



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica
Superior de Ingeniería
de Caminos, Canales y
Puertos



TRABJO DE FIN DE MASTER

Análisis de capacidad y nivel de servicio en la red de itinerarios peatonales por distritos: Aplicación a la calle Colón, Valencia

Presentado por

Alexia LOUISE

Por la obtención del

Master Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

Curso: 2017/2018

Fecha: junio 2018

Tutor: Tomás Ruiz Sánchez



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos
Máster en Transporte, Territorio y Urbanismo

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Análisis de capacidad y nivel de servicio en la red de itinerarios peatonales por distritos: Aplicación a la calle Colón, Valencia

Autor
Alexia LOUISE

Tutor
Tomás RUIZ SÁNCHEZ

*Trabajo publicado con la autorización del autor
No olvidar citar este trabajo*

Junio 2018

Agradecimientos

La realización de este Trabajo de Fin de Máster (TFM) fue posible gracias a la ayuda de varias personas a quien me gustaría expresar mi gratitud.

En primer lugar, quiero agradecer a Tomás RUIZ SÁNCHEZ, tutor de este Trabajo de Fin de Master por su paciencia, su disponibilidad y sus consejos a lo largo de la realización de este trabajo. Su ayuda me permitió alimentar mi pensamiento y encontrar soluciones a los problemas que pudieron ocurrir.

De igual forma, deseo agradecer a Marie QUINQUIS de la startup Qucit, por haber considerado mi trabajo y por haber tomado el tiempo necesario para discutir de las herramientas que propone esta startup.

A Audrey MINOTON, ingeniera en estudios de precios de la empresa SOGEA por su ayuda y su pedagogía al explicarme el funcionamiento de la elaboración de presupuestos.

Me gustaría también expresar mi gratitud a los amigos y colegas que me han ayudado a terminar este trabajo y que me han aportado sus apoyos morales.

Resumen

El presente Trabajo de fin de Máster se dedica al análisis de capacidad y de nivel de servicio de un tramo definido de la Calle Colón en Valencia. Esta calle es parte de la red de itinerarios establecida por el Ayuntamiento. En consecuencia, se propone estimar la capacidad peatonal del tramo y comprobar su potencial ante los flujos peatonales observados. Con las políticas actuales de fomento de la movilidad, parece legítimo interesarse sobre los desplazamientos de los peatones sobre todo en la Calle Colón, calle de Valencia conocida por su carácter comercial. Teniendo en cuenta este último, congestiones y sensaciones de incomodidad pueden aparecer. Cabe recordar que esta calle conoce periodos de alta afluencia en temporada de rebajas o festivos. Estimar el potencial de uno de sus tramos permite entender los eventuales problemas de movilidad y prever, en su caso, soluciones de mejora.

Se define un tramo, de longitud y características conocidas. Dado el límite de los recursos disponibles y la consideración de un solo tramo de estudio, se supone varios supuestos para el buen desarrollo del trabajo. Se estudia solamente el margen derecha del tramo considerado, así como las intersecciones que le delimitan. En el estudio, no se toma en cuenta los cruces ilegales fuera de la zona permitida, aunque existen.

Para la representación de los flujos de peatones en día laborables y festivos: se considera días tipos por intervalo de medida con el fin de figurar estos días, en sus horas vacías y horas puntas.

Los flujos de vehículos necesarios al cálculo de la capacidad y nivel de servicio peatonal se toman de los aforos disponibles en la Web del Ayuntamiento de Valencia.

La determinación de la capacidad y del nivel de servicio del tramo considerado se hace siguiendo la metodología del *Highway Capacity Manual* de 2010 del National Research Council (Estados Unidos de América). Este método describe paso a paso el proceso permitiendo determinar la capacidad de una calle en términos de peatones. Tras un trabajo de aforos, cuyas hipótesis se plantean anteriormente, se proporciona los flujos de viandantes útiles a los cálculos de capacidad y del nivel de servicio (medida cualitativa de las condiciones de circulación).

El conocimiento de esta medida incita, en su caso, a la mejora de la movilidad peatonal. En este sentido, se estudia dos soluciones para más comodidad en los desplazamientos de los viandantes. La primera propuesta consiste en una reordenación del espacio urbano mientras que la segunda trata de una medida actual integrada en la dinámica de las ciudades inteligentes de hoy en día.

Palabras claves

Movilidad; peatón; comodidad; capacidad; nivel de servicio; calle Colón

Abstract

The present end-of-master project is dedicated to the analysis of capacity and level of service of a defined segment of Colón street in Valencia. This street is part of the itinerary network established by the City Hall. Consequently, it is proposed to estimate the pedestrian capacity of the section and check its potential against the observed flows of pedestrians. With the current policies of mobility, it seems reasonable to be interested in the displacements of pedestrians, especially in Colón street, street known in Valencia for its commercial nature. Given the latter, congestions and feelings of discomfort may appear. It is useful to remember that this street knows periods of high affluence in sales or holiday season. Estimate the potential of one of the section of this street, allows understanding the possible mobility problems and foresee, if necessary, improvement solutions.

A section, length and known characteristics, is defined. Given the limit of available resources and the consideration of a single section of study, several assumptions are made to the proper development of the work. Only the right margin of the considered section is studied, as well as the intersections that delimit it. In the study, illegal crossings outside the permitted area are not considered, although they exist.

For the representation of pedestrian flows on working days and week end: typical days are considered by interval to include their empty and peak hours.

The vehicle flows required to calculate the pedestrian capacity and level of service are taken from the available data on the Valencia City Hall website.

The determination of the capacity and level of service of the considered section is done following the methodology of the Highway Capacity Manual of 2010 of the National Research Council (United States of America). This method describes step by step the process allowing to determine the pedestrians capacity of a street. After fieldwork, whose hypotheses are presented above, the pedestrian flows useful for calculations of capacity and level of service (qualitative measurement of traffic conditions) are provided.

Appreciation of this measure encourages, where appropriate, the improvement of pedestrian mobility. In this perspective, two solutions are studied for more comfort in the displacements of pedestrians. The first solution consists of a reordering of the urban space while the second deals with a current action integrated in the dynamics of the smart cities of today.

Keywords

Mobility; pedestrian; comfort; capacity; level of service; Colón street

Índice

Agradecimientos	5
Resumen	7
Abstract	9
Lista de tablas.....	13
Lista de ilustraciones	15
1. Introducción.....	19
2. Alcance del trabajo.....	21
2.1. Descripción del problema	21
2.2. Alcance y limitaciones	22
3. Objetivos	23
3.1. Objetivos generales.....	23
3.2. Objetivos particulares.....	23
4. Movilidad peatonal: Estado del arte.....	23
4.1. El peatón.....	23
4.1.1. Definición del peatón.....	23
4.1.2. Espacio físico requerido	24
4.1.3. Velocidad de los peatones	26
4.1.4. Vulnerabilidad del peatón	28
4.2. Movilidad Peatonal.....	29
4.2.1. Motivos de la marcha a pie.....	29
4.2.2. Normativa.....	31
4.2.3. Medidas e iniciativas	41
4.3. Capacidad y Nivel de Servicio.....	43
4.3.1. Nivel de Servicio A	44
4.3.2. Nivel de Servicio B	44
4.3.3. Nivel de Servicio C	44
4.3.4. Nivel de Servicio D	44
4.3.5. Nivel de Servicio E	44
4.3.6. Nivel de Servicio F	45
4.4. Glosario temático	45
5. Metodología a emplear	47
5.1. Trabajos de campo	47
5.2. Metodología de análisis: el Highway Capacity Manual, 2010	50
6. Itinerario peatonal objeto del estudio	73
6.1. Definición del tramo considerado.....	73

6.2.	Composición del tramo	74
6.3.	Reportaje fotográfico	77
7.	Trabajos de campo	80
7.1.	Aforos de peatones.....	80
7.2.	Resultados obtenidos	82
7.3.	Tráfico rodado	89
8.	Análisis de la situación actual: Diagnóstico.....	91
8.1.	Determinación de la velocidad libre del peatón.....	91
8.2.	Determinación del espacio peatonal medio requerido.....	92
8.3.	Determinación de la demora del peatón en intersecciones	93
8.4.	Determinación de la velocidad de viaje peatonal	94
8.5.	Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal de la intersección 95	
8.6.	Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal del segmento ..	103
8.7.	Determinación del factor de dificultad de cruce de la carretera	104
8.8.	Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal del tramo	105
9.	Tendencia general de la movilidad peatonal	107
9.1.	Plaza del Ayuntamiento	107
9.2.	Calle Jorge Juan y Isabel La Católica	109
9.3.	Previsión general.....	110
10.	Propuesta y evaluación de medidas para la mejora de la movilidad peatonal	111
10.1.	Propuesta 1: Ampliación del ancho efectivo de la acera y reducción de la velocidad del tráfico rodado.....	111
10.2.	Propuesta 2: Mejora de la movilidad informando el viandante: el concepto de <i>PeaMap</i> 115	
10.3.	Elección de la propuesta a aplicar.....	124
11.	Conclusión.....	127
12.	Referencias	129
	PLANOS	143
	Plano 1: Configuración general del tramo de estudio	145
	Plano 2: Configuración de la intersección entre la Calle Colón y la Calle Roger de Llória	147
	Plano 3: Propuesta 1: Ampliación de la acera-Configuración general del tramo de estudio	149
	ANEXOS.....	151
	Anexo 1: Distancias medidas en la calle	153
	Anexo 2: Capturas de pantalla de la tabla Excel utilizada para los cálculos	155

Lista de tablas

<i>Tabla 1: Dimensiones básicas del espacio necesario para viandantes, (Ayuntamiento de GETAFE, 2007)</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2: Resumen de los condicionantes de la velocidad de los peatones (Alduán, 2016)</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3: Factores de ajuste de la velocidad de flujo libre base (National Research Council (United States of America),2010).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 4: Demora debida a los vehículos que giran (National Research Council (United States of America),2010)</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 5: Variables para la puntuación del nivel de servicio peatonal (National Research Council (United States of America), 2010).....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 6: Umbrales de niveles de servicio peatonales (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 7: Umbrales de la puntuación del NS de la intersección con el nivel de servicio correspondiente (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 8: Propiedades de los subtramos definidos en cuanto al mobiliario urbano (Fotografías: © Google Maps,2017)</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 9: Aforos de peatones en el segmento realizados en días laborables, ordenados según la hora de medida</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 10: Aforos de peatones en las intersecciones realizados en días laborables, ordenados según la hora de medida</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11: Aforos de peatones en el segmento realizados en días de fin de semana, ordenados según la hora de medida</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 12: Repartición de los flujos de tráfico en la zona de estudio- IMD- marzo 2018</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 13: Umbrales de la puntuación del NS de la intersección con el nivel de servicio correspondiente (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 14: Umbrales de niveles de servicio (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 15: Resultado del análisis de nivel de servicio para cada tramo</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 16: Porcentaje de población en zonas urbanas (Europa Press, 2018) (http://www.europapress.es/sociedad/noticia-asi-creceran-grandes-ciudades-espanolas-proximos-anos-20160202114408.html).....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 17: Nivel de servicio según el incremento del número de peatones en el tramo de estudio.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 18: Espacio peatonal medio requerido según los metros de ampliación de la acera</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 19: Evolución de la puntuación del nivel de servicio Ip, seg según la velocidad limite autorizada</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 20: Puntuación del nivel de servicio del tramo Ip, seg según la reducción de la intensidad del tráfico rodado y la velocidad</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 21: Pliego de precios descompuestos para la estimación del presupuesto de la ampliación de la acera (basándose en los precios realizados en Francia)</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 22: Escala de medida de las distancias</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 23: Dimensiones de las aceras y del mobiliario urbano</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 24: Distancia entre los elementos del mobiliario</i>	<i>154</i>

Lista de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Plan de aforo peatonal en el casco de la ciudad (Ayuntamiento de Valencia, 2013)</i>	21
<i>Ilustración 2: Calle Xàtiva durante las Fallas (http://www.lasprovincias.es/fallas-valencia/valencia-completo-fallas-20180318004938-ntvo.html)</i>	22
<i>Ilustración 3: Calle Colón en un festivo de apertura (http://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2015/11/27/5658370f268e3ede418b461d.html)</i>	22
<i>Ilustración 4: Elipse del cuerpo del peatón considerada para el espacio requerido para caminar (National Research Council (United States of America),2000)</i>	24
<i>Ilustración 5: Espacio peatonal de paso requerido (HCM,2000)</i>	25
<i>Ilustración 6: Espacio físico requerido, (NZ Transport Agency, 2009)</i>	25
<i>Ilustración 7: Dimensiones de la planta proyectada por un varón adulto, un niño, personas en silla de ruedas (autónomas o empujada por otra), carrito infantil empujado por otra persona, persona sentada y persona con paraguas (Alduán, 2016)</i>	26
<i>Ilustración 8:Relación entre la velocidad del peatón y la densidad de peatones, (HCM,2000)</i>	27
<i>Ilustración 9:Probabilidad de muerte de un peatón en atropello según la velocidad del vehículo, Bonanomi 1990. (Pozueta et al.,2013)</i>	28
<i>Ilustración 10: Distritos de la Ciudad de Valencia con las barreras a la movilidad peatonal destacadas. © Found Valencia(http://www.valenciaproperty.news/es/eixample-informacion-sobre-este-barrio-de-valencia/)</i>	40
<i>Ilustración 11: Boletín periódico n°9 sobre el peatón en la ciudad de la asociación A PIE- verano 2013. (http://www.asociacionapie.org/apie/Numero9-web.pdf)</i>	42
<i>Ilustración 12: Post de Acera peatonal en Twitter denunciando los comportamientos en contra a la movilidad peatonal. © Acera Peonal. (https://twitter.com/AceraPeatonal/status/931185844630802432?ref_src=twsrc%5Etfw&ref_url=http%3A%2F%2Facerapeatonal.blogspot.com%2Fp%2Ffoto-denuncia.html)</i>	43
<i>Ilustración 13: Representación del nivel de servicio A</i>	44
<i>Ilustración 14: Representación del nivel de servicio B</i>	44
<i>Ilustración 15: Representación del nivel de servicio C</i>	44
<i>Ilustración 16: Representación del nivel de servicio D</i>	44
<i>Ilustración 17: Representación del nivel de servicio E</i>	44
<i>Ilustración 18: Representación del nivel de servicio F</i>	45
<i>Ilustración 19: Contador manual (https://www.amazon.fr/infactory-PE-5653-Compteur-manuel/dp/B008FIB3NW)</i>	47
<i>Ilustración 20: Detección de los viandantes con un programa de tratamiento de imagen (http://provizionph.com/analytics/)</i>	48
<i>Ilustración 21: Time-Lapse de una intersección (http://spacing.ca/toronto/2008/08/29/pedestrian-scramble-time-lapse/)</i>	48
<i>Ilustración 22: Sensores de radiación infrarroja (https://www.mobilservice.ch/fr/accueil/cas-pratiques/comptages-pietons-1310.html)</i>	49
<i>Ilustración 23: Carta de calor de la Plaza de Tournai según la frecuentación peatonal: (arriba) sábado por la mañana; (abajo) sábado por la tarde</i>	49
<i>Ilustración 24: Metodología de determinación del nivel de servicio peatonal de tramos urbanos</i>	51
<i>Ilustración 25: Ajuste de ancho para objetos fijos (HCM,2000)</i>	53
<i>Ilustración 26: Distancia de desvío</i>	61
<i>Ilustración 27: Metodología de determinación del nivel de servicio peatonal en intersecciones señalizadas</i>	64
<i>Ilustración 28: Configuración del paso de peatons D (National Research Council (United States of America),2010)</i>	66
<i>Ilustración 29: Configuración del paso de peatones C (National Research Council (United States of America),2010)</i>	66
<i>Ilustración 30: Representación de los pasos de peatones D y C (National Research Council (United States of America),2010)</i>	68

<i>Ilustración 31: Representación de los movimientos de vehículos (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	69
<i>Ilustración 32: Representación de los movimientos de los vehículos (National Research Council (United States of America), 2010)</i>	72
<i>Ilustración 33: Ubicación del tramo de estudio en su entorno ©Google Maps, 2017</i>	73
<i>Ilustración 34: Zoom sobre el tramo de estudio, ©Google Maps, 2017</i>	74
<i>Ilustración 35: Propuesta de división del tramo en subtramos © Google Maps,2017</i>	75
<i>Ilustración 36: Reportaje fotográfico del tramo de estudio (A. LOUISE,2018)</i>	78
<i>Ilustración 37: Distribución horaria de los flujos de peatones en el entorno del Corte Inglés (Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013)</i>	80
<i>Ilustración 38: Distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan en el segmento de estudio por intervalo de 15 minutos</i>	83
<i>Ilustración 39: Denominación de los flujos en la intersección (A. LOUISE, 2018)</i>	84
<i>Ilustración 40: Distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos</i>	85
<i>Ilustración 41: Detalle de la distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos según su dirección.</i>	86
<i>Ilustración 42: Distribución horaria en el día de fin de semana tipo del número de peatones que viajan en el segmento de estudio por intervalo de 15 minutos</i>	87
<i>Ilustración 43: Distribución horaria en el día de fin de semana tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos</i>	88
<i>Ilustración 44: Detalle de la distribución horaria en el día de fin de semana tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos según su dirección.</i>	88
<i>Ilustración 45: extracto del mapa de intensidades de tráfico en días laborables -marzo 2018 (Ayuntamiento de Valencia, 2018)</i>	89
<i>Ilustración 46: Repartición de los flujos de tráfico (veh/h) en la intersección</i>	90
<i>Ilustración 47: Representación del nivel de servicio D</i>	106
<i>Ilustración 48: Observación del nivel de servicio según el espacio peatonal en función de la intensidad de flujo peatonal</i>	106
<i>Ilustración 49: Peatonalización provisional de la Plaza del Ayuntamiento (El Mundo,2017)</i> <i>http://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2017/10/26/59f0e5f746163f9b428b463b.html</i>	108
<i>Ilustración 50: Presentación de la Plaza del Ayuntamiento tras el proyecto de peatonalización, con la zona peatonalizada en naranja (Valencia Plaza, 2017)</i> <i>http://valenciaplaza.com/valencia-anuncia-la-peatonalizacion-de-parte-de-la-plaza-del-ayuntamiento</i>	108
<i>Ilustración 51: Conexiones directas entre la Plaza del Ayuntamiento y la Calle Colón: (1) Passeig Russafa; (2) Calle Roger de Llòria; (3) Calle de les Barques (Google Maps,2017)</i>	109
<i>Ilustración 52: Propuesta de zona peatonal entre la Calle Isabel La Católica y la Calle Jorge Juan (El Mundo, 2018)</i> (<i>http://www.elmundo.es/grafico/comunidad-valenciana/2018/04/17/5ad4eff746163f73748b4645.html</i>)	109
<i>Ilustración 53: Pantalla del sondeo geolocalizado en móvil- Comfort Predict © Qucit</i> (<i>https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkkQe2Soy8RYIILjcwcl16l3x</i>)	117
<i>Ilustración 54: Visualización cartografica de los niveles de sentimientos: (1) Nivel de comodidad en la estación de tren Aix-en-Provence, (2) Nivel de estrés en la estación de tren Aix-en-Provence © Qucit</i> (<i>https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkkQe2Soy8RYIILjcwcl16l3x</i>)	118
<i>Ilustración 55: Filtración de los resultados según el sexo y la edad- Comfort Predict © Qucit</i> (<i>https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkkQe2Soy8RYIILjcwcl16l3x</i>)	118
<i>Ilustración 56: Plaza de la Nación (Le Parisien, 2017)</i> <i>http://www.leparisien.fr/paris-75012/demolition-party-sur-les-trottoirs-de-la-place-de-la-nation-14-04-2017-6855150.php</i>	119
<i>Ilustración 57: Modelo contextual de los niveles de estrés experimentado por los peatones en la plaza de la Nación en Paris © Qucit</i> (<i>https://qucit.com/les-apports-de-lanalyse-predictive-des-comportements-humains-a-la-creation-de-villes-plus-agreables-a-vivre/</i>)	120
<i>Ilustración 58: Logo de la propuesta de la aplicación móvil PeaMap (A. LOUISE,2018)</i>	121
<i>Ilustración 59: Ejemplo de un mapa de Legible London © Flickr</i>	121

