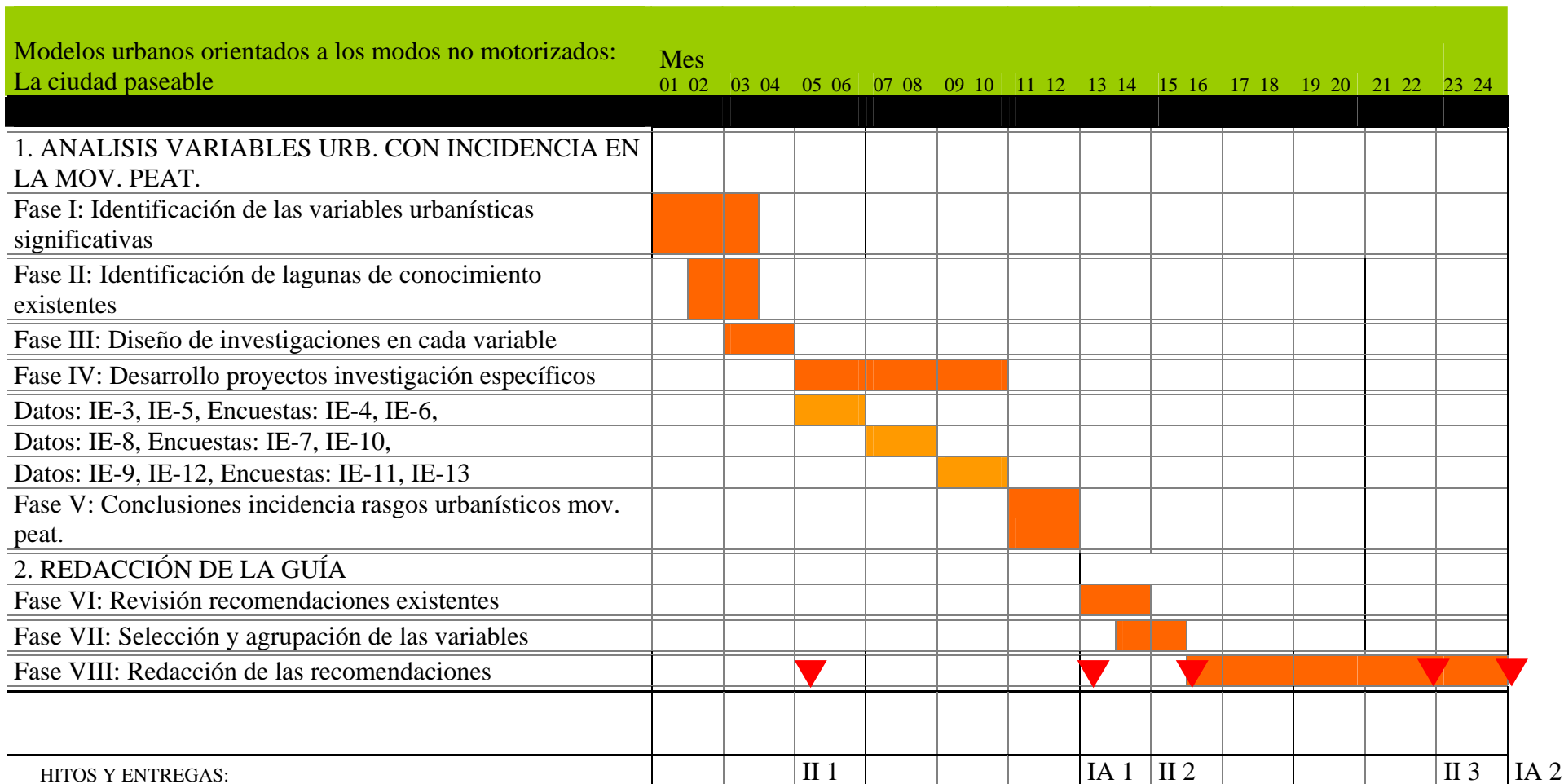
Fase VII: Selección y agrupación de las variables y prácticas susceptibles de tratamiento genérico.