<i>Ilustración 60: Evaluación del sistema Legible London por los ciudadanos (Steer Davies Gleave, 2014)</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 61: Observación del nivel de servicio según el espacio peatonal en función de la intensidad de flujo peatonal</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 62: Propuesta de desarrollo de una aplicación móvil PeaMap para la movilidad peatonal</i>	<i>123</i>

1. Introducción

Tema muy reciente, la movilidad urbana se desarrolla cada vez más a lo largo del tiempo. Se define como el conjunto de desplazamientos de personas, mercancías en el entorno de la ciudad. El estudio de movilidad se refuerza con el tema de sostenibilidad que aparece hoy en día. En efecto se fomenta los modos alternativos y más sostenibles de transporte con las cuestiones ecológicas actuales. En la ciudad de Valencia, se define como objetivo de la movilidad urbana sostenible: “Un sistema de transporte que se oriente hacia las tres vertientes de la sostenibilidad, es decir, que sea sostenible económicamente, que minimice el impacto en el medioambiente y que ayude a la integración y equilibrio social” (Ayuntamiento de Valencia, 2013). Así, al leer el Plan de Movilidad Sostenible de Valencia, la importancia del peatón se destaca. Se estudia la oferta, el potencial de la ciudad o las características adecuadas para promover los desplazamientos a pie u otro, dado que la Dirección General del Tráfico precisa que “un peatón es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él.” (DGT, s.f.)

El peatón, que fue apartado durante mucho tiempo por el excito de los vehículos motorizados, se pone de nuevo al primer plano. Hay que recordar que la marcha a pie es la forma básica de desplazarse y es aquella que forma los espacios públicos, la ciudad, que la hace vivir. Varias obras presentan las ventajas de moverse a pie. Se percibe como un medio de transporte sostenible y saludable pero también una inversión equitativa socialmente hablando. El aspecto de aprovechamiento del suelo y descongestionante de este modo se nota también. Económicamente se presenta tal un modo favoreciendo la actividad de la ciudad.

“Por otra parte, es conocida la función de soporte al comercio y la actividad económica local que tiene la presencia de flujos de peatones, así como la importancia comercial de muchas calles y áreas peatonales”. (Pozueta et al., 2009)

Sin embargo, estos puntos positivos existen si el entorno facilita este tipo de movilidad. Los rasgos urbanos que influyen en la movilidad son numerosos (clima, topografía, características propias del peatón...) y entre ellos, la red peatonal y su acondicionamiento incide por seguro en la decisión de las personas de caminar. Las condiciones de densidades de flujos de peatones de la calle participan también en estos motivos. En efecto, si el peatón se cree importunado por el flujo de peatones, cambiará su itinerario o preferirá un modo diferente.

En algunas calles, como la Calle Colón, los flujos de peatones no se pueden negar tan son elevados a veces. La Calle Colón es una de las principales calles de Valencia. De un punto de vista comercial, es la más importante de la ciudad. Además, la estación de Colón es un nudo con una cantidad importante de viajeros en el metro de Valencia, operando en ella las líneas 3 y 5. De hecho, se puede suponer en aquella, flujos notables de peatones sobre todo durante los fines de semana y los festivos. Como mencionando anteriormente, la comodidad de la calle debe influir en los desplazamientos.

Este trabajo de fin de master propone una primera estimación de la capacidad y del nivel de servicio de una calle de la red de itinerarios peatonales de la ciudad de Valencia. Se entiende por nivel de servicio una medida calitativa de las condiciones de circulación que tiene en cuenta el efecto de varios factores (velocidad, tiempo de recorrido, seguridad, etc.). Para

juzgar de la calidad del flujo se propone una escala de seis niveles de A (flujo libre) a F (flujo forzado). En cuanto a la capacidad, se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una calle.

Para llevar a cabo este análisis, se estudiará el ejemplo de la Calle Colón en uno de sus tramos. La definición de este último se precisará a continuación.

El objetivo de este trabajo será:

- De estimar la capacidad y el nivel de servicio del tramo definido de la Calle Colón gracias a la metodología del Highway Capacity Manual (*Manual de Capacidad de Carretera*) de 2010 (HCM 2010).
- De evaluar el nivel de servicio de la calle ante los futuros flujos que pudieran aparecer, en particular con la influencia de posibles proyectos peatonales en la ciudad
- Proponer soluciones que permitirían descongestionar la calle sin comprometer el potencial comercial de la Calle Colón y manteniendo el objetivo definido por el Plan de Movilidad Sostenible de Valencia de “asegurar y potenciar que el peatón siga siendo el principal protagonista de la movilidad en la ciudad” (Ayuntamiento de Valencia, 2013).

2. Alcance del trabajo

2.1. Descripción del problema

Valencia es una de las ciudades más pobladas de España, por detrás de Madrid y Barcelona con una población de 787 808 habitantes (INE, 2017). La forma radial del municipio se constituye de varios ejes concéntricos de importancia relevante. La Ronda Interior, primer eje concéntrico, se desarrolló tras derribar la antigua muralla de la ciudad. Se conforma de las calles Guillem de Castro, Xàtiva, Puerta del Mar, Pintor López, Blanquearías y entre ellas la Calle Colón.

Antes de que los varios comercios actuales salpicaran esta calle, era, en los años 70, una arteria de doble sentido. Las tiendas de recambios de automóvil eran el negocio de referencia del tramo. Debido a su ubicación (ubicada en la localización de la antigua muralla), se percibía como una ronda que rodeaba el casco histórico. La llegada de El Corte Inglés cambió el espíritu de la calle. Se instalaron otros tipos de comercios, y el polo comercial de la ciudad se mudó de la avenida Barón de Cárcer a la Calle Colón.

En los años 90, el margen derecha de la calle se había convertido en el principal polo comercial de Valencia. Hoy en día, es una de las vías más comerciales de la ciudad. Por este carácter, ciertos periodos pueden aparecer incómodos a la circulación de viandantes sobre todo aquellos de festivos. En tanto de ejemplo, se toma la medida hecha por el indicador TC-Street que registra el tráfico peatonal en diversas ciudades de España. Se midió un pico de 15 590 peatones en la Calle Colón, en el sábado 6 de diciembre de 2014, día de la constitución e inicio del tiempo de la Navidad. Según Las Provincias, periódico de la Comunidad Valenciana “fue el récord de transeúntes de la arteria comercial valenciana durante el horario comercial -de 10 a 22 horas- “(Las Provincias, 2014).

La importancia de esta calle se destaca también en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia. Se hace mención de esta última, entre otros, por su volumen de viandantes tras aforos realizados.

El estudio del punto de vista del peatón puede aparecer insustancial, pero cabe recordar las medidas que debió imponer la ciudad de Madrid frente al volumen significativo de peatones durante el periodo de la Navidad con unas 30 000 personas en un día festivo (y un pico máximo de 38.172 personas). De hecho, se reguló los flujos mediante la instauración de calles en sentido único para aquellas habitualmente saturadas que son la del Carmen y Preciados.

Sabiendo las varias fases importantes de festivos que conoce la ciudad de Valencia, a saber : la Navidad, Las Fallas, Pascuas, las vacaciones de verano, el día de la comunidad valenciana, el día de la constitución... y la atracción que puede ocasionar eventos tal como la “Black Friday” u otras temporadas de rebajas, percatarse del interés de la



Ilustración 1: Plan de aforo peatonal en el casco de la ciudad (Ayuntamiento de Valencia, 2013)

caracterización de los flujos peatonales así como de la evaluación de la capacidad y del nivel de servicio permitiría prever y establecer planes y soluciones a implementar.

La tomada de decisión frente a un volumen importante de viandantes vale también por días laborables o de fin de semanas saturados por cualquiera otra razón. En efecto, huelgas o manifestaciones pueden ser explicaciones al crecimiento del flujo de peatones. Además, proponer soluciones a un problema tal como este último, puede simplemente incrementar la comodidad de una calle frecuentada.

El conocimiento del estado de la red peatonal, en este caso de un tramo de la Calle Colón permite identificar los puntos críticos que pueden necesitar algunos reajustes en la ordenación del espacio.

Dado que el tema de movilidad interactúa con varias otras materias que son el urbanismo, el planeamiento, el tráfico, etc., un estudio de movilidad se puede percibir como un paso previo a la reflexión sobre temas vinculados.



Ilustración 2: Calle Xàtiva durante las Fallas
(<http://www.lasprovincias.es/fallas-valencia/valencia-completo-fallas-20180318004938-ntvo.html>)



Ilustración 3: Calle Colón en un festivo de apertura
(<http://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2015/11/27/5658370f268e3ede418b461d.html>)

2.2. Alcance y limitaciones

El presente trabajo de fin de master se dedica a estudiar un tramo definido de la Calle Colón en la ciudad de Valencia. Se definirá a continuación el tramo escogido, pero cabe recordar que solamente se tendrá en cuenta el margen derecha de la calle Colón con las intersecciones presentes en este tramo. No se tomará en cuenta los cruces ilegales fuera de la zona permitida de cruce. Las medidas geométricas del ámbito de estudio se determinarán con los recursos disponibles, así como los aforos de peatones. De hecho, varias hipótesis serán puestas para la determinación de la capacidad y del nivel de servicio.

Dos soluciones para una mejor comodidad de la calle serán estudiadas en términos de mejora de capacidad y en términos económicos. Las soluciones a evaluar serán de tipo de ordenación de la calle y otro basándose en las innovaciones en el ámbito de la movilidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivos generales

El objetivo radica en un estudio de movilidad con el análisis de capacidad y nivel de servicio de una calle de la red de itinerarios peatonales de Valencia.

3.2. Objetivos particulares

La realización del objetivo general lleva a definir objetivos particulares para el progreso del trabajo. En consecuencia, se plantó los fines intermedios siguientes:

- Realizar aforos peatonales y analizar los resultados con la metodología del HCM 2010
- Identificar problemas de circulación actuales y futuros vinculados con las potenciales políticas de movilidad de la ciudad de Valencia
- Enumerar recomendaciones y estudiar soluciones posibles para estudios o proyectos posteriores

4. Movilidad peatonal: Estado del arte

4.1. El peatón

4.1.1. Definición del peatón

Para lograr una comprensión de este trabajo sin confusión, es necesario definir los términos y conceptos que se van a ser utilizados a lo largo del informe. El elemento principal de esta investigación es el peatón. Es el actor principal que condiciona todo el análisis. De hecho, características vinculadas al peatón son presentadas a continuación. Estas últimas son extraídas del Highway Capacity Manual de 2010 (National Research Council (United States of America)).

Como mencionada en la Introducción, la Dirección General del Tráfico precisa que “Un peatón es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él.” (DGT, s.f.)

La agencia de transporte de Nueva Zelandia define el peatón como “una persona que se moviliza “a pie” o que puede usar un aparato equipado con ruedas que no es un vehículo. Esta definición puede incluir a un caminante, a una persona que empuja un carrito, a una persona en skateboard, a una persona en silla de ruedas y un número variado de otros usuarios. La guía clasifica a los peatones en tres grupos: peatones a pie, con ruedas pequeñas y con movilidad reducida. (NZ Transport Agency,2009)

La terminología del peatón considera varios aspectos como la velocidad, el flujo... Para la determinación de la capacidad y del nivel de servicio, el Highway Capacity Manual de 2010 considera:

- *la velocidad promedio del peatón*: es la velocidad promedio de marcha de los peatones; expresada en pies por segunda (ft/s)
- *el flujo de peatones*: es el número de peatones pasando un punto definido por unidad de tiempo; expresado en peatones por 15 minutos (p/15min) o peatones por minutos (p/min)
- *el flujo de peatones por unidad de ancho*: es el flujo promedio de peatones por unidad de ancho de acera efectivo; expresado en peatones por minuto por pie (p/min/ft)
- *la densidad de peatones*: es el número promedio de peatones por unidad de área en la acera o área de espera; expresada en peatones por pies cuadrado (p/ft²)
- *el espacio peatonal*: es el área promedio destinado a cada peatón en la acera o el área de espera; expresado en pies cuadrado por peatón (ft²/p). Este término es más cómodo para analizar instalaciones peatonales.
- *el pelotón*: hace referencia al número de peatones que viajan juntos como grupo, ya sea voluntaria o involuntariamente por causas de señalización, geometría u otros factores.¹

4.1.2. Espacio físico requerido

En su movilidad, el peatón ocupa un espacio mínimo en sus desplazamientos que sea con un carrito, en silla de ruedas u otro. Así los manuales existentes proponen, mínimos para cada peatón en función de los objetos que este último utiliza y de sí mismo.

El HCM 2000 propone una caracterización del espacio personal del peatón. De hecho, se considera de manera básica que un peatón lambda ocupa un área de 0.30 m², tomando en cuenta una elipse de cuerpo de 0.60 metros por 0.50 metros. (Ilustración 4)

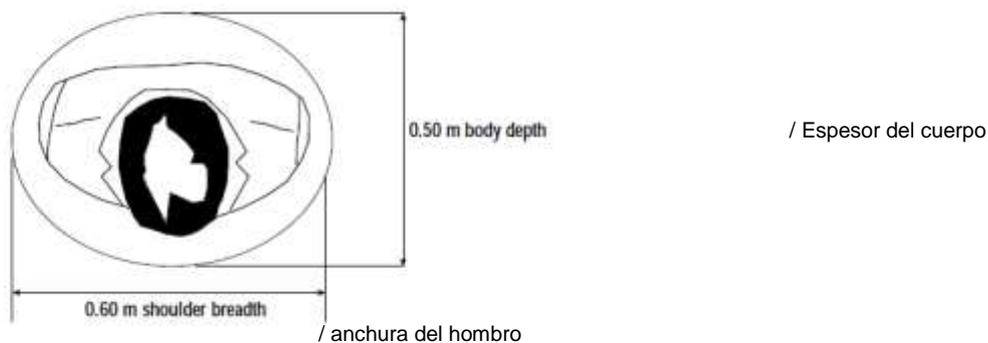


Ilustración 4: Elipse del cuerpo del peatón considerada para el espacio requerido para caminar (National Research Council (United States of America),2000)²

¹ Highway Capacity Manual, 2010 National Research Council (United States of America), 2000

² Chapter 11 Pedestrian and Bicycle concept - Exhibit 11-5: Pedestrian body-ellipse for standing areas and pedestrian walking space requirements (National Research Council (United States of America), 2000)

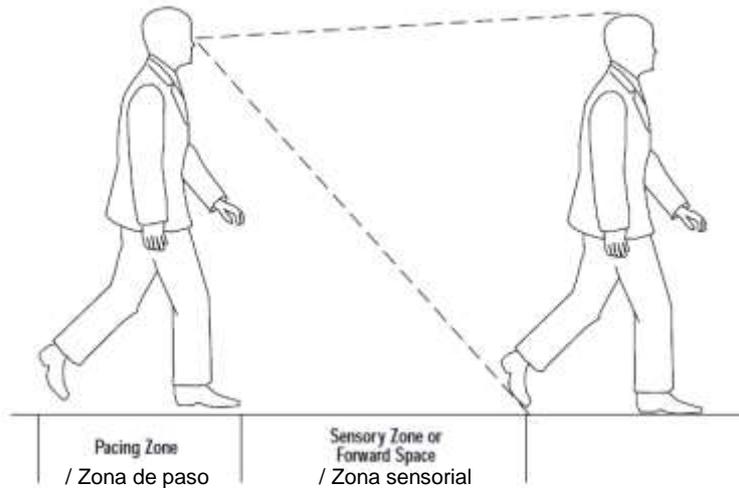


Ilustración 5: Espacio peatonal de paso requerido (HCM,2000)³

En cuanto al *Pedestrian Planning and Design Guide* (NZ Transport Agency,2009), él presenta el espacio mínimo necesario por un peatón usando objetos para moverse (en este caso, silla de ruedas). Diferentes configuraciones permiten apreciar las variaciones del espacio necesario según el caso.