Fase VIII: Redacción de las recomendaciones.

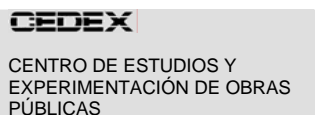
De acuerdo con el programa de trabajo aprobado, dichas fases tenían previsto el cronograma que se ve en la página siguiente



Cuadro 2. Cronograma propuesta proyecto investigación



Modelos urbanos orientados a los modos no motorizados: LA CIUDAD PASEABLE



4.2. Tareas de seguimiento y coordinación del proyecto

Se han realizado las reuniones de coordinación preceptivas, de acuerdo con lo previsto en las bases reguladoras, siempre con la asistencia de los coordinadores del proyecto.

Igualmente se han entregado los correspondientes informes bimestrales sobre la marcha del proyecto, informes que han sido aceptados por los coordinadores.

Se ha solicitado un cambio en el presupuesto aprobado, cambio que ha sido aceptado por el CEDEX.

Finalmente decir que se ha celebrado la primera reunión del grupo de expertos asesores externos, con Tim Stonor y Alfonso Sanz, cuyas principales valoraciones se resumen a continuación. A pesar de lo previsto y por cuestiones de agenda, queda pendiente la segunda de las reuniones del grupo, con el profesor danés Jan Gehl

4.3. Valoración del grupo de expertos externos

Además de las propias conclusiones parciales de los trabajos en curso ya expuestas, la primera sesión del grupo de expertos con Tim Stonor de Space Syntax y Alfonso Sanz de GEA 21 (ver anejo 3), han sido muy positivas en relación a las propuestas iniciales de investigación y han servido para evaluar la marcha de los trabajos, con los siguientes resultados:

Enfoque de la investigación:

- Se alabó lo ambicioso del proyecto pero se realizaron dos valoraciones diferenciadas:
 - Tim Stonor lo sancionó en sus líneas generales
 - Alfonso Sanz, por el contrario, discrepo doblemente, primero respecto a la opción de discretizar el problema de investigación en una multiplicidad de variables y también respecto al intento de aislarlas de los factores socioeconómicos.

Las variables:

- Respecto a las variables propuestas (TS):
 - TS estuvo de acuerdo con la elección de los grupos de variables relevantes, con algunos matices en general tendentes a buscar una mayor agregación (tres grupos en vez de siete).
 - La importancia relativa entre esos tres grupos sería según este asesor: trazado urbano > usos del suelo > interfaz urbano



- De acuerdo con su experiencia, TS priorizó las siguientes:
 - en general las variables morfológicas o de conectividad que sugirió denominar “spatial configuration” (que se traducirá como “trazado urbano”)
 - el comercio en relación al tráfico peatonal
- Respecto a las variables propuestas (AS):
 - Dos grandes grupos de “variables urbanas”:
 - Aspectos de fondo de la configuración del modelo de movilidad (densidad, mezcla y distribución de usos, y otras como compacidad)
 - Aspectos finales del proceso de construcción de la ciudad (morfología, configuración de las calles, paisaje viario, relación espacio público-espacio privado, etc.).
- Respecto a otras posibles variables a investigar TS
 - TS propone considerar
 - Cuestiones bioclimáticas y sombra
 - Variaciones a lo largo del día
 - Seguridad percibida
 - Considerar los otros cuatro sentidos y en particular el ruido
 - Salud
 - AS dice que, en conclusión, todo el conjunto de “variables urbanas” (de fondo o de configuración final) se puede considerar que contribuyen a las posibilidades de la movilidad peatonal, pero por encima de ellas hay que considerar el marco social, político, institucional y económico.