<p>1.0m</p>	<p>a) A clear width of 1000 mm is adequate for people with ambulant disabilities. It just allows passage for 80 percent of people who use wheelchairs.</p>	<p>1.5m</p>	<p>c) A clear width of 1500 mm allows a wheelchair and a pram to pass.</p>
<p>1.2m</p>	<p>b) People who use wheelchairs require a clear width of 1.2 metres.</p>	<p>1.8m</p>	<p>d) To allow two wheelchairs to pass comfortably, a clear width of 1.8 metres is required.</p>

Ilustración 6: Espacio físico requerido, (NZ Transport Agency, 2009)⁴

Se percibe a través las búsquedas que cada organismo tiene sus propias consideraciones del espacio del peatón. Por ejemplo, el municipio de GETAFE, de la comunidad autónoma de Madrid, en su Plan de Movilidad Sostenible, estima la anchura et la longitud de una persona a pie de manera más elevada que el HCM.

³ Chapter 11 Pedestrian and Bicycle concept - Exhibit 11-5: Pedestrian walking space requirements (National Research Council (United States of America),2000)

⁴ Chapter 3 Pedestrian characteristics, preferences and activity- Figure 3.1: Physical space requirements (NZ Transport Agency, 2009)

Tabla 1: Dimensiones básicas del espacio necesario para viandantes, (Ayuntamiento de GETAFE, 2007)⁵

	Persona a pie	Persona con muletas	Persona en silla de ruedas	Persona con carro de niños	Persona con bolsas en la mano
Anchura	65-70 cm	80 cm	75-90 cm	80 cm	90 cm
Longitud	50 cm	60 cm	115-140 cm	170 cm	50 cm

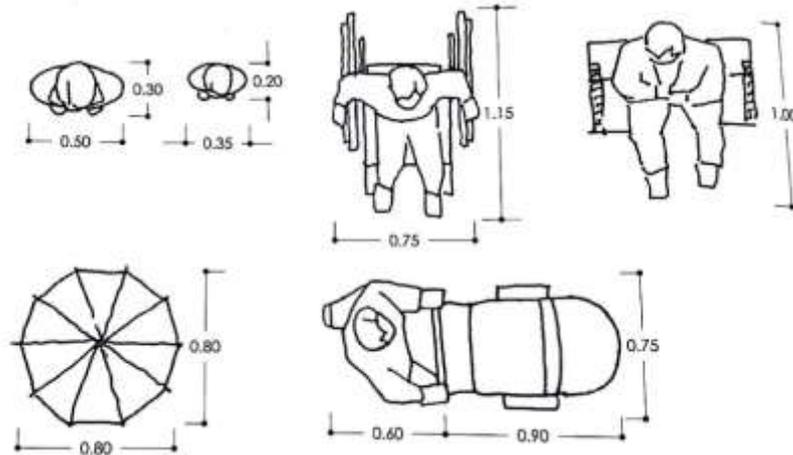


Ilustración 7: Dimensiones de la planta proyectada por un varón adulto, un niño, personas en silla de ruedas (autónomas o empujada por otra), carrito infantil empujado por otra persona, persona sentada y persona con paraguas (Alduán, 2016)⁶

Por lo tanto, diferencias son observables pero el orden de magnitud se conserva entre las diferentes fuentes de información.

4.1.3. Velocidad de los peatones

La velocidad a tomar en cuenta en un análisis de movilidad peatonal depende de la proporción de personas mayores en los flujos peatonales (considerando una persona mayor aquella de 65 años y más). Sin embargo, no debe olvidarse que, aunque el HCM considera solamente la edad para determinar la velocidad a utilizar en un estudio de capacidad y nivel de servicio peatonal, esta característica se basa en varios factores. De hecho, la velocidad de los peatones se ve afectada por el género, la edad, la capacidad de esfuerzo de cada persona, o sea, su condición física. Además, se puede tomar en cuenta las características del viaje como su propósito, el tiempo de recorrido ya hecho; características de la infraestructura y de la topografía tal como el ancho, la pendiente, la superficie, la sombra, la densidad de peatones, los cruces; y las condiciones del ambiente y del clima.

⁵ Capítulo 4: Secciones de acera – Tabla 2: Dimensiones básicas del espacio necesario para viandantes (Ayuntamiento de GETAFE, 2007)

⁶ Capítulo 3 El espacio para caminar y estar – Ilustración 1 (Alduán, 2016)

Tabla 2: Resumen de los condicionantes de la velocidad de los peatones (Alduán, 2016)⁷

Condicionantes de la velocidad de desplazamiento peatonal	
Personales	Edad Condición física Psicología (cartografías mentales) y personalidad
Motivacionales	Propósito del desplazamiento (trabajo, compra, vuelta a casa, etc.) Horario del día
Geográficos	Pendientes y altitud Temperaturas, humedad, soleamiento, lluvia, viento, otras condiciones climáticas
Culturales y sociales	Atractivo social, ambiental y cultural del entorno Seguridad del entorno
Infraestructurales	Espacio disponible para el desplazamiento Cruce de calzadas

El Highway Capacity Manual de 2010 estima que bajo de 20% de personas mayores, la velocidad sería de 4.4 ft/s (≈ 1.2 m/s). Si la proporción de mayores supera los 20%, la velocidad se estima a 3.3 ft/s (≈ 1 m/s); a saber, una disminución de 25% de la velocidad. Generalmente, la velocidad de los peatones tomada es de 5 ft/s (≈ 1.5 m/s; por un adulto saludable).

El uso de ruedas pequeñas permite alcanzar velocidad más alta. No obstante, las maniobras a realizar en caso diferencia de niveles o de caminos tardan más.

La velocidad es un elemento significativo y que influye en la densidad observada. En efecto, el HCM relaciona las variables. La relación existente entre ellas se percibe de manera clara.

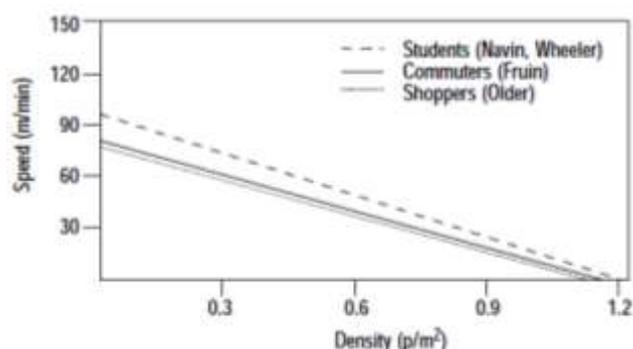


Ilustración 8: Relación entre la velocidad del peatón y la densidad de peatones, (HCM,2000)⁸

Este gráfico informa que cuando aumenta el volumen de peatones (y su densidad), la velocidad del viandante disminuye. De hecho, la movilidad que tiene el peatón se ve reducida, así como la del flujo de viandantes.

Hay que tomar en cuenta también, que dentro de un grupo de peatones se puede destacar diferencias considerables en la velocidad de camino según los factores mencionados en los párrafos anteriores. Así, un peatón viajando desde o hasta el trabajo, recorriendo el mismo camino cada día, tendrá una velocidad más elevada que mayores o niños. Los compradores,

⁷ Capítulo 3 El espacio para caminar y estar

⁸ Chapter 11 Pedestrian and Bicycle concept - Exhibit 11-1: Relationship between pedestrian speed and density (National Research Council (United States of America), 2000)

además de andar a baja velocidad, pueden pararse y disminuir el espacio disponible al resto del flujo de viandantes.

4.1.4. Vulnerabilidad del peatón

Para este apartado, cabe aclarar la diferencia entre el riesgo y el peligro. El *Manual de movilidad peatonal: Caminar en la ciudad* de 2016 de A. Sanz Alduán precisa el término peligro como “aquella circunstancia de la que se puede derivar un daño y lo peligroso, como aquello que puede ocasionar un daño o mal”. Aquí, se percibe la relación de causa y efecto mientras que el riesgo “se define como la posibilidad de que suceda un daño”.

Se presenta el tráfico automovilístico como un peligro. El viandante, está puesto en una situación de riesgo frente a este peligro. Las obras describiendo esta vulnerabilidad destaca que aún con bajas velocidades de los vehículos, “las probabilidades de muerte de un peatón en un atropello son considerables.” (Pozueta et al., 2013). El peatón se ve más vulnerable, sobre todo cuando las infraestructuras no son suficientes para su seguridad (acera, pasos de peatones)

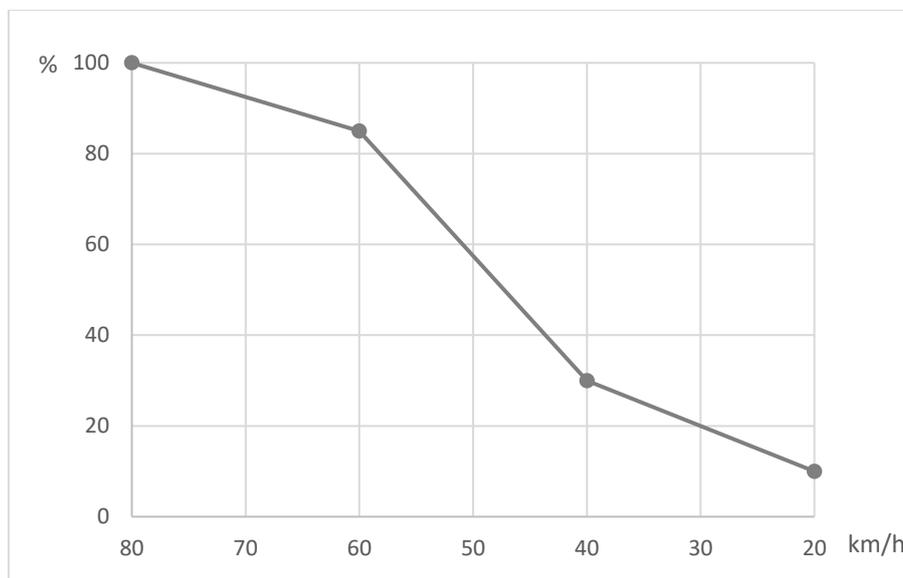


Ilustración 9: Probabilidad de muerte de un peatón en atropello según la velocidad del vehículo, Bonanomi 1990. (Pozueta et al., 2013)

Sin embargo, la medición de los accidentes, especialmente leves, es difícil. Los datos siempre deben tomarse con precaución debido a la proporción de heridos que no registran el daño sufrido. Para estimar las víctimas peatonales tomando en cuenta las víctimas no declaradas, tendría que multiplicar el número registrado por cuatro (Alduán, 2016).

La comprensión del fenómeno y su medida son delicadas porque “si [los peatones] perciben riesgo o peligrosidad en su recorrido, tienden a cambiar de medio de transporte, de itinerario o de actitud ante el espacio público. Se alimenta con ello un círculo vicioso de inseguridad e incremento del peligro del tráfico, aunque es posible que no aumenten los atropellos registrados”. (Alduán, 2016)

De hecho, no se puede identificar de manera clara los problemas y las soluciones a aportar.

La opción más evidente es separar la circulación de los vehículos y de los peatones lo que genera un inevitable cruce si hay necesidad de cambio de itinerario. Eso necesita, por lo tanto,

una regulación para asegurarse de la coexistencia de los dos modos de transporte. La percepción del riesgo juega fuertemente en el comportamiento de los viandantes.

En la regulación de los cruces, el peatón se ve molestado por el semáforo en caso de ausencia de circulación automóvil. Los cruces en rojo son frecuentes. Aunque no medidos, fueron observados durante los varios aforos. Aun con la educación de los peatones, los comportamientos de riesgos no van en la dirección de la protección de sí mismo.

Se puede entender también la vulnerabilidad del peatón, en términos de seguridad ciudadana. El peatón parece más expuesto a comportamientos criminales que otros modos de transporte. Como menciona (Pozueta et al., 2013): “las personas dependen exclusivamente de sus propias fuerzas (velocidad, capacidad física)”.

El desafío en la movilidad peatonal es comprender el contexto de riesgo y peligro y crear un espacio seguro que, a su escala, el diseño urbano puede contribuir.

4.2. Movilidad Peatonal

La movilidad peatonal se define como los desplazamientos de personas mediante la marcha a pie. Cada movimiento se caracteriza por un origen y destino de viaje, así como una generación y atracción de viaje. La diferencia radica en que la generación de viaje (atracción de viaje) se entiende como el lugar donde se genera la necesidad de viaje (el lugar donde la necesidad de viaje se ve satisfecha) mientras que el origen de viaje (destino) se entiende como la zona de inicio de viaje (zona final de viaje).

El concepto de origen/destino permite definir la necesidad principal de moverse. Ese concepto se percibe para cualquier modo de transporte. Sin embargo, algunos motivos de desplazarse son particulares al hecho de caminar.

4.2.1. Motivos de la marcha a pie

El *Manual de movilidad peatonal: Caminar en la ciudad* de 2016 de A. Sanz Alduán propone diferentes motivaciones para comprender por qué se debería caminar y por qué camina.

4.2.1.1. Motivo de sostenibilidad

La ventaja de caminar en la ciudad radica en el hecho que este modo de moverse no es una fuente de gasto de combustibles fósiles⁹ o recursos no renovables¹⁰. Se ve como un medio de transporte limpio que participa a la reducción de las emisiones (GEI¹¹) y de la contaminación, bajando los niveles de CO₂

⁹ Los combustibles fósiles son aquellos combustibles que provienen de un proceso de descomposición parcial de la materia orgánica. Se originan por un proceso de transformación de millones de años de plantas y vegetales (casos del petróleo, el carbón y el gas natural).

<https://solar-energia.net/energias-no-renovables/combustibles-fosiles>

¹⁰ Un recurso renovable es un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos.

<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/recursos-renovables.php>

¹¹ Gas de efecto invernadero: Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

<https://www.greenfacts.org/es/glosario/ghi/gas-efecto-invernadero.htm>

4.2.1.2. *Motivo de salud*

En términos de salud, la marcha a pie interviene al mantenimiento de la forma física, participando a bajar los riesgos de enfermedades vinculadas al sedentarismo tal como la diabetes, la tensión alta, los riesgos cardiovasculares y la obesidad. Caminar sería una opción para la conservación de su condición física contrariamente a la utilización de medios motorización que van en el sentido del sedentarismo.

4.2.1.3. *Motivo económico*

El ahorro realizado por el hecho de desplazarse a pie es significativo. En efecto, el cuerpo es el único instrumento necesario para el desplazamiento. Los gastos relacionados a la compra de un vehículo, ya sea compra, seguro, combustible, mantenimiento.

Además, “la caminabilidad es un imán turístico (Burgess,1995)” (Alduán, 2016). Se entiende que el espacio urbano reservado a los peatones promueve la marcha, de hecho, se piensa la ciudad como aquella agradable para pasear. Los peatones serían, también, un apoyo a la actividad económica. Parece más sencillo pararse a pie para entrar en una tienda que pararse en coche (debido a la necesidad de aparcarse, las normas de tráfico, etc.)

4.2.1.4. *Motivo del aprovechamiento del suelo*

Es indudable que los números de viajes realizados por una banda de 3 metros de anchura a pie serán superiores a los que podrían hacerse en vehículo. El manual estima que la capacidad de paso de personas a pie sería 10 veces mayor que la en automóvil. El suelo se ve aprovechando de manera más alta lo que solo puede fomentar la marcha a pie.

“Cuando se le da visibilidad, la marcha a pie se revela como la forma básica de la movilidad urbana en las ciudades españolas, medida en términos de número de desplazamientos y tiempo de uso del espacio público.” (Alduán, 2016)

4.2.2. Normativa

A diferencia de los vehículos, el peatón no es tan representado en las leyes de circulación y de seguridad vial.

4.2.2.1. Nivel Europeo

4.2.2.1.1. El Libro Blanco

A nivel europeo, el *Libro Blanco* de 2011 trata de una nueva política de transporte cuyo año horizonte es 2030 y 2050 respectivamente a corto y largo plazo. Se presenta una estrategia para un sistema de transporte competitivo y sostenible. Debido a la importancia del transporte en Europa (5 % del PIB¹²), los gobiernos necesitan aclarar el futuro en este ámbito. El desafío de este tema es de “establecer un sistema que sustente el progreso económico europeo, mejore la competitividad y ofrezca servicios de movilidad de gran calidad, utilizando al mismo tiempo los recursos de forma más eficiente” (Comisión Europea, 2011). Se plantea diez objetivos intermedios para llegar a una reducción de los GEI. Estos últimos se presentan a continuación.

Diez objetivos para un sistema de transporte competitivo y sostenible: valores de referencia para lograr el objetivo del 60% de reducción de las emisiones de GEI

Desarrollar y utilizar nuevos combustibles y sistemas de propulsión sostenibles

- 1) Reducir a la mitad el uso de automóviles de “propulsión convencional” en el transporte urbano para 2030; eliminarlos progresivamente en las ciudades para 2050; lograr que la logística urbana de los principales centros urbanos en 2030 esté fundamentalmente libre de emisiones de CO₂.
- 2) Llegar a una cuota del 40% de combustibles sostenibles hipocarbónicos en el sector aéreo para 2050; reducir también para 2050, las emisiones de CO₂ de la UU.EE procedentes del fuelóleo para calderas del sector marítimo en uno 40% (y si es posible, en uno 50%).

Optimizar el rendimiento de las cadenas logísticas multimodales, incluso incrementando el uso de modos más eficientes desde el punto de vista energético

- 3) Intentar transferir a otros modos, como el ferrocarril o la navegación fluvial, de aquí a 2030, el 30 % del transporte de mercancías por carretera, y para 2050, más del 50 %, apoyándose en corredores eficientes y ecológicos de tránsito de mercancías. Para cumplir este objetivo también será preciso desarrollar la infraestructura adecuada.
- 4) Para 2050, completar una red europea de ferrocarriles de alta velocidad. Triplicar la longitud de la red existente de ferrocarriles de alta velocidad para 2030 y mantener una densa red ferroviaria en todos los Estados miembros. En 2050, la mayor parte del transporte de pasajeros de media distancia debería realizarse por ferrocarril.

¹² Producto Interior Bruto: indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país en un determinado periodo de tiempo, normalmente un año
<http://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>

- 5) Disponer para 2030 de una «red básica» de RTE-T que cubra toda la UE, multimodal y plenamente operativa, con una red de alta calidad y capacidad para 2050 y el conjunto de servicios de información correspondiente.
- 6) De aquí a 2050, conectar todos los aeropuertos de la red básica a la red ferroviaria, preferiblemente de alta velocidad; garantizar que todos los puertos de mar principales estén suficientemente conectados con el sistema ferroviario de transporte de mercancías y, cuando sea posible, con el sistema de navegación interior.

Aumentar la eficiencia del transporte y del uso de la infraestructura con sistemas de información y con incentivos basados en el mercado

- 7) Implantar la infraestructura de gestión del tráfico aéreo modernizada SESAR¹ en Europa para 2020 y finalizar la construcción de la Zona Europea Común de Aviación. Implantar sistemas equivalentes de gestión del transporte para el transporte terrestre, marítimo y fluvial ERTMS¹, ITS¹, SSN y LRIT¹, RIS¹. Implantar el sistema europeo de navegación por satélite (Galileo).
- 8) Para 2020, establecer el marco para un sistema europeo de información, gestión y pago de los transportes multimodales.
- 9) De aquí a 2050, aproximarse al objetivo de «cero muertes» en el transporte por carretera. En línea con este objetivo, la UE se ha fijado la meta de reducir a la mitad las víctimas de la carretera para 2020. Asegurarse de que la UE es líder mundial en seguridad y protección en el transporte en todos los modos de transporte.
- 10) «quien contamina paga» y del compromiso del sector privado para eliminar distorsiones, incluidas subvenciones perjudiciales, generar ingresos y asegurar la financiación para futuras inversiones en transportes.

La dimensión del peatón y de la movilidad peatonal no se percibe a través de esos objetivos. Al presentar el transporte urbano solo se menciona que “una parte integrante de la movilidad urbana y del diseño de infraestructuras debe centrarse en facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta.” (Comisión Europea, 2011).

A pesar de presentar esta orientación, no se propone nada más sobre el fomento de la movilidad a pie salvo “prestar una atención especial a los usuarios vulnerables, como los peatones, los ciclistas y los motociclistas, mediante, entre otras cosas, una infraestructura y unas tecnologías de automoción más seguras.” (Comisión Europea, 2011) dentro de las iniciativas a realizar para alcanzar la nueva política del transporte. La perspectiva del desarrollo de la movilidad peatonal es bastante escueta frente a los otros modos de transporte este libro.

4.2.2.1.2. El Libro Verde

En el *Libro Verde: Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana* de 2007, plantea la necesidad de reformular el sistema de movilidad en las áreas urbanas, posicionando el

ciudadano al centro de las preocupaciones. El Libro Verde, permite ampliar el debate político sobre una verdadera política sobre la movilidad urbana. De hecho, permite también completar el Libro Blanco que se enfoca sobre los objetivos definidos anteriormente (para un sistema transporte competitivo y sostenible).

En este sentido, varias problemáticas vinculadas a la movilidad urbana son planteadas tal como la congestión, el desafío de la seguridad y de la accesibilidad del transporte urbano, el tema de los transportes inteligentes, así como el de las ciudades ecológicas.

La movilidad peatonal aparece a través de ese libro como una parte de la solución de la congestión de las ciudades, por ejemplo. Se sugiere su fomento explícitamente:

“Para mejorar el atractivo y la seguridad de la marcha a pie y en bicicleta, las autoridades locales y regionales deben velar por que estos modos se integren plenamente en la elaboración y seguimiento de las políticas de movilidad urbana. Debe prestarse mayor atención a la construcción de la infraestructura adecuada. Existen procedimientos innovadores al efecto de estimular la plena participación de las familias, los niños y los jóvenes en la formulación de políticas. La marcha a pie y en bicicleta puede fomentarse mediante iniciativas en las ciudades, las empresas y las escuelas, por ejemplo, mediante juegos relacionados con la circulación, evaluaciones de la seguridad vial o paquetes educativos. Las partes interesadas han propuesto que las ciudades más grandes estudien la designación de un funcionario que se ocupe de la marcha a pie y el uso de la bicicleta.” (Libro Verde, 2007).

La peatonalización de los espacios para restringir el uso de los vehículos con el fin de disminuir las emisiones de GEI se destaca también en los remedios de las cuestiones planteadas.

Con el fomento de los modos alternativos a los vehículos, se reflexiona además sobre sus seguridades. La importancia de la infraestructura, del comportamiento de los conductores y de la intervención de los TIC en la protección de los peatones se presenta en este Libro Verde.

De hecho, se percibe la plaza central de los modos no motorizados por los cuales hay que dotar la ciudad de infraestructuras y medidas de integración a la vida urbana.

4.2.2.1.3. La Carta Europea de los Derechos del Peatón

Además, en el proceso de la integración de la movilidad peatonal en las decisiones fundamentales de transporte y de diseño del espacio urbano, se había aprobado la *Carta Europea de los Derechos del Peatón*, en 1988 por el Parlamento Europeo.

Carta Europea de los Derechos del Peatón

Resolución del Parlamento Europeo del 12 de octubre de 1988

- 1) El peatón tiene derecho a vivir en un ambiente sano y a disfrutar libremente del espacio público en las condiciones de seguridad adecuadas para su salud física y psicológica.
- 2) El peatón tiene derecho a vivir en centros urbanos o rurales organizados a medida del hombre y no del automóvil, y a disponer de infraestructuras a las que se pueda acceder fácilmente a pie o en bicicleta.
- 3) Los niños, los ancianos y los minusválidos tienen derecho a que la ciudad constituya un lugar de socialización y no de empeoramiento de su situación de debilidad.
- 4) Los minusválidos tienen derecho a que se tomen medidas específicas que les permitan toda movilidad posible, como la demolición de las barreras arquitectónicas y el acondicionamiento de los medios públicos de transporte.
- 5) El peatón tiene derecho a que se le reserven zonas urbanas la más amplias posible, que no sean meras "islas de peatones", sino que se inserten coherentemente en la organización general de la ciudad.
- 6) El peatón tiene derecho, en particular:
 - a. al respeto de las normas relativas a las emisiones químicas y acústicas de los vehículos de motor consideradas científicamente como soportables.
 - b. a la implantación generalizada en el transporte público de vehículos que no sean fuente de contaminación atmosférica o acústica.
 - c. a la creación de "pulmones verdes", incluso mediante obras de repoblación forestal urbana.
 - d. a la limitación de la velocidad mediante una reforma estructural de las calles, cruces (por ejemplo, con ayuda de isletas), de manera que los automovilistas rectifiquen la velocidad y se garantice el tráfico de peatones y bicicletas.
 - e. a la prohibición de difundir mensajes publicitarios que fomenten el uso equivocado y peligroso del automóvil.
 - f. a sistemas eficaces de señalización concebidos también para quienes están privados del sentido de la vista o del oído.
 - g. a medidas específicas que permitan detenerse, acceder y recorrer calles y aceras (por ejemplo: pavimentación no resbaladiza, rampas que permitan superar el desnivel con el plano de la calle, adecuación de las dimensiones al destino de las calles, medidas especiales durante el desarrollo de trabajos de construcción, protección contra el tráfico automovilístico mediante elementos urbanos, creación de puntos de parada y descanso, pasos subterráneos y puentes que faciliten el cruce).
 - h. a la introducción de un sistema de responsabilidad objetiva o de riesgo de modo que aquel que sea responsable de la creación de un riesgo asuma las consecuencias financieras (como, por ejemplo, en Francia desde 1985).
- 7) El peatón tiene derecho a una movilidad completa y libre que puede realizarse mediante el uso integrado de los medios de transporte. En particular, tiene derecho:
 - a. a un servicio de transportes públicos articulado y debidamente equipado para responder a las exigencias de todos los ciudadanos hábiles o minusválidos.
 - b. a la implantación de carriles para bicicletas en todo el casco urbano.
 - c. a la disposición de áreas de aparcamiento que no incidan en la movilidad de los peatones y en la posibilidad de disfrute de los valores arquitectónicos.
- 8) Todo el Estado debe procurar que el público reciba toda la información necesaria sobre los derechos del peatón a través de los canales más idóneos y a partir de los primeros niveles de enseñanza escolar.

Por lo tanto, se plantó lo que deben cumplir las ciudades. Aunque no sea explicitado claramente, se entiende, sin embargo, que la movilidad peatonal debe ser favorecida y pistas de ordenación son dadas en el sentido de este fomento.

4.2.2.2. Nivel Estatal

En el ámbito nacional, se destacan varias leyes y estrategias nacionales que tratan de la temática de los viandantes. Entre otros, se puede mencionar la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible; la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local de 22 de diciembre de 2009 (EESUL); la Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS) de 30 de abril de 2009.

4.2.2.2.1. Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible

La Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible destina un capítulo sobre “Transporte y movilidad sostenible” en su Título III: Sostenibilidad medioambiental. Se expone políticas y orientaciones respecto a este tema. El índice de este capítulo se presenta a continuación.

CAPÍTULO III. Transporte y movilidad sostenible

Sección 1.ª Regulación del transporte

- Artículo 93. Principios de la regulación del sector del transporte.
- Artículo 94. Promoción de la competencia y clasificación de los mercados de transporte
- Artículo 95. Servicios de transporte de interés público.
- Artículo 96. Autonomía de gestión.

Sección 2.ª Planificación y gestión eficiente de las infraestructuras y de los servicios del transporte

- Artículo 97. Objetivos y prioridades de la planificación estatal de las infraestructuras del transporte.
- Artículo 98. Sistema de información sobre la red estatal de infraestructuras del transporte y de análisis y evaluación de la demanda de los servicios de transporte.

Sección 3.ª Movilidad sostenible

- Artículo 99. Principios en materia de movilidad sostenible.
- Artículo 100. Objetivos de la política de movilidad sostenible.
- Artículo 101. Los Planes de Movilidad Sostenible.
- Artículo 102. Fomento de los Planes de Movilidad Sostenible.
- Artículo 103. Elaboración de los planes de transporte en empresas.
- Artículo 104. Modernización tecnológica y uso eficiente de los medios de transporte.
- Artículo 105. Promoción del transporte por carretera limpio por parte de los poderes adjudicadores.
- Artículo 106. Adquisición, por los poderes adjudicadores, de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes.

De nuevo, el fomento de los modos no motorizados aparece, especialmente en las secciones 4 y 5, del artículo 100. Además, se define y se promueve los Planes de Movilidad Sostenible que participan al fomento de la movilidad peatonal.

“Los Planes de Movilidad Sostenible son un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles en el ámbito geográfico que corresponda, priorizando la reducción del transporte individual en beneficio de los sistemas colectivos y de otros modos no motorizados de transportes y desarrollando aquéllos que hagan compatibles crecimiento económico, cohesión social, seguridad vial y defensa del medio ambiente, garantizando, de esta forma, una mejor calidad de vida para los ciudadanos. Estos planes deberán dar cabida a soluciones e iniciativas novedosas, que reduzcan eficazmente el impacto medioambiental de la movilidad, al menor coste posible.”

(Sección 1, Art. 101, Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible)

Se delimita el ámbito de actuaciones de estos planos, así como sus contenidos mínimos. Se precisa también, que las ayudas financieras en materia de transporte se harán solamente si la entidad solicitante dispone de un Plan de Movilidad Sostenible (PMUS).

4.2.2.2.2. Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local de 22 de diciembre de 2009 (EESUL)

La Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL) es un documento que pretende ser un marco estratégico que recoja principios, objetivos, directrices y medidas cuya aplicación efectiva permita avanzar en la dirección de una mayor sostenibilidad urbana y local.

En cuanto al peatón y frente al diagnóstico del territorio, hecho desde el punto de vista de la movilidad, propuestas de medidas son presentadas.

Se propone el uso de instrumentos de planeamiento como el Plan de Movilidad Urbana Sostenible a escala municipal, y más localmente en ciudades consolidadas: Planes Especiales Temáticos tal como los planes de peatonalización.

La promoción de la marcha a pie es otra vez puesta de relieve con la incrementación de las oportunidades de movilidad peatonal mediante las redes peatonales para la conectividad entre los puntos estratégicos. A través el urbanismo, se considera la introducción de nuevos diseños para invertir la jerarquía a favor del peatón y no del automóvil.

4.2.2.2.3. Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS) de 30 de abril de 2009

Se introduce la Estrategia Española de Movilidad Sostenible como aquella que “contiene propuestas de actuación que se podrán adoptar por las administraciones, empresas, agentes sociales, instituciones y la ciudadanía en general, para propiciar el cambio necesario en el modelo actual de movilidad, haciéndolo más eficiente y sostenible” (Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS) de 30 de abril de 2009)

De acuerdo con las otras leyes y estrategias, la EEMS considera el fomento de los modos no motorizados, por consiguiente, el modo peatonal, para la reducción de la dependencia energética. Se destaca que una atención particular será aportada a los viandantes en materia de seguridad vial, particularmente en los cruces y pasos peatonales.

De manera general esta última estrategia presenta los mismos puntos de análisis y medidas respecto a los viandantes.

4.2.2.3. Nivel Autonómico y municipal

4.2.2.3.1. Ley 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de la Comunidad Valenciana

Al nivel autonómico, la Comunidad Valenciana dispone de la Ley 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de la Comunidad Valenciana. Esta última establece los criterios generales al fomento de la movilidad con el mayor respeto posible por la seguridad, los recursos energéticos y la calidad del entorno urbano y del medio ambiente. (Ley 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de Comunidad Valenciana).

Desarrolla los instrumentos existentes para la planificación de la movilidad respecto a los objetivos que ella define.

Dedica al menos una sección a cada aspecto del transporte y los elementos vinculados: el fomento de los desplazamientos no motorizados; los planes de movilidad; los derechos y deberes de la ciudadanía; el transporte de viajeros; las infraestructuras de transporte; los terminales de viajeros e infracciones y sanciones.

En cuanto a los desplazamientos no motorizados, cuatro artículos fijan el alcance y las regulaciones de los movimientos a pie o en bicicleta. El artículo 6 destaca que la movilidad de los viandantes será el elemento central de la movilidad cotidiana. De hecho, será impulsada en todos los ámbitos: en materia de planificación urbanística, ubicación de servicios públicos, urbanización y construcción de infraestructuras. Una ordenación con densidades adecuadas y dotaciones suficientes de servicios públicos para responder a las necesidades serán preferidas. Otras precisiones se encuentran en la ley. Por lo tanto, el tema principal radica en

el hecho de facilitar la ciudad a los peatones creando espacio para conectar los elementos y permitir los trayectos a pie.

4.2.2.3.2. Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia

Como la Ley 2/2011¹³, la Ley 6/2011¹⁴ precisa los objetivos y el contenido de los planes de movilidad municipales, supramunicipales y otros en sus artículos 9 a 15.

De hecho, correspondiendo a lo pedido en el apartado 4 del artículo 9, la ciudad de Valencia se dotó de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) cuya versión más actualizada fecha de 2013.

“4. Los municipios de más de 20.000 habitantes o aquellos que tengan una capacidad residencial equivalente formularán un plan municipal de movilidad en el plazo de cuatro años a partir de la entrada en vigor de esta ley.” (Ley 6/2011).

Por lo tanto, la ciudad de Valencia define en su PMUS diez objetivos a alcanzar y a seguir en el desarrollo del plan.

¹³ Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible

¹⁴ Ley 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de la Comunidad Valenciana

Objetivos del PMUS de Valencia

(Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013)

- 1) Asegurar y potenciar que el peatón siga siendo el principal protagonista de la movilidad en la ciudad.
- 2) Consolidar y favorecer la expansión de la bicicleta como modo de transporte general y cotidiano de los ciudadanos.
- 3) Conseguir una mayor cuota de participación del transporte público en los desplazamientos urbanos.
- 4) Revisar y redefinir una jerarquía viaria en la ciudad que permita una mejor ordenación de los flujos de tráfico por la misma, de modo que el centro deje de ser un itinerario de paso y recupere su carácter de punto de encuentro esencial de la ciudad y los ciudadanos.
- 5) Organizar el espacio destinado al estacionamiento en superficie.
- 6) Favorecer la descarbonización del sistema de transporte.
- 7) Hacer de la disuasión y la prevención la base de la disciplina circulatoria en la ciudad.
- 8) Mejorar la seguridad vial y la convivencia pacífica entre todos los usuarios de la vía.
- 9) Conseguir una ciudad accesible para todos los ciudadanos
- 10) Mejorar la gestión de la movilidad.

En cuanto al peatón, cabe recordar que la movilidad a pie representa 41% de los desplazamientos en Valencia (Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013).

De hecho, el PMUS de Valencia propone un análisis completa de la oferta para el peatón con la problemática de la adecuación entre la oferta y la demanda (con los espacios disponibles, los itinerarios, etc.). Se caracteriza los varios tramos de la ciudad y les relaciona a las actividades comerciales. Además, se destaca en esta relación, la Calle Colón por su carácter comercial en el barrio de Sant Francesc. Los flujos de viandantes son también caracterizados. Se hace, luego, gracias a este estudio de movilidad peatonal, un diagnóstico de esta última. El aspecto favorable de la ciudad a la marcha a pie se hace mención, así como su estructura urbana.

No obstante, las barreras que constituyen el Parque del Turia y el corredor ferroviario de la Estación del Norte se presentan como un problema a la movilidad de los distritos del Eixample y Extramurs.