Cuestiones metodológicas generales:

- Se puso de manifiesto la conveniencia de (TS):
 - o contar con muestras suficientes
 - o optar por recoger datos que se refieran a preferencias reveladas, frente a las preferencias declaradas (encuestas)
 - o cuidar las interacciones de las variables
 - o trabajar con muestras seleccionadas que dejen fuera los casos que correspondan a otras variables
 - o y en lo posible, utilizar los datos precisos según hora del día o momento del año, en vez de datos agregados
- AS opta por una aproximación desde las necesidades sociales y personales, que se traduce en accesibilidad (el foco más en las personas que en los viajes).
- AS pone de manifiesto la importancia de medir en las unidades adecuadas (ejemplo de densidad de comercio en San Chinarro o de densidad de Empleo – mezcla de usos en Torrejón, ninguna de las cuales es favorable al peatón)

IE01: Desvíos

- Atención a lo escaso de la muestra en el caso de las variaciones por tipología residencial



IE02: Atractivos

- Se realizó una revisión de los pares de imágenes utilizadas, poniéndose de manifiesto la necesidad de retocar algunas de ellas

IE03 y 05: Densidad y Mezcla de usos

- No generó comentarios relevantes

IE06. Mezcla de usos en zonas de empleo

- Se sugirió mirar viajes de los empleados a la hora de la comida

IE08. Morfología

- La importancia del “movimiento de paso” lo que llama el “interfaz global-local” y de los denominados interfaces “por fricción”

IE12. Atropellos

- Conveniencia de analizar casos realmente relacionados con la morfología dejando fuera aquellos que tengan claramente razones distintas, como el estado de embriaguez, que no deben ser incorporados a la estadística
- Cree que otros factores como la regulación semafórica o el diseño de los pasos de cebra, pueden ser más importante que las características morfológicas (al no penetrar los vehículos en las aceras, el problema surge cuando el peatón atraviesa la calzada. Ésa es la primera consideración a tener en cuenta: afecta mucho más a los accidentes las cualidades de los cruces que las longitudes y anchos de aceras, manzana, etc.)
- No considera útil trabajar con las medias diarias. Un accidente se produce en situaciones muy concretas, puntuales en el tiempo, de intensidad, velocidad de los coches, etc.
- Hay que considerar también a los que, realizando la misma acción, no les pasó nada (puntos “blancos”)

Por tanto se puede concluir que su aportación ha suscitado algunos temas que necesitan una reflexión, la cual se inicia y desarrolla en el apartado siguiente.

4.4. Adecuación de las investigaciones previstas

Una vez conocido el estado del arte, el grado de avance de los trabajos, su programa y la valoración de los expertos, y una vez obtenidas las primeras valoraciones de los aspectos a estudiar según las investigaciones preliminares IE-01 (desvíos) e IE-02 (atractivos), es posible examinar la concordancia entre la importancia de las variables por un lado y el contenido de las investigaciones específicas inicialmente previstas por otro.

Cuadro 3. Adecuación de las investigaciones previstas a la relevancia de las variables

<i>VARIABLES</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>RELEVANCIA* SEGÚN ESTUDIOS, EXPERTOS E INV.</i>	<i>INVESTIGACIONES PREVISTAS</i>
Densidad	Población	LITERATURA E. **	IE-03, IE-04
	Empleo	LITERATURA E.	IE-03
	Viviendas	LITERATURA E.	IE-03
	Población+empleo	LITERATURA E.	IE-03
Mezcla de usos	Relación empleos/residencia	LITERATURA E.	IE-05, IE-06, IE-07
	Comercio/residencia	LIT. E. + TS + IE01 + IE02	
	Todos los usos	LITERATURA E.	
Trazado urbano	Densidad de intersecciones	LITERATURA E.	IE-08
	Superficie manzana	LITERATURA E.	IE-08
	Proporción tramas reticulares	LITERATURA E.	IE-08
	Conectividad	LIT. E. + TS + IE01	IE-08
Distribución y accesibilidad usos generadores	Todos los viajes	LIT. E. + AS + IE01	
	A empleos	LIT. E. + AS	
	A comercio	LITERATURA E.	
	A parques o áreas libres	LITERATURA E.	
	A estación de tren	LITERATURA E.	
Configuración espacio urbano	Tipo tejido	LITERATURA T.	IE-02
	Proporción sección transversal	LITERATURA T.	IE-02
Interfaz edificación - vía pública	Usos en planta baja	LITERATURA T. + IE02	IE-02, IE-10
	Accesos	LITERATURA T. + IE02	IE-02, IE-11
Geometría y acondicionamiento vía pública	Pendiente	LIT. EMPIRICA + IE01	IE-01
	Acera	LIT. EMPIRICA + IE01 + IE02	IE-02, IE-09
	Calzada	LITERATURA T.	IE-13, IE-09
	Bandas de aparcamiento	LITERATURA T.	IE-02, IE-09
	Mediana	LITERATURA T.	IE-02, IE-09
	Arbolado y acondicionamiento	LITERATURA T. + IE01	IE-02