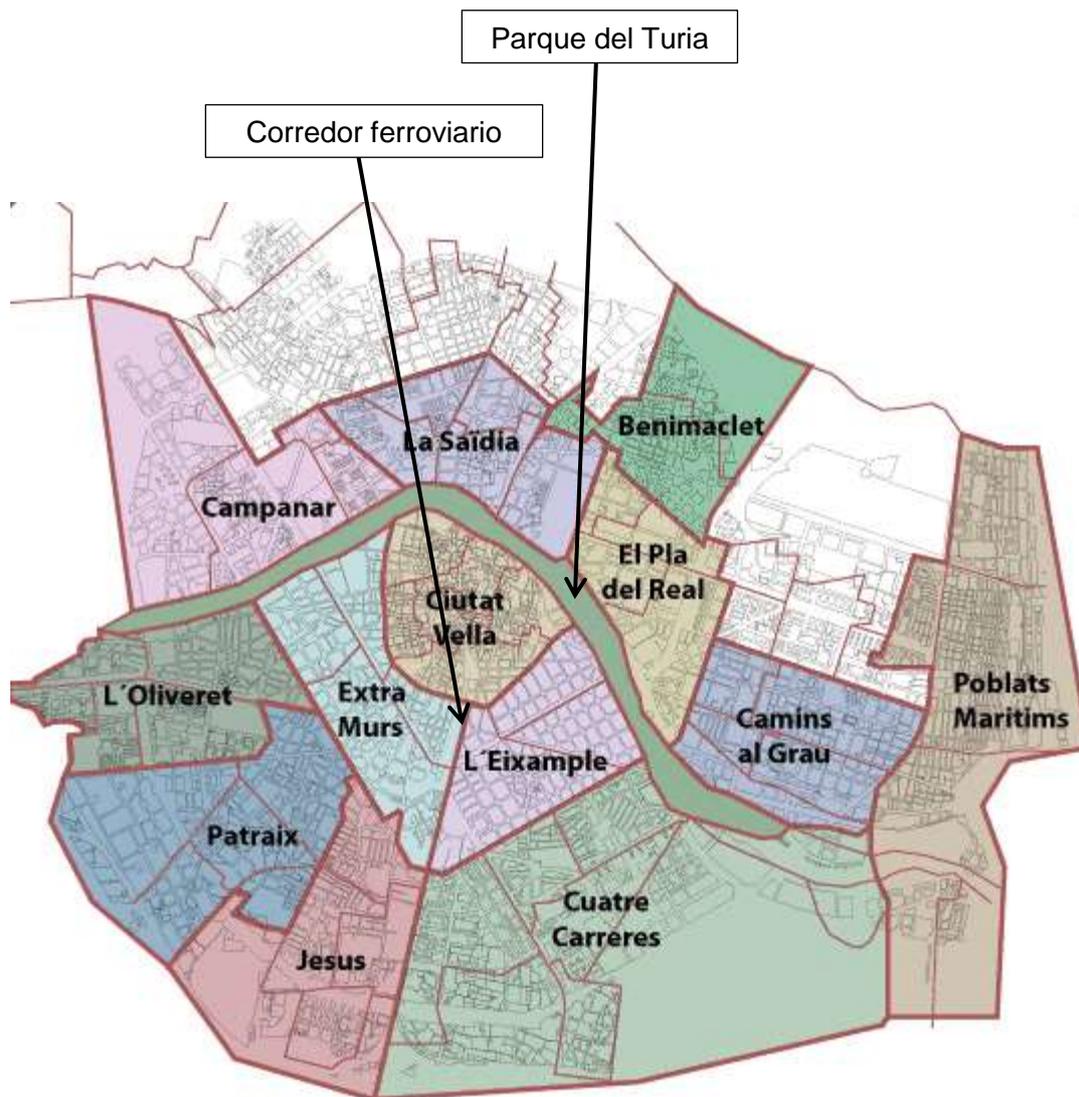


Ilustración 10: Distritos de la Ciudad de Valencia con las barreras a la movilidad peatonal destacadas. © Found Valencia (<http://www.valenciaproperty.news/es/eixample-informacion-sobre-este-barrio-de-valencia/>)

La presencia de lugares no señalizados en los cruces, las deficiencias funcionales de algunas zonas 30¹⁵ son relevados en este diagnóstico. La temática de los itinerarios peatonales para la canalización de los desplazamientos cotidianos se plantea también, así como la importancia de la información y concienciación del peatón.

Frente al diagnóstico realizado, se propone varias estrategias presentadas a continuación:

- **Estrategia 1: Potenciar los desplazamientos peatonales**

La ciudad de Valencia propone en este sentido, la creación de una red peatonal asociada a acciones para la mejora de los trayectos (ensanchado de aceras, peatonalización de ciertos tramos, diseño de cruces, mejora de fases semafóricas peatonales, etc.).

- **Estrategia 2: Recuperar y poner en valor los espacios públicos urbanos y las pequeñas centralidades de movilidad**

Para favorecer la creación de entornos atractivos y revitalizar la actividad comercial con nuevos espacios de convivencia se reflexiona sobre la importancia de los espacios públicos

¹⁵ Área urbana en donde la velocidad máxima para los vehículos motorizados es de 30 km/h. (https://es.wikipedia.org/wiki/Zona_30)

urbanos. Además, se integrará estos espacios en la red peatonal definida con la estrategia 1 con el fin de generar polos de actividad y multiplicidad de funciones.

- **Estrategia 3: Asegurar una movilidad peatonal libre de obstáculos y segura**

Para alcanzar esta estrategia, se entiende desarrollar los criterios de seguridad vial en materia de diseño urbano. Se propone también adecuar el marco normativo a las especificidades de la zona urbana.

4.2.3. Medidas e iniciativas

Entre todas las iniciativas que existen para el fomento de la movilidad peatonal, se puede destacar algunas que, hoy en día, aparecen comunes.

4.2.3.1. Peatonalización

El *Manual de movilidad peatonal: Caminar en la ciudad* (Alduán, 2016), presenta la peatonalización como una herramienta de intervención peatonal. Desarrollada en los años 20 en los Estados Unidos, estos espacios tienen por objetivo recuperar el espacio público a favor del peatón y hacerlo más atractivo. La peatonalización permitiría reducir los riesgos en el uso de la calle y favorecer un uso racional de los vehículos.

Esta herramienta debe hacer frente a los intereses individuales y sectoriales (comerciantes, trabajadores cuyo lugar de trabajo está próxima del área considerado, restauradores, etc.). A pesar de su ejecución, las consideraciones sobre los derechos y libertades de aparcamientos y circulación suelen ser más problemáticas.

Sin embargo, se reflexiona, a veces, la posibilidad de reducir el tráfico permitiendo el acceso a residentes solamente.

4.2.3.2. Red peatonal

Identificar los itinerarios peatonales es una manera de conectar los puntos atractivos y generados de desplazamientos. La creación de esta red permite ofrecer una cierta seguridad y condiciones de desplazamiento cómodas. La definición de una red de itinerarios radica en el diseño de aceras anchas, arboladas, cruces cómodos y seguros. (Alduán, 2016)

Sin embargo, un compromiso entre el espacio reservado al peatón y el reservado a los vehículos (aparcamientos, tráfico) es necesario, aunque la comodidad que disponen los vehículos será disminuida. Además, una atención particular debe ser concedida a las vías adyacentes para que los problemas de tráfico y movilidad no migren hacia ellas.

La participación ciudadana en la definición de la red es más que importante dado que son los beneficiarios de esta última. (Alduán, 2016).

4.2.3.3. Zonas y calles 30

Cabe recordar que una zona 30 es aquella donde la velocidad máxima para los vehículos motorizados es de 30 km/h dando prioridad al peatón mientras que una calle 30 no otorga prioridad a los viandantes.

El objetivo es dar otras funciones a la calle, mejorando la calidad ambiental y reducir los riesgos y peligros. El conjunto de los usuarios de este tipo de zonas se verá más seguro dado que la atención de los conductores será ampliada.

La intensidad del tráfico suele ser un elemento que puede dificultar la implantación de estas zonas. En efecto, intensidades altas no parecen adecuadas a la reducción de la velocidad.

La implantación de esas calles/zonas necesita un estudio completo de movilidad para entender las consecuencias y responder a las dificultades que pueden suceder tras el cambio de circulación. (Alduán, 2016).

4.2.3.4. Planes peatonales y organizaciones de viandantes

A través de los planes municipales de movilidad, las administraciones han realizado esfuerzo para la promoción de la marcha a pie. Las iniciativas en la renovación de la legislación, con la consideración del peatón van en el sentido de este fomento. Los planes de peatones son más presentes debido al fomento del PMUS con la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. Se nota que 296 municipios de España tienen su PMUS redactado o en redacción en 2016. (Asociación Profesional de Técnicos en Movilidad Urbana Sostenible, 2016).

Para la defensa de los derechos de los peatones se puede mencionar las asociaciones de viandantes tal como la asociación *A PIE* de Madrid de 1995 o *Acera peatonal* de Madrid. Estos grupos tienen la intención de introducir el peatón en las políticas ciudadanas gracias a manifiestos, boletines, talleres de acción peatonal (marcha y debate), comité de coordinación de iniciativas. Ellos denuncian también los comportamientos contra el peatón, particularmente la ocupación de la acera por otros usos.



Ilustración 11: Boletín periódico n°9 sobre el peatón en la ciudad de la asociación A PIE- verano 2013. (<http://www.asociacionapie.org/apie/Numero9-web.pdf>)



*Ilustración 12: Post de Acera peatonal en Twitter denunciando los comportamientos en contra a la movilidad peatonal. © Acera Peatonal.
(https://twitter.com/AceraPeatonal/status/931185844630802432?ref_src=twsrc%5Etfw&ref_url=http%3A%2F%2Facerapeatonal.blogspot.com%2Fp%2Ffoto-denuncia.html)*

4.3. Capacidad y Nivel de Servicio

Para caracterizar la movilidad peatonal, es necesario estudiar los flujos peatonales en los diferentes tramos donde pueden desplazarse.

El *Highway Capacity Manual* de 2010 desarrollado por el National Research Council (Consejo Nacional de Investigación) de los Estados Unidos de América propone una apreciación de los flujos mediante el estudio de la capacidad y del nivel de servicio.

La capacidad de un tramo o una sección es el número máximo de vehículos o personas que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado periodo de tiempo- normalmente una hora- para unas condiciones particulares de la vía y del tráfico. En otros términos, es la máxima intensidad capaz de albergar un tramo sin colapsarse. El análisis de capacidad examina tramos y puntos (tales como intersecciones señalizadas) de las instalaciones bajo un tráfico uniforme y condiciones controladas.

El nivel de servicio, en cuanto a él, se define como una medida de la calidad describiendo las condiciones operacionales que la vía ofrece al usuario. Se propone una escala de seis niveles de A (flujo libre) a F (flujo forzado) para caracterizar los tramos.

4.3.1. Nivel de Servicio A

Espacio del peatón > 60 ft²/p

El peatón se mueve en la vía sin alterar el movimiento de otros peatones. La velocidad de marcha se escoge de manera libre y conflictos entre peatones son improbables.



Ilustración 13: Representación del nivel de servicio A

4.3.2. Nivel de Servicio B

60 ft²/p > Espacio del peatón > 40 ft²/p

Existe suficiente espacio para los peatones para que ellos escogen sus velocidades de marcha de manera libre, para eludir otros peatones y evitar conflictos de cruce. A este nivel, los peatones empiezan estar consciente de los otros.



Ilustración 14: Representación del nivel de servicio B

4.3.3. Nivel de Servicio C

40 ft²/p > Espacio del peatón > 24 ft²/p

A este nivel, el espacio es suficiente para andar a velocidad normal y eludir otros peatones en el mismo sentido. El sentido opuesto puede generar conflictos menores que causan una velocidad y un flujo menor.



Ilustración 15: Representación del nivel de servicio C

4.3.4. Nivel de Servicio D

24 ft²/p > Espacio del peatón > 15 ft²/p

A este nivel, la libertad de escoger su velocidad de marcha por sí mismo y eludir otros peatones es limitada. Conflictos debidos a flujos cruzados y flujos inversos son más probables, lo que provoca cambios en la velocidad y la posición de los peatones. El nivel de servicio proporciona razonablemente el flujo fluido.

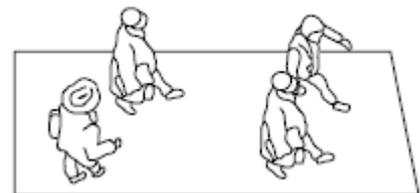


Ilustración 16: Representación del nivel de servicio D

4.3.5. Nivel de Servicio E

15 ft²/p > Espacio del peatón > 8.0 ft²/p¹⁶

A este nivel, todos los peatones restringen su velocidad normal de marcha, frecuentemente ajustando su marcha. en el rango inferior. El movimiento hacia adelante es posible solamente al mezclarse. El espacio no es suficiente para pasar peatones más lentos. El movimiento de flujo transversal o inverso es posible solo con dificultades extremas. Los volúmenes de diseño se acercan al límite de la capacidad de la acera, con paros e interrupciones para estar fluido.

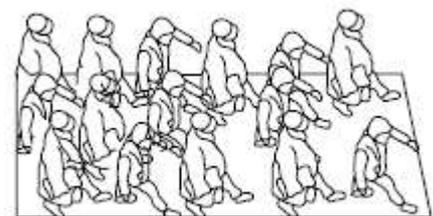


Ilustración 17: Representación del nivel de servicio E

¹⁶ En el caso de una intersección, el límite del nivel de servicio E-F es 13 ft²/p

4.3.6. Nivel de Servicio F

Espacio del peatón < 8.0 ft²/p ¹⁷

Todas las velocidades de marcha están severamente restringidas, y el progreso hacia adelante se realiza solo por mezcla. Contactos con otros peatones son inevitables y frecuentes. Los movimientos de flujo inverso y transversal son virtualmente imposibles. El flujo es esporádico e inestable. El espacio es más característico de peatones en cola que corrientes de peatones en movimiento.

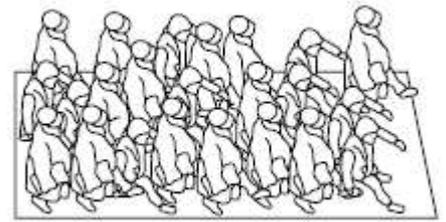


Ilustración 18: Representación del nivel de servicio F

4.4. Glosario temático

El siguiente glosario agrupa definiciones extraídas de la real academia española de la lengua, de la legislación de accesibilidad y de la legislación de seguridad vial

Peatón: Persona que, sin ser conductor, transita a pie, por las vías o los terrenos. Son también peatones quienes empujan o arrastran un coche de niño o de impedido o cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones, los que conducen a pie un ciclo o ciclomotor de dos ruedas, y los impedidos que circulan al paso en una silla e" ruedas, con o sin motor.

Viandante: Persona que viaja a pie.

Acera: Zona longitudinal de la carretera elevada o no, destinada al tránsito de peatones.

Zona peatonal: Parte de la vía, elevada o delimitada de otra forma, reservada a la circulación de peatones. Se incluye en esta definición la acera, el andén y el paseo.

Refugio: Zona peatonal situada en la calzada y protegida del tránsito rodado.

Arcén: Franja longitudinal afirmada contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos automóviles, más que en circunstancias excepcionales.

Calles y zonas de prioridad peatonal: Calles y zonas en las que los conductores de vehículos deben dar prioridad a los peatones.

Vía peatonal: espacio acondicionado para el tránsito peatonal, como puede ser una acera, un camino, una senda, un andén, un bulevar o una vía compartida con vehículos en la que se establecen condiciones adecuadas de compatibilidad entre la marcha a pie y la circulación.

Itinerario peatonal: conjunto articulado de vías y cruces pensados para peatones que unen dos puntos determinados.

Red peatonal: conjunto de itinerarios peatonales que facilitan las interrelaciones entre los barrios, los equipamientos y los centros de actividad de un núcleo de población.

Calle peatonal: calle dedicada al tránsito de peatones en la que se puede regular la circulación de determinados vehículos como pueden ser las bicicletas, los del transporte colectivo, los de los residentes o los de mercancías. En algunos lugares se denominan como calles semipeatonales las que tienen permitida la circulación de vehículos durante unos amplios periodos diarios.

¹⁷ En el caso de una intersección, el límite del nivel de servicio E-F es 13 ft²/p

Zona peatonal: conjunto de calles peatonales.

Acera continua: prolongación longitudinal de la acera en una intersección, de modo que son los vehículos los que dejan su espacio de circulación y entran en el de los viandantes.

Oreja: prolongación en la calzada del espacio peatonal situado en intersecciones

Plataforma única: calles en las que no existe diferencia de nivel entre calzada y acera y que suelen tener un régimen de prioridad peatonal.

Paso de peatones: Se consideran como tales, tanto los regulados por semáforos como los pasos de cebrá, destinados para que los peatones puedan atravesar la calzada debiendo hacerlo precisamente por ellos sin que puedan efectuarlo por las proximidades y también para servir de refugio a los que esperan poder atravesarla.

Peatonalizar: hacer peatonal una calle o una parte de la ciudad impidiendo el tráfico de vehículos por ella.

Pelotón: Hace referencia a un cierto número de peatones que caminan juntos o en grupo, normalmente de forma involuntaria, debido a los semáforos o a otras causas.

Persona con movilidad reducida: Es aquella que, permanentemente o temporalmente, tiene limitada su capacidad de desplazamiento, de acceso o de utilizar plenamente los espacios, instalaciones, edificios y servicios.

Barrera física: Se entiende por barrera física cualquier impedimento, traba u obstáculo que no permita la libre utilización y disfrute en condiciones de seguridad de los espacios, instalaciones, edificaciones, servicios y sistemas de comunicación

Intersección: Zona común a dos o varias calles, carreteras o caminos que se cruzan al mismo nivel y en la que se incluyen las plataformas que puedan utilizar los vehículos y los peatones para el desarrollo de todos los movimientos posibles.

Mobiliario urbano: Es el conjunto de objetos existentes en las vías y espacios libres públicos, superpuestos o adosados a los elementos de urbanización o edificación, como pueden ser los semáforos, carteles de señalización, cabinas telefónicas, fuentes, papeleras, marquesinas, kioscos y otros de naturaleza análoga.

Anchura útil o eficaz de una acera: Es la que se puede utilizar de forma efectiva por los peatones en sus movimientos o también la distancia de la "línea límite de obstáculos" a la fachada de los edificios.

Ciclo: Se denomina así, al tiempo necesario para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados a un mismo regulador.

Fase: Cada una de las combinaciones de indicaciones que permiten uno o varios movimientos simultáneos a través de la intersección de peatones y vehículos. Las luces verde y roja significan respectivamente, la autorización y prohibición de pasar.