* “Literatura e.”: según los estudios empíricos consultados, “Literatura t.”: según las principales referencias teóricas, “TS”: según experto asesor Tim Stonor, “AS”: según experto asesor Alfonso Sanz, “IE-01”: según la investigación específica realizada sobre desvíos en itinerarios peatonales, “IE-02”: según la investigación específica realizada sobre los atractivos para el desplazamiento peatonal

** Elevado número de estudios empíricos con resultados positivos



De esta manera es posible avanzar los principales temas pendientes para la “Ciudad Paseable”, a la espera de la celebración de la segunda sesión con el grupo de expertos:

- Respecto a la variable “Mezcla de usos”, la importancia de considerar el comercio de proximidad junto con medidas de todos los usos y no solo de los empleos
- En lo referente a la variable “Distribución y accesibilidad usos generadores”, cuya importancia ha sido puesta de manifiesto tanto por la literatura como por parte de Alfonso Sanz, existe una evidente ausencia de la misma en la programación inicial.
- Finalmente, en cuanto a la “Geometría y acondicionamiento de la vía pública”, destaca la cuestión de la pendiente, que aparece como muy importante en la literatura y la de la sombra, y de momento no está suficientemente representada.

Además, metodológicamente, de la revisión de los expertos destaca lo siguiente:

- Ante la discrepancia sobre si desagregar o no el estudio en tantas variables, una posible solución sería utilizar modelos estadísticos multivariante.
- Considerar la necesidad de:
 - Ante la sugerencia de aumentar la muestra, en especial en la IE-01, en la incidencia de la tipología residencial en el modo de desplazamiento de los estudiantes, y puesto que la IE-01 se había planteado como una investigación preliminar, cabe también analizar esta cuestión en alguna de las investigaciones pendientes.
 - Utilizar datos de preferencias reveladas (conteos), frente a las preferencias declaradas (encuestas). Puede ayudar a replantear las investigaciones pendientes tales como IE-06, IE-07, IE-09 e IE-10
 - Vigilar las interacciones de las variables. De nuevo las técnicas multivariante pueden ayudar.
- Valorar la aproximación al problema desde las necesidades sociales y personales. Ello se puede traducir en medidas de accesibilidad no considerando tanto viajes como personas y en dar mayor importancia a la consideración del nivel socioeconómico.

Otras de las lagunas detectadas en la revisión bibliográfica es que los estudios realizados no suelen considerar suficientemente la situación en relación al área o aglomerado urbano ni las características de movilidad peatonal por grupos sociales. En el siguiente cuadro se revisan las investigaciones previstas en este estudio, según su localización en el área metropolitana, constatándose que este factor si se ha considerado.

Cuadro 4. Adecuación investigaciones previstas a su localización

	Localización AM		
	Centro	Periferia densa	Periferia difusa
IE-01. Desvíos	x	x	x
IE-02. Atractivos		x	
IE-03. Densidad	x	x	x
IE-04. Densidad y v. escolares		x	x
IE-05. Mezcla de usos	x	x	x
IE-06. Mezcla de usos y empleo		x	x
IE-07. Mezcla usos y residencia		x	x
IE-08. Morfología urbana	x	x	x
IE-09. Tipo de viario		x	x
IE-10. Configuración planta baja		x	
IE-11. Usos planta baja		x	
IE-12. Accidentes	x	x	x
IE-13. Grandes vías	x	x	

Por el contrario, parece claro que en la programación efectuada se ha dado una importancia menor a la consideración específica de la incidencia de los rasgos urbanísticos en los distintos grupos en relación con la actividad: niños, estudiantes, ocupados, parados, labores del hogar y jubilados.

4.5. Ajuste de los trabajos al programa previsto

El avance de los trabajos se ha podido ver en los tres primeros capítulos de este informe. En síntesis y como estaba programado, las cuatro primeras fases han dado comienzo, y su estado es el siguiente:

Fase I: Identificación de las variables urbanísticas significativas, mediante revisión bibliográfica.

- La revisión bibliográfica está concluida en sus aspectos principales, si bien queda pendiente incorporar las referencias que vayan apareciendo en las investigaciones específicas y las que han aportado los expertos

Fase II: Estudio de la información disponible sobre la influencia de cada variable e identificación de lagunas de conocimiento existentes.

- En este informe se ha realizado ya la lista provisional de variables significativas pendiente de la segunda reunión con los expertos
- Además, la influencia de las variables, tanto de las de entorno urbano como de lo que se han denominado variables interpuestas (medio físico, marco socioeconómico, condiciones y preferencias del hogar y la persona), ha sido valorada mediante la literatura y las lagunas junto con los problemas metodológicos han sido identificadas en el segundo capítulo de este informe.

Fase III: Diseño de investigaciones específicas para cubrir las lagunas de conocimiento en cada variable o por grupos de variables.

- Sobre las investigaciones comenzadas, ya se ha comentado su diseño en el capítulo 3. También se ha descrito el trabajo pendiente de realizar.
- Además en el apartado anterior se incluyen las consideraciones a tener en cuenta en el diseño de las que no se han comenzado.

Fase IV: Desarrollo de las investigaciones específicas.

- El programa preveía que, en el momento actual, estuvieran empezadas y acabadas las siguientes investigaciones:
 - IE-01. Desvíos, IE-02, Atractivos
 - IE-03. Densidad, IE-05 Mezcla de Usos
 - Encuestas: IE-04. Densidad y estudiantes, IE-06. Mezcla de usos y empleados
- Además debían estar en marcha las siguientes
 - IE-08. Morfología.



- Encuestas: IE-07. Mezcla de usos y residencia, IE-10. Configuración planta baja

El estado de las investigaciones específicas en la actualidad es el siguiente:

- IE-01. Desvíos, comenzada. De acuerdo con las recomendaciones de los expertos parece conveniente aumentar la muestra para llegar a conclusiones firmes sobre la relación entre tipología residencial y elección modal, en el caso de viajes a la escuela, aunque quizás fuera más lógico, dado el carácter exploratorio de las dos primeras investigaciones, abordar con todo el rigor este aspecto en alguna de las investigaciones pendientes, en concreto en la IE-09.
- IE-02, Atractivos, comenzada. De acuerdo con las recomendaciones de los expertos, está pendiente tanto modificar algunas de los pares de imágenes, como realizarla en varias de las escuelas previstas.
- IE-03. Densidad, IE-05 Mezcla de Usos, comenzada. Tras un largo periodo para conseguirlos, se dispone de todos los datos necesarios de la Encuesta Domiciliaria de Madrid 2004 (EDM04). Además se ha cubierto parte de su primera fase, y el trabajo está claramente encauzado.
- IE-04. Densidad y estudiantes, IE-06. Mezcla de usos y empleados, IE-07. Mezcla de usos y empleados. Sin comenzar.
- IE-08. Morfología, planteada con mayor ambición que en la propuesta inicial, gracias a las aportaciones del experto asesor Tim Stonor.
- IE-10. Usos en planta baja. Sin comenzar.
- IE-12. Accidentes, comenzada aunque no prevista inicialmente. Metodológicamente compleja, se ha realizado un considerable esfuerzo para lanzarla, que se puede observar en el capítulo 3 de este informe. Uno de los asesores externos aconseja ampliarla realizando encuestas de percepción del riesgo.