Reparto del ciclo: Es la distribución de éste entre las distintas calles que confluyen en la intersección.

Zona de circulación: Zona disponible para el movimiento de peatones; necesaria para acomodar a los peatones que cruzan durante la fase verde, a los que circulan para sumarse a la cola de la fase roja y también a aquellos otros que circulan entre las aceras adyacentes pero que no cruzan la calle.

Zona de espera: Zona necesaria para acomodar a los peatones que esperan durante la fase roja. **Zona de influencia peatonal:** Zona que comprende la zona de circulación y de espera.

5. Metodología a emplear

5.1. Trabajos de campo

5.1.1. Objetivo de los aforos

Como mencionado anteriormente, uno de los objetivos particulares de este trabajo es realizar aforos de peatones. Estos últimos permiten determinar la capacidad y en seguida el nivel de servicio de la calle Colón. Los aforos peatonales son recursos útiles al análisis de la calle. Se obtiene la intensidad de flujo horaria midiendo el flujo de cada quince minutos, a saber, el número de peatones que pasan por un determinado punto durante quince minutos.

Además, es una manera de aclarar el comportamiento de los viandantes en la calle, aunque sea más complejo entender la movilidad peatonal debido a todos los factores que intervienen en ella. Los aforos permiten evaluar la calidad del espacio público a través la movilidad de los transeúntes.

De hecho, se determinará con estos sondeos:

- el volumen y la intensidad de peatones que se desplazan
- la dirección de los flujos

5.1.2. Métodos existentes

Varios procedimientos de aforos existen actualmente. A continuación, se presenta algunos de ellos que podrían haberse implementados en la Calle Colón.

5.1.2.1. Aforo manual- en sitio

Este tipo de aforo se realiza directamente en sitio por una o varias personas. Para llevarlo a cabo se utiliza una ficha de aforo o formulario donde se clasifica los datos a medir.

Este método es muy común debido a su facilidad de aplicación y su coste. Participa a la calibración de equipos cuando se usa métodos automatizados de aforo. Además, cuando el número de contadores lo permite, se puede destacar datos característicos de los viandantes (edad, género, comportamiento a riesgo, etc.). Una determinación de volumen e intensidad de peatones necesita un contador manual, instrumento poco costoso y ninguna instalación adicional.

Los aforos manuales se limitan a dos horas consecutivas para no estar sesgado por el cansancio de los observadores. Se determina el flujo de peatones por intervalos de quince minutos durante las horas puntas y vacías.



Ilustración 19: Contador manual

(<https://www.amazon.fr/infactory-PE-5653-Compteur-manuel/dp/B008FIB3NW>)

Corrientemente, un observado puede contar entre 600 y 800 viandantes por hora en línea recta y 400 a 500 viandantes en una intersección. No obstante, eso dependerá del observador y de las características del sitio estudiado. Es un método bastante preciso pero la calidad de los aforos manuales depende mucho de los contadores y de su formación.

De manera general el coste de los aforos manuales de gran importancia es globalmente elevado. En efecto necesita, varios contadores por varios días y un tiempo de análisis más o menos largo. En consecuencia, el coste horario de este método se ve importante. (Centre de Recherches Routières, 2015).

5.1.2.2. Aforo manual- en video

En caso de que el sitio a estudiar dispone de cámaras, se puede analizar y contar los transeúntes en video. También se puede instalar cámaras en sitio para realizar estas cuentas.

Es un método eficiente en el sentido de que se puede volver atrás y verificar las cuentas.

Necesita el mantenimiento de las cámaras, pero la zona de detección de viandantes es la más interesante de todos los métodos ($\approx 25m$).

Sin embargo, la cuenta depende mucho de la calidad de las imágenes (luminosidad, ocultación debido a vegetación)) y el coste de implantación se ve elevado. (Centre de Recherches Routières, 2015).

5.1.2.3. Aforo video automatizado

Como el aforo manual en video, el sitio debe disponer de varias cámaras para cobrar la zona de estudio.

Una asistencia por ordenador es necesaria para analizar los datos gracias a un programa de tratamiento de imagen especial. Las cámaras deben ser ubicadas en los sitios de aforos deseados y orientadas de tal manera que se percibe todo el tramo de estudio sin punto ciego.

Reviste las mismas ventajas e inconvenientes que el aforo manual en video (por el uso de cámaras) pero requiere también la intervención de empresas externas para la implementación de las cámaras y el análisis. (Centre de Recherches Routières, 2015).



Ilustración 20: Detección de los viandantes con un programa de tratamiento de imagen (<http://provizionph.com/analytics/>)

5.1.2.4. Time-lapse

Este método consiste en una serie de fotografías sacadas en un determinado periodo de tiempo (habitualmente largo).

Es necesario identificar los lugares específicos donde un tal método sería eficiente.

Las informaciones extraídas de la metodología Time-Lapse son limitas en términos de cifras. En efecto permite más



Ilustración 21: Time-Lapse de una intersección (<http://spacing.ca/toronto/2008/08/29/pedestrian-scramble-time-lapse/>)

identificar y estimar la utilización del espacio urbano y observar los flujos. El coste de este tipo de instalación es normalmente bajo. (Centre de Recherches Routières, 2015).

5.1.2.5. Aforos por radiación infrarroja pasiva

Los equipamientos detectan la presencia de peatones comparando su temperatura con la del ambiente gracias a las radiaciones. El sensor se instala por un lado de la calle y es dirigido de tal manera que el flujo de peatones corta el haz de infrarrojo (IR). El posicionamiento de los sensores influye en la precisión y la calidad de los datos obtenidos.

Normalmente, este tipo de herramienta se posiciona frente a un elemento fijo y en una zona donde no habrá estancia de peatones o peatones conglomerados.

Es una metodología adaptada a medidas largas y continuas. Cabe precisar que los sensores no diferencian los tipos de usuarios que atraviesan el haz IR y que suele ser utilizado en sección de calle recta (implantación imposible en intersección).

La precisión de los resultados es correcta, pero depende del equipamiento utilizado y de la temperatura exterior (si similar a la de los viandantes). En efecto, en temperatura elevada, errores en los volúmenes medidos son perceptibles. El coste de esta solución aparece moderado debido a los costes horarios de uso bajo.



Ilustración 22: Sensores de radiación infrarroja
(<https://www.mobilservice.ch/fr/accueil/cas-pratiques/comptages-pietons-1310.html>)

5.1.3. Perspectivas en los aforos de peatones

La organización de la ciudad necesita estos aforos de peatones. En efecto, conocer los flujos permite desarrollar una ciudad para el peatón, principal actor del espacio público. Con la tecnología desarrollada actualmente, se propone varias pistas de estudio de movilidad. Entre

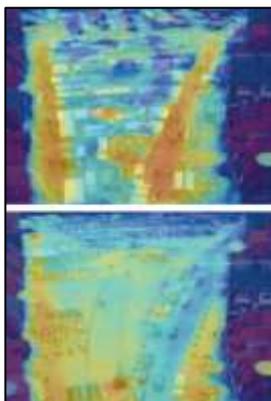


Ilustración 23: Carta de calor de la Plaza de Tournai según la frecuentación peatonal: (arriba) sábado por la mañana; (abajo) sábado por la tarde

(<https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/vm5-comptages-pietons.pdf>)

todas se puede mencionar las SmartCities o Ciudades Inteligentes, con, en particular, el uso de las cámaras de video vigilancia usadas para crear carta de calor de las zonas.

Se sugiere también, la utilización de la detección de los móviles a través el Wi-Fi o el Bluetooth cuando aquellos son activados. Varios detectores pueden ser implantados en una zona dada para una mejor precisión. Permite modelizar los desplazamientos (itinerarios y tiempos de viaje). Sin embargo, la cuestión ética se plantea con este método. En efecto, el respeto de la esfera privada de los viandantes debe ser considerado. La detección de los móviles se hace tras la identificación de cada uno. En teoría, se puede solucionar este problema con la creación de identificación anónima y temporaria (≈ 1 día). (A. Danalet, 2013)

5.1.4. Recursos disponibles y método seleccionado

Con el fin de realizar los aforos de viandantes, no se dispone de recursos económicos. De hecho, los sondeos a efectuar se hacen con solo mi participación. Dado los recursos disponibles y el tiempo asignado para este trabajo de campo, el método más adecuado es el aforo manual en sitio. Se adquiere dos contadores manuales para el conteo de peatones. El detalle de la organización del trabajo de campo se presenta en el apartado 7.1 a continuación.

5.2. Metodología de análisis: el Highway Capacity Manual, 2010

5.2.1. Presentación del HCM 2010

El Highway Capacity Manual (HCM) es un conjunto de técnica de estimación de capacidades y niveles de servicio para los varios modos de transporte en varias configuraciones de vías (intersecciones y autopistas incluidas). Presenta los conceptos y metodologías vinculadas a todos esos modos de transporte. En efecto, son disponibles los métodos de estudio de:

- Tramos urbanos
- Intersecciones señalizadas
- Intersecciones no señalizadas
- Peatones
- Bicicletas
- Autopistas de dos carriles
- Autopistas multicarriles
- Ramales

En cada apartado, se define los conceptos necesarios para el cálculo de la capacidad y del nivel de servicio de la entidad deseada. Se desarrollan además las etapas a seguir para llevar a cabo los estudios de capacidad. Por cuestiones de accesibilidad y consultación, se toma en cuenta el HCM 2010, pero cabe aclarar que la versión 2016 es la versión más actual del manual.

5.2.2. Estudio de los tramos urbanos: capacidad de peatones y nivel de servicio

El estudio de los tramos urbanos, en el ámbito del peatón sugiere varias medidas para evaluar el potencial de la zona considerada. Cada medida describe un aspecto del desplazamiento del peatón a lo largo del tramo.

A continuación, se presenta las varias etapas llegando a la determinación del nivel de servicio de la sección de calle considerada según el Highway Capacity Manual de 2010.

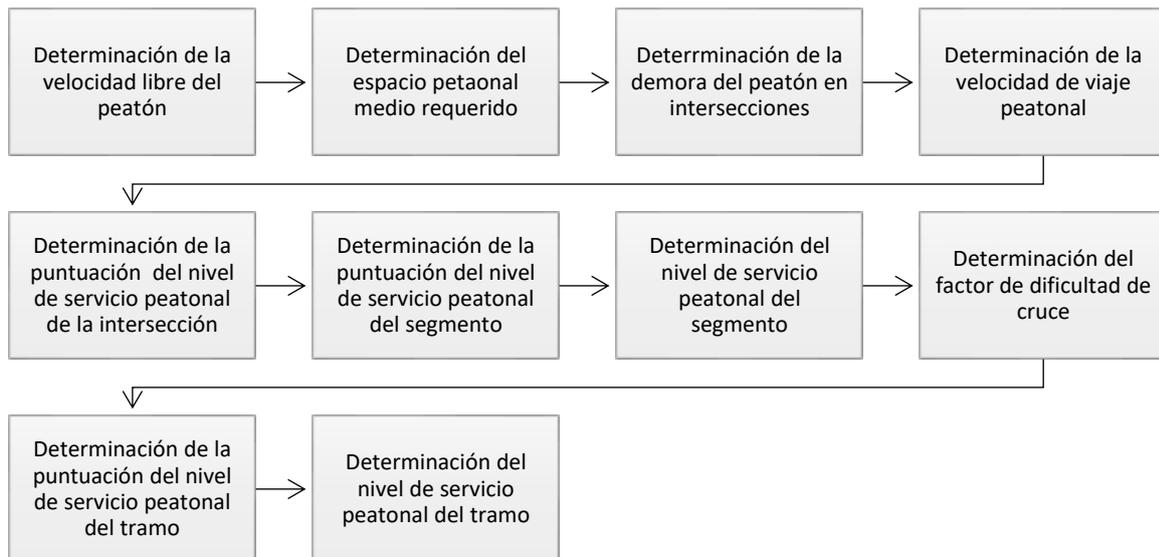


Ilustración 24: Metodología de determinación del nivel de servicio peatonal de tramos urbanos

5.2.2.1. Velocidad libre del peatón

La evaluación del potencial del tramo necesita la determinación de la velocidad libre. Esta velocidad refleja condiciones de conflicto entre peatones insignificantes, así como desvíos para evitar los demás.

Investigaciones muestran que la velocidad del peatón está afectada por la edad de este último. Si 0% hasta 20% de los peatones viajando por el segmento son mayores (65 años y más) la velocidad libre de 4.4 ft/s será considerada por el estudio. Si más de 20% de los peatones son mayores, la velocidad libre tomada será de 3.3 ft/s. Además, una mejora de 10% o más, reduce la velocidad libre de 0.3 ft/s.

5.2.2.2. Espacio peatonal medio requerido

Los peatones son sensibles al espacio que les separan de los demás, así como aquello que les separan de los obstáculos cuando pasan en la acera. El espacio peatonal requerido medio es un indicador que permite evaluar el potencial de la acera. Depende de la anchura efectiva de la acera, de los flujos de peatones y de la velocidad del peatón.

5.2.2.2.1. Anchura efectiva de la acera

La anchura efectiva de la acera es la anchura total de la acera restando los obstáculos fijos localizados en la acera, así como una distancia muerta asociada a los obstáculos verticales o las calles adyacentes. Los obstáculos fijos pueden ser continuos (vallas, fachadas de edificios) o discontinuos (arboles, bolardos, bancos).

La anchura efectiva de la acera es un promedio para la longitud del segmento considerado. Para su cálculo, se usa las ecuaciones siguientes.

$$\text{Ecuación 2.2.1.} \quad W_E = W_T - W_{O,i} - W_{O,o} - W_{s,i} - W_{s,o} \geq 0.0$$

$$\text{Ecuación 2.2.1.} \quad W_{s,i} = \max(W_{buf}, 1.5)$$

$$\text{Ecuación 2.2.3.} \quad W_{s,o} = 3.0p_{window} + 2.0p_{building} + 1.5p_{fence}$$

$$\text{Ecuación 2.2.4.} \quad W_{O,i} = \omega_{O,i} - W_{s,i} \geq 0.0$$

$$\text{Ecuación 2.2.5.} \quad W_{O,o} = \omega_{O,o} - W_{s,o} \geq 0.0$$

Con

W_E : anchura efectiva de la acera (ft)

W_T : anchura total de la acera (ft)

$W_{O,i}$: ancho efectivo de objeto fijo ajustado en el interior de la acera (ft)

$W_{O,o}$: ancho efectivo de objeto fijo ajustado en el exterior de la acera (ft)

$W_{s,i}$: “shy distance” en el interior (lado del bordillo) de la acera (ft)

$W_{s,o}$: “shy distance” en el exterior de la acera (ft)

W_{buf} : ancho de búfer entre la calzada y la acera (ft)

p_{window} : proporción de la acera adyacente a un escaparate (decimal)

$p_{building}$: proporción de la acera adyacente a una fachada (decimal)

p_{fence} : proporción de la acera adyacente a una valla o una pared baja (decimal)

$\omega_{O,i}$: ancho efectivo de los objetos fijos en el interior de la acera (ft)

$\omega_{O,o}$: ancho efectivo de los objetos fijos en el exterior de la acera (ft)

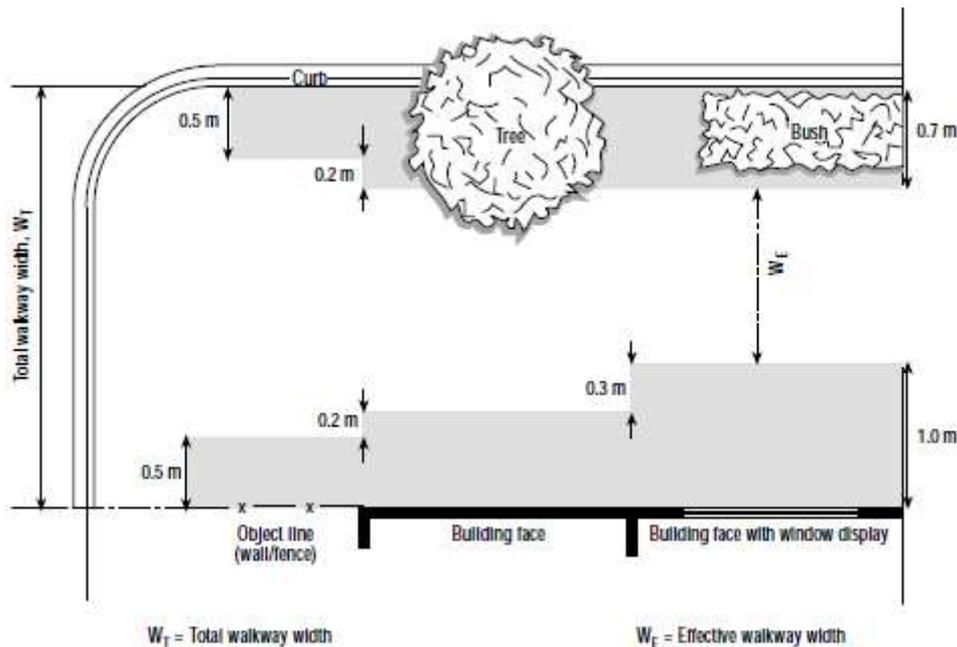


Ilustración 25: Ajuste de ancho para objetos fijos (HCM,2000)

Normalmente, se considera la “shy distance” (o distancia perdida) en el interior de la acera igual a 1.5 ft. En el exterior de la acera se considera una distancia de 1.5 ft en el caso de una valla o una pared baja, 2.0 ft en el caso de un edificio, 3.0 ft en el caso de un escaparte, y 0.0 ft si otro.

5.2.2.2.2. Flujo de peatones por unidad de ancho

El flujo de peatones por unidad de ancho de la acera es obtenido gracias a la ecuación 2.2.6. La variable v_{ped} es una variable de entrada.

Ecuación 2.2.6.
$$v_p = \frac{v_{ped}}{60W_E}$$

Con

v_p : flujo de peatones por unidad de ancho (p/ft/min)

v_{ped} : flujo de peatones en la acera considerada (andando en ambas direcciones) (p/h)

W_E : anchura efectiva de la acera (ft)

5.2.2.2.3. Velocidad promedio del peatón

La velocidad promedio del peatón S_p es una velocidad promedio, calculada gracias a la ecuación 2.2.7.

Ecuación 2.2.7.
$$S_p = (1 - 0.00078 v_p^2) S_{pf} \geq 0.5 S_{pf}$$

Con

S_p : velocidad promedio del peatón (ft/s)

S_{pf} : velocidad libre del peatón (ft/s)

v_p : flujo de peatones por unidad de ancho (p/ft/min)

5.2.2.2.4. Espacio peatonal medio requerido

La ecuación 2.2.8. permite determinar el espacio medio requerido para el peatón

$$\text{Ecuación 2.2.8.} \quad A_p = 60 \frac{S_p}{v_p}$$

Con

A_p : espacio peatonal medio requerido (ft²/p)

Y las otras variables definidas anteriormente.

5.2.2.3. Demora del peatón en intersecciones

De acuerdo con la configuración de la calle Colón, se presenta en este apartado la metodología necesaria para el cálculo de la demora peatonal en el caso de intersecciones señalizadas. De hecho, el estudio de la capacidad y del nivel de servicio en las intersecciones es imprescindible.

Dado su complejidad, se explicará el método de cálculo en un apartado específico a las intersecciones.

5.2.2.4. Velocidad de viaje peatonal

La velocidad de desplazamiento peatonal representa una medida agregada de velocidad a lo largo del segmento. Combina la demora incurrido en la intersección del límite aguas abajo más el tiempo requerido para recorrer la longitud del segmento. Como tal, es típicamente más lento que la velocidad promedio del peatón La velocidad de desplazamiento peatonal se calcula utilizando la ecuación 2.4.1.

$$\text{Ecuación 2.4.1.} \quad S_{Tp,seg} = \frac{L}{\frac{L}{S_p} + d_{pp}}$$

Con

$S_{Tp,seg}$: velocidad de viaje peatonal (ft/s)

L : longitud del segmento (ft)

S_p : velocidad promedio del peatón (ft/s)

d_{pp} : demora peatonal por andar de manera paralela al segmento (s/p)

De manera general, la velocidad de viaje peatonal se acerca de 4.0 ft/s o más. No obstante, una velocidad de 2.0 ft/s o menos es poco aconsejable.

5.2.2.5. Puntuación del nivel de servicio peatonal de la intersección

La puntuación del nivel de servicio para la intersección $I_{p,int}$ debe ser determinada. Como fue mencionado antes, hay que referirse al apartado que analiza detalladamente las intersecciones.

5.2.2.6. Puntuación del nivel de servicio peatonal del segmento

Esta puntuación se calcula gracias a la ecuación 2.6.1. siguiente:

$$\text{Ecuación 2.6.1.} \quad I_{p,link} = 6.0468 + F_w + F_v + F_s$$

$$\text{Ecuación 2.6.2.} \quad F_w = -1.2276 \ln(W_v + 0.5W_1 + 50p_{pk} + W_{buf}f_b + W_{aA}f_{sw})$$

$$\text{Ecuación 2.6.3.} \quad F_v = 0.0091 \frac{v_m}{4N_{th}}$$

$$\text{Ecuación 2.6.4.} \quad F_s = 4 \left(\frac{S_R}{100} \right)^2$$

Con

$I_{p,link}$: puntuación del NS para el segmento

F_w : factor de ajuste de sección transversal

F_v : factor de ajuste del volumen del vehículo motorizado

F_s : factor de ajuste de la velocidad del vehículo motorizado

W_v : ancho total efectivo del exterior a través los carriles, carriles bici y arcén como una función de tráfico (ft) – ver Tabla 5

W_1 : ancho efectivo del carril bici y arcén combinados (ft) – ver Tabla 5

p_{pk} : proporción del estacionamiento de calle ocupado (decimal)

W_{buf} : ancho de búfer entre la calzada y la acera (igual a 0.0 ft si no existe aceras) (ft)

f_b : coeficiente del área de búfer; igual a 5.37 para cualquier barrera continua de al menos 3 ft de altura que se encuentre entre la acera y el borde exterior de la carretera; de lo contrario, se usa 1.0.

W_A : anchura de acera disponible; igual a 0.0 ft si no existe aceras o $W_A = W_T - W_{buf}$ si la acera existe. (ft)

W_{aA} : ajuste de la anchura de acera disponible $W_{aA} = \min(W_A; 10)$ (ft)

f_{sw} : coeficiente de ancho de la acera $f_{sw} = 6.0 - 0.3W_{aA}$

v_m : velocidad de flujo de segmento medio (direccional más cercano a la acera sujeto) (veh/h)

N_{th} : número de carriles en el segmento en la dirección de viaje considerada (carriles)

S_R : velocidad de funcionamiento del vehículo motorizado $S_R = \frac{3600L}{5280t_R}$ (mi/h)

t_R : tiempo de recorrido del segmento del vehículo motorizado (s)

Determinación del tiempo de recorrido del segmento del vehículo motorizado

1. Determinación de la velocidad de flujo libre

La velocidad libre representa la velocidad de viaje media de los automóviles viajando por el segmento en condiciones de flujo libre, sin instrumentos de control del tráfico, o molesta de otros vehículos.

Refleja el efecto del entorno callejero en la elección del conductor. Los elementos del entorno vial que influyen en esta elección en condiciones de flujo libre incluyen el límite de velocidad, la densidad del punto de acceso, el tipo de mediana, la presencia de bordillos y la longitud del segmento.

La determinación de la velocidad de flujo libre se basa en el cálculo de la velocidad de flujo libre base y un factor de ajuste para el espaciado de la señal.

Velocidad de flujo libre base

Ecuación 2.6.5.

$$S_{f0} = S_0 + f_{CS} + f_A$$

S_{f0} : velocidad de flujo libre base (mi/h)

S_0 : velocidad constante (mi/h)

f_{CS} : ajuste para la sección transversal (mi/h)

f_A : ajuste para puntos de acceso (mi/h)

Velocidad límite (mi/h)	Velocidad constante S_0 (mi/h) ^a	Tipo de mediana	Porcentaje con mediana (%)	Ajuste para la sección transversal f_{CS} (mi/h) ^b	
				Sin bordillo	Con bordillo
25	37.4	Restrictiva	20	0.3	-0.9
30	39.7		40	0.6	-1.4
35	42.1		60	0.9	-1.8
40	44.4		80	1.2	-2.2
45	46.8		100	1.5	-2.7
50	49.1	No restrictiva	No se aplica	0.0	-0.5
55	51.5	Sin mediana	No se aplica	0.0	-0.5

Puntos de acceso D_a (puntos/mi)	Ajuste para los puntos de acceso f_A por carriles N_{th} (mi/h) ^c			
	1 carril	2 carriles	3 carriles	4 carriles
0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0
4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
10	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2
20	-1.6	-0.8	-0.5	-0.4
40	-3.1	-1.6	-1.0	-0.8
60	-4.7	-2.3	-1.6	-1.2

Tabla 3: Factores de ajuste de la velocidad de flujo libre base (National Research Council (United States of America), 2010)

Notas:

^a $S_0 = 25.6 + 0.47S_{pl}$ con S_{pl} : límite de velocidad (mi/h)

^b $f_{CS} = 1.5p_m - 0.47p_{curb} - 3.7p_m p_{curb}$ con p_m : proporción del segmento con mediana restrictiva (decimal); p_{CS} : proporción del segmento con bordillo en el lado derecho (decimal)

^c $f_A = -0.078D_a/N_{th}$ con $D_a = 5.80(N_{ap,s} + N_{ap,o})/(L - W_i)$ con D_a : puntos de acceso en el segmento (puntos/mi); N_{th} : número de carriles en la dirección sujeta de viaje (carriles); $N_{ap,s}$: número de puntos de acceso en el lado derecho de la dirección sujeta de viaje (puntos); $N_{ap,o}$: número de puntos de acceso en el lado derecho de la dirección de viaje opuesta a la sujeta (puntos) y W_i : anchura de la intersección señalizada (ft).

Ajuste para el espaciado de la señal

Parece evidente que un segmento corto, en su longitud, (cuando está definido por intersecciones señalizadas) va a influir en la elección de velocidad de flujo libre del conductor. Los segmentos cortos presentan una velocidad de flujo libre más baja, por otros factores iguales.

Ecuación 2.6.6.
$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{f0}^{-19.5}}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Con f_L : factor de ajuste para el espaciado de la señal

S_{f0} : velocidad de flujo libre base (mi/h)

L_s : distancia entre intersecciones señalizadas (ft)

Velocidad de flujo libre

Ecuación 2.6.7.
$$S_f = S_{f0} f_L$$

Con S_f : velocidad de flujo libre (mi/h) y las otras variables definidas anteriormente.

2. Ajuste para vehículos próximos

El factor de proximidad de los vehículos ajusta el tiempo de recorrido en flujo libre, para tener en cuenta la densidad del tráfico.

El ajuste resulta de un aumento del tiempo de recorrido con un aumento del volumen.

Ecuación 2.6.8.
$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

f_v : factor de ajuste de proximidad

v_m : flujo de demanda de segmento medio (veh/h)

N_{th} : número de carriles en el segmento en la dirección sujeta de viaje (carriles)

S_f : velocidad de flujo libre (mi/h)

3. Demora por vehículos que giran

Los vehículos que pasan del segmento sujeto a un punto de acceso pueden causar retrasos en el seguimiento de los vehículos. Para los vehículos que giran a la derecha, el retraso se produce cuando la velocidad de los vehículos siguientes se reduce para acomodarse al vehículo que gira.

Para los vehículos que giran a la izquierda, la demora se produce cuando los siguientes vehículos deben esperar en cola mientras el vehículo que está adelante ejecuta una maniobra de giro a la izquierda en la intersección del punto de acceso. El retraso debido a los vehículos de giro a la izquierda ocurre principalmente en las calles indivisas; sin embargo, también puede ocurrir en calles divididas cuando la cola de giro a la izquierda excede el espacio de almacenamiento disponible y se vierte dentro del carril.

Para el planeamiento, en tanto de primer análisis se usa la tabla a continuación con el fin de determinar la demora d_{ap} .

Volumen de medio segmento (veh/h/carril)	Demora debida a los vehículos que giran (s/veh/pt) por número de carriles		
	1 carril	2 carriles	3 carriles
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.15	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

Tabla 4: Demora debida a los vehículos que giran (National Research Council (United States of America),2010)

Los valores expuestos representan 10% de giro a la izquierda y 10% de giro a la derecha desde el segmento al punto de acceso de la intersección. Si el porcentaje es menor de 10%, las demoras pueden ser reducidas de manera proporcional. Por ejemplo, si el punto de acceso tiene 5% de giro a la izquierda y 5% de giro a la derecha, los valores serán multiplicadas por 0.5 (5/10). Además, si se proporciona un área de gira de longitud adecuada para un movimiento de giro, pero no para el otro, los valores enumerados en la tabla deben multiplicarse por 0.5. Si se proporciona a ambos movimientos un área de gira de longitud adecuada, el retraso debido a los giros puede suponerse igual a 0.0 segundos por vehículo por punto de acceso (s/veh/pt).

4. Demora debida a otras fuentes

Otros factores pueden causar la disminución de la velocidad del conductor o incurrir una demora mientras viajar a lo largo del segmento (aparcamientos, carril bici). A pesar de todas estas fuentes, la metodología del HCM solo toma en cuenta la demora debida a vehículos que giran. Sin embargo, si la demora está estimada o conocida, puede ser tomada en cuenta en el tiempo de recorrido.

5. Tiempo de recorrido del segmento

La ecuación a continuación se usa para calcular el tiempo de recorrido, basándose en el movimiento de control en las intersecciones, la velocidad de flujo libre, la proximidad de los vehículos, y demoras debidas a varias fuentes.

Ecuación 2.6.9.

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other}$$

Con

$$f_x = \begin{cases} 1.00 & (\text{intersecciones señalizadas or STOP}) \\ 0.00 & (\text{movimientos no controlados}) \\ \min(v_{th}/c_{th}, 1.00) & (\text{ceder el paso}) \end{cases}$$

t_R : tiempo de recorrido (s)

l_1 : tiempo de puesta en marcha (s); igual 2.0 s si señalizadas, 2.5 si STOP o ceder el paso

L : longitud del segmento (ft)

f_x : factor de ajuste según el tipo de control de la intersección

v_{th} : flujo de vehículos llegando en la intersección (veh/h)

c_{th} : número máximo de vehículos que pueden llegar en la intersección (veh/h)

N_{ap} : número de puntos de acceso con influencia en el tiempo de recorrido $N_{ap} = N_{ap,s} + p_{ap,lt} N_{ap,o}$ (puntos)

$N_{ap,s}$: número de punto de acceso en el lado derecho de la dirección sujeta de viaje (puntos)

$N_{ap,o}$: número de puntos de acceso en el lado derecho de la dirección de viaje opuesta a la sujeta (puntos)

$p_{ap,lt}$: proporción de $N_{ap,o}$ accesible con un giro a la izquierda desde la dirección sujeta de viaje

$d_{ap,i}$: demora debida a giros a la izquierda o derecha desde la calle hasta los puntos de acceso a la intersección i. (s/veh)

d_{other} : demora debida a otras fuentes a lo largo del tramo (bordillos, peatones...) (s/veh)

Y las otras variables definidas anteriormente.

Condición	Variable con una condición satisfecha	Variable con una condición no satisfecha
p_{pk}	$W_t = W_{ol} + W_{bl} + W_{os}^*$	$W_t = W_{ol} + W_{bl}$
$v_m > 160$ veh/h o calle dividida	$W_v = W_t$	$W_v = W_t(2 - 0.005v_m)$
$p_{pk} < 0.25$ o el estacionamiento está marcado	$W_1 = W_{bl} + W_{os}^*$	$W_1 = 10$

Tabla 5: Variables para la puntuación del nivel de servicio peatonal (National Research Council (United States of America), 2010)

W_t : ancho total efectivo del exterior a través los carriles, carriles bici y arcén pavimentado (ft)

W_{ol} : ancho del exterior a través del carril (ft)

W_{os}^* : ajuste del ancho del arcén exterior pavimentado; si un bordillo está presente $W_{os}^* = W_{os} - 1.5 \geq 0.0$, en el caso contrario $W_{os}^* = W_{os}$ (ft)

W_{os} : ancho del arcén pavimentado (ft)

W_{bl} : ancho del carril bici; igual 0.0 si el carril bici no se proporciona (ft)

El coeficiente de búfer depende de la presencia de barrera continua en el búfer. Para determinar este coeficiente, se considera la repetición de objetos verticales (árboles o bolardos) como una barrera continua si son de al menos 3 ft de altura y si están separados de aproximadamente 20 ft o menos.

La puntuación del NS peatonal depende de la separación entre los viandantes y la circulación de vehículos. También, se nota una relación entre esta puntuación, la velocidad y el volumen de estos vehículos. Una separación física o automóviles estacionados entre el tráfico rodado y los peatones aumenta la distancia de separación lo que también incrementa la calidad percibida del servicio.

Si la acera no está continua en la longitud del segmento considerado, el segmento debería ser dividido en subsegmento con el fin de evaluar cada uno de los subsegmentos de manera individual. Para esta aplicación, se tomará un subsegmento como aquello que empieza y acabe a cada ruptura de la acera. Por lo tanto, la puntuación de NS peatonal será el promedio de las puntuaciones de todos los subsegmentos, ponderados de tal manera que los coeficientes de ponderación corresponden a la proporción de cada subsegmento en el segmento total.

5.2.2.7. Nivel de servicio del segmento

El nivel de servicio del segmento se determina con la puntuación del nivel de servicio peatonal de la etapa anterior y del espacio peatonal requerido del apartado 5.2.2.2. Estas dos variables son comparadas con los umbrales de la tabla a continuación para determinar el nivel de servicio para una dirección de viaje a largo del segmento de acera. Si no existe aceras, y los viandantes deben andar por la calle, el concepto de espacio peatonal no se aplica y se usa otra metodología. Esta última no será desarrollada en este trabajo porque la calle Colón puede ser estudiada gracia a las dos variables mencionadas anteriormente.

5.2.2.8. Factor de dificultad de cruce de la carretera

El factor de dificultad de cruce peatonal mide la dificultad de cruzar la calle entre intersecciones. El potencial del segmento se ve reducido si el peatón percibe el cruce difícil.

Este factor se basa en la demora provocada por un peatón que cruza la calle considerada. Una opción de cruce es que el peatón puede considerar para alterar su trayectoria de viaje desviándose al cruce controlado por señal más cercano. Esta ubicación de cruce puede ser un paso de peatones señalizado del medio del segmento o puede ser una intersección señalizada.

Una segunda opción de cruce es continuar en la ruta de viaje original completando un cruce de medio segmento en una ubicación no controlada. Si este tipo de cruce es legal a lo largo del segmento sujeto, el peatón cruzará cuando exista un hueco de tiempo aceptable en el tráfico rodado.

Cada una de estas dos opciones de cruce se considera en este paso. La opción que requiere la menor demora se utiliza como base para calcular el factor de dificultad de cruce. El tiempo para recorrer el segmento es común para ambas opciones y, por lo tanto, no se incluye en la estimación de demora para ninguna de las opciones.

5.2.2.8.1. Demora de desvío

Esta demora ocurre por el desvío hasta la intersección señalizada más cercana. Incluye la demora por andar desde y hasta un cruce de medio segmento hasta la intersección señalizada más cercana y la demora al esperar de cruzar. El cálculo de esta demora necesita el conocimiento de la distancia hasta la intersección y los tiempos de las varias fases de los semáforos.

La distancia al lugar de cruce más cercano D_c se basa en uno de dos enfoques. El primer enfoque se usa si hay una ruta peatonal identificable (a) que interseca el segmento y continúa más allá del segmento y (b) en el que viaja la mayoría de los peatones que cruzan. La ubicación de esta ruta se muestra para dos casos en la figura. La figura (a) ilustra la distancia D_c cuando el peatón se desvía a la intersección señalizada más cercana. Esta distancia se mide desde la ubicación del cruce hasta la intersección señalizada.