Respecto a la IE-04. Densidad y movilidad de estudiantes, cabe decir que el diseño de investigación final de la IE-01 Desvíos (encuesta de acceso+mapa de residencia estudiantes+estudio de desvíos), incluye información sobre las formas y modo de acceso a la escuela (903 encuestas) y sobre el lugar de residencia de los alumnos. Ello unido a la información disponible en la EDM04 hace que su necesidad sea cuestionable.

Respecto a las investigaciones IE-06. Mezcla de usos y empleados, IE-07. Mezcla de usos y empleados, que totalizaban junto con la anterior 1.200 encuestas, el problema es similar al descrito para la IE-04, su necesidad queda en cuestión una vez conocida la calidad y extensión de los datos de la EDM04.

Por el contrario, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos se debe valorar la posibilidad de considerar el grupo social en relación de la actividad, o la de una aproximación al problema desde las necesidades sociales y personales. Ello se puede traducir en medidas de accesibilidad no considerando tanto viajes como personas.



Respecto a otras variables que de acuerdo con la valoración efectuada más arriba, se quedaron fuera, se puso de manifiesto la importancia para los desplazamientos peatonales del comercio en la mezcla de usos y de la sombra y la pendiente en el apartado de acondicionamientos de la vía pública.

Por otra parte, siguiendo esta mismas recomendaciones, en concreto las de integrar variables y además las tendencias detectadas en la literatura hacia los métodos cuantitativos y estadísticamente complejos, se plantea la posibilidad de recurrir a técnicas estadísticas multivariante, utilizando los datos de densidad (IE-03), mezcla de usos (IE-05), morfología (IE-08) y datos socioeconómicos como la motorización, con la base de la Encuesta Domiciliaria de Madrid 2004 y sus zonas de transporte.

Como conclusión principal del presente informe sobre el desarrollo de los trabajos, se puede decir que la descripción de los mismos ha puesto de manifiesto tanto lo interesante de los primeros resultados como la complejidad de los mismos y la gran cantidad de posibilidades que se abren en cada uno de ellos. Varios de los artículos revisados en la literatura internacional se basan en enfoques similares a los propuestos en algunas de las trece investigaciones de este estudio. El proceso seguido, en particular la revisión por el grupo de expertos asesores, resulta sin duda positivo por las aportaciones que supone y por el control de calidad añadido, pero implica una gran exigencia para los trabajos, al obligar a replantear algunos de ellos. Ello pone en cuestión el cronograma previsto, sobre todo si no se quiere ahogar el desarrollo de las investigaciones específicas, ya que, para cumplirlo, éstas deberían estar listas en el mes de noviembre.

Por tanto se propone el siguiente cronograma en el que básicamente se alarga la fase de desarrollo de las investigaciones previstas tres meses más, hasta febrero de 2008. Ello es posible pues la redacción de la guía, en sus fases iniciales, se puede desarrollar simultáneamente y existía cierto margen para las fases finales que se puede aprovechar.

Cuadro 5. Propuesta de modificación del cronograma del proyecto

	2007												2008														
	01	03	05	07	09	11	13	15	17	19	21	23	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24			
1. ANALISIS VARIABLES URBANÍSTICAS																											
Fase I: Identificación variables urbanísticas significat.	█																										
Fase II: Identificación de lagunas conocimiento		█																									
Fase III: Diseño de investigaciones en cada variable			█																								
Fase IV: Desarrollo proyectos investigación específic.				█																							
Fase V: Conclusiones incidencia rasgos urbanísticos							█																				
2. REDACCIÓN DE LA GUÍA																											
Fase VI: Revisión recomendaciones existentes																					█						