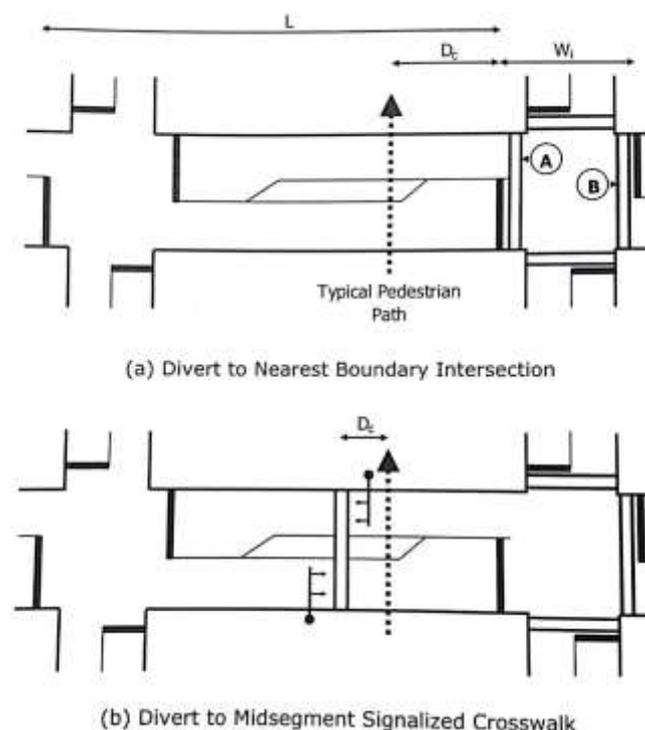


Ilustración 26: Distancia de desvío

En el caso (b), la distancia es medida desde el lugar de cruce hasta la intersección señalizada. En este caso la distancia D_c está determinada por el analizador.

El segundo enfoque se usa si los cruces ocurren de manera uniforme a lo largo de la longitud del segmento. En esta situación, se puede suponer que la distancia D_d es igual a un tercio de la distancia entre los cruces controlados por señal más cercanos que delimitan el segmento sujeto.

De hecho, la distancia de desvío hasta la intersección señalizada más cercana es:

Ecuación 2.8.1.
$$D_d = 2D_c$$

Con

D_d : distancia de desvío (ft)

D_c : distancia hasta la intersección señalizada más cercana (ft)

La demora resultada de este desvío se calcula con la ecuación siguiente:

Ecuación 8.2.
$$d_{pd} = \frac{D_d}{S_p} + d_{pc}$$

d_{pd} : demora de desvío peatonal (s/p)

D_d : distancia de desvío (ft)

S_p : Velocidad promedio del peatón (f/s)

d_{pc} : demora del peatón cuando cruza a la intersección señalizada más cercana

La demora d_{pc} se determina en apartado 5.2.2.3.

5.2.2.8.2. Cálculo del factor de dificultad de cruce

De hecho, se calcula el factor de dificultad de la manera siguiente

Ecuación 8.3.
$$F_{cd} = 1.0 + \frac{0.10d_{px} - (0.318I_{p,link} + 0.220I_{p,int} + 1.606)}{7.5}$$

F_{cd} : factor de dificultad de cruce

d_{px} : demora de cruce $d_{px} = \min(d_{pd}; d_{pw}; 60)$ (s/p)

d_{pd} : demora de desvío peatonal (s/p)

d_{pw} : demora de espera peatonal (s/p)

$I_{p,link}$: puntuación del nivel de servicio peatonal del segmento

$I_{p,int}$: puntuación del nivel de servicio peatonal de la intersección

Si el factor obtenido por la ecuación 8.3. es inferior a 0.80, se tomará en cuenta 0.80 para los cálculos a continuación. Si el factor es superior a 1.20, se considerará 1.20 para los cálculos a continuación.

Si el cruce en medio segmento es ilegal, la determinación de la demora de cruce no incluye la consideración de la demora de espera peatonal d_{pw} . De hecho, $d_{px} = \min(d_{pd}; 60)$.

5.2.2.9. Puntuación del nivel de servicio peatonal para el tramo

La puntuación del nivel de servicio del tramo estudiado se calcula gracias a la ecuación 9.1.

Ecuación 9.1.
$$I_{p,seg} = F_{cd}(0.38I_{p,link} + 0.220I_{p,int} + 1.606)$$

Con $I_{p,seg}$ la puntuación del nivel de servicio peatonal del tramo y las otras variables definidas anteriormente.

5.2.2.10. Nivel de servicio del tramo

El nivel de servicio peatonal para el tramo se determina utilizando la puntuación LOS peatonal del apartado 5.2.2.9 y el espacio peatonal 5.2.2.2. Estas dos medidas se comparan con sus respectivos umbrales en la tabla a continuación para determinar el nivel de servicio para la dirección de viaje especificada a lo largo del segmento de sujeto. Si no existe una acera y los peatones deben caminar por la calle, el concepto de espacio peatonal no se aplica y otra metodología se utiliza.

Puntuación del NS peatonal	Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido					
	>60	>60-40	> 24-40	>15-24	>8.0 ^a -15	≤8.0 ^a
≤2.00	A	B	C	D	E	F
<2.00-2.75	B	B	C	D	E	F
<2.75-3.50	C	C	C	D	E	F
<3.50-4.25	D	D	D	D	E	F
<4.25-5.00	E	E	E	E	E	F
>5.00	F	F	F	F	F	F

^aEn situación de flujos transversales, el umbral será de 13 ft²/p

Tabla 6: Umbrales de niveles de servicio peatonales (National Research Council (United States of America), 2010)

5.2.3. Intersecciones señalizadas

La metodología ofrece una variedad de medidas para evaluar el rendimiento de las intersecciones en términos de servicio a los peatones. Cada medida describe un aspecto diferente del viaje peatonal a través la intersección.

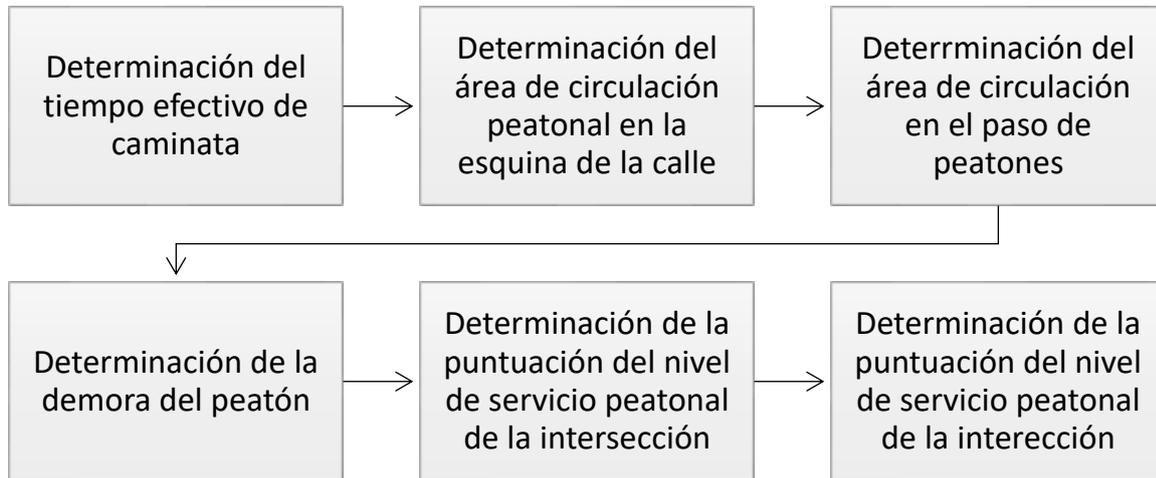


Ilustración 27: Metodología de determinación del nivel de servicio peatonal en intersecciones señalizadas

5.2.3.1. Tiempo efectivo de caminata

Las investigaciones indican que, en las intersecciones con señales peatonales, los peatones generalmente continúan ingresando a la intersección durante los primeros segundos del intervalo libre de peatones. Este comportamiento aumenta efectivamente el tiempo efectivo de caminata disponible para los peatones. Una estimación de este tiempo adicional de caminata es 4.0 s. Un valor distinto de cero, para este tiempo adicional, implica que algunos peatones están iniciando su cruce durante la indicación de no caminar.

Si el servicio a los peatones es (a) accionado con una señal peatonal y la fase verde intermitente o ámbar no está habilitada o (b) planificada con una señal peatonal, entonces

Ecuación 3.1.1.
$$g_{walk} = Walk + 4.0$$

Si la fase proporcionando el servicio a los peatones está programada con una señal peatonal verde y una fase intermitente verde o ámbar

Ecuación 3.1.2.
$$g_{walk} = D_p - Y - R_c - PC + 4.0$$

Si no existe señales,

Ecuación 3.1.3.
$$g_{walk} = D_p - Y - R_c$$

Con

g_{walk} : tiempo efectivo de caminata (s)

$Walk$: indicación de caminar (s)

D_p : duración de la fase (s)

Y : fase ámbar (s)

PC : fase verde (s)

R_c : fase roja de despeje (s)

El tiempo efectivo de caminata estimado es considerado valido para ser aplicable directamente en el diseño o análisis debido a su carácter conservativo en la cantidad de tiempo de caminata adicional.

5.2.3.2. Determinación del área de circulación peatonal en la esquina de la calle

Este paso compara el tiempo, así como el espacio disponible con la demanda peatonal. El producto del tiempo y del espacio es el parámetro crítico. Combina las restricciones debidas al diseño geométrico de la esquina y la señalización peatonal.

5.2.3.2.1. Espacio-tiempo disponible.

Se calcula gracias a la ecuación siguiente.

Ecuación 3.2.1.
$$TS_{corner} = C(W_a W_b - 0.215R^2)$$

Con

TS_{corner} : espacio-tiempo disponible (ft².s)

C : duración del ciclo (s)

W_a : ancho total del paso de peatones A (ft)

W_b : ancho total del paso de peatones B (ft)

R : radio de la curva de la esquina (ft)

Si el radio es más largo que W_a o W_b , la variable R será igual al ancho más pequeño W_a o W_b .

5.2.3.2.2. Tiempo de espera del área de retención

El tiempo medio de retención de peatones representa el tiempo promedio que los peatones esperan para cruzar la calle cuando salen de la esquina del sujeto. La ecuación para calcular este tiempo se basa en la suposición de que las llegadas de peatones se distribuyen uniformemente durante el ciclo.

Ecuación 3.2.2.
$$Q_{tdo} = \frac{N_{do}(C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Ecuación 3.2.3.
$$N_{do} = \frac{v_{do}}{3600} C$$

Q_{tdo} : tiempo total pasado por los peatones esperando cruzar la calle principal durante un ciclo (p.s)

N_{do} : número de peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle principal (p)

$g_{Walk,mi}$: tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s)

C : duración del ciclo (s)

v_{do} : flujo de peatones que llegan en la esquina para cruzar la calle principal (p/h)

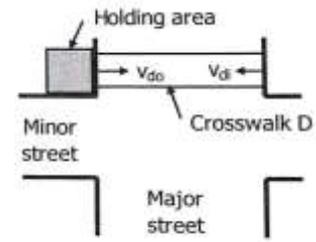


Ilustración 28: Configuración del paso de peatones D (National Research Council (United States of America),2010)

Si el servicio a los peatones es (a) accionado con una señal peatonal y la fase verde intermitente o ámbar no está habilitada o (b) planificada con una señal peatonal, entonces

Ecuación 3.2.4.
$$g_{Walk,mi} = Walk_{mi} + 4.0$$

Si la fase proporcionando el servicio a los peatones está programada con una señal peatonal verde y una fase intermitente verde o ámbar

Ecuación 3.2.5.
$$g_{Walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi} - PC_{mi} + 4.0$$

Si no existe señales,

Ecuación 3.2.6.
$$g_{Walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi}$$

Con

$g_{walk,mi}$: tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s)

$Walk_{mi}$: indicación de caminar para los movimientos de la calle secundaria (s)

$D_{p,mi}$: duración de la fase de la calle secundaria (s)

Y_{mi} : fase ámbar para los movimientos de la calle secundaria (s)

PC_{mi} : fase verde para los movimientos de la calle secundaria (s)

$R_{c,mi}$: fase roja para los movimientos de la calle secundaria (s)

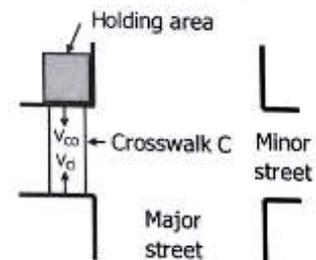


Ilustración 29: Configuración del paso de peatones C (National Research Council (United States of America),2010)

Las tres ecuaciones anteriores se repiten para calcular el tiempo del área de espera para los peatones que esperan cruzar la calle secundaria Q_{tco} . Para esta aplicación, la letra "do" del subíndice se reemplaza por la letra "co" para indicar a los peatones que llegan a la esquina para cruzar en el paso C. De forma similar, la letra "mi" se reemplaza por "mj" para indicar el tiempo de la señal variables asociadas con la fase que sirve a la calle principal a través del movimiento.

5.2.3.2.3. Espacio-tiempo de circulación

El espacio de tiempo disponible para los peatones circulantes es igual al espacio-tiempo total disponible menos el espacio-tiempo ocupado por los peatones que esperan cruzar. El último valor es igual al producto del tiempo de espera total y el área utilizada por los peatones que esperan (= 5.0 ft² / p). La ecuación 3.2.7. se usa para calcular el espacio de tiempo disponible para peatones que circulan.

Ecuación 3.2.7.
$$TS_c = TS_{corner} - [5.0(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

Con TS_c el espacio-tiempo disponible para la circulación de los viandantes (ft².s) y las otras variables definidas anteriormente.

5.2.3.2.4. Área de circulación peatonal en la esquina de la calle

El espacio requerido para los peatones que circulan se calcula dividiendo el espacio-tiempo disponible para los peatones que circulan por el tiempo que los peatones consumen caminando a través del área de la esquina. Esta última cantidad es igual al volumen de circulación total multiplicado por el tiempo de circulación promedio supuesto (= 4.0 s). La ecuación 3.2.8., con la ecuación 3.2.9., se usa para calcular el área de circulación de la esquina.

Ecuación 3.2.8.
$$M_{corner} = \frac{TS_c}{4.0N_{tot}}$$

Con

Ecuación 3.2.9.
$$N_{tot} = \frac{v_{ci} + v_{co} + v_{di} + v_{do} + v_{a,b}}{3600} C$$

Y M_{corner} : área de circulación por peatón (ft²/p)

N_{tot} : número total de peatones que circulan llegando a cada ciclo (p)

v_{ci} : flujo de peatones llegando a la esquina después de haber cruzado la calle secundaria (p/h)

v_{co} : flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la calle secundaria (p/h)

v_{di} : flujo de peatones llegando a la esquina después de haber cruzado la calle principal (p/h)

v_{do} : flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la calle principal (p/h)

$v_{a,b}$: flujo de peatones que caminan a través de la esquina de la acera A hasta la B, o contrario (p/h)

Las otras variables son definidas anteriormente.

5.2.3.3. Área de circulación de paso de peatones

Este paso describe un procedimiento para evaluar el rendimiento de un paso de peatones. Se repite para cada paso de peatones de interés.

El procedimiento a seguir describe la evaluación del paso de peatones D en la figura (es decir, un paso de peatones a través de la calle principal). El procedimiento se repite para evaluar el paso de peatones C. Para la segunda aplicación, las letras del subíndice "do" y "di" se reemplazan con las letras "co" y "ci", respectivamente, para indicar a los peatones asociados con el paso de peatones C. De manera similar, la letra "d" del subíndice se reemplaza por la letra "c" para indicar la longitud y el ancho del paso de peatones C. Además, las letras de subíndice "mi" se reemplazan por "mj" para indicar variables de la señal asociadas con la fase del movimiento de calle principal.

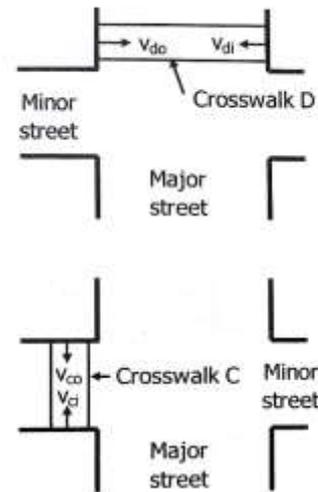


Ilustración 30: Representación de los pasos de peatones D y C (National Research Council (United States of America), 2010)

5.2.3.3.1. Velocidad de marcha establecida

La velocidad promedio del peatón S_p es necesaria para evaluar el rendimiento en las esquinas y el paso de peatones. Ella se determina en el apartado 5.2.2.2.3.

5.2.3.3.2. Espacio-tiempo disponible

La ecuación siguiente se usa para determinar el espacio-tiempo disponible.

Ecuación 3.3.1.
$$TS_{cw} = L_d W_d g_{Walk,mi}$$

Con

TS_{cw} : espacio-tiempo disponible (ft².s)

L_d : longitud del paso de peatones D (ft)

W_d : ancho efectivo del paso de peatones D (ft)

$g_{Walk,mi}$: tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s)

5.2.3.3.3. Espacio-tiempo efectivo disponible

El espacio-tiempo de paso de peatones disponible se ajusta en este paso para tener en cuenta el efecto de los vehículos que giran tienen sobre los peatones. Este ajuste se basa en la ocupación supuesta de un vehículo en el cruce de peatones. Se calcula con las ecuaciones a continuación.

Ecuación 3.3.2.
$$TS_{cw}^* = TS_{cw} - TS_{tv}$$

Y Ecuación 3.3.3.
$$TS_{tv} = 40N_{tv}W_d$$

Ecuación 3.3.4.

$$N_{tv} = \frac{v_{lt,perm} + v_{rt} - v_{rtor}}{3600} C$$

TS_{cw}^* : espacio-tiempo efectivo disponible para el cruce (ft².s)

TS_{tv} : espacio-tiempo ocupado por los vehículos que giran (ft².s)

N_{tv} : número de vehículos que giran durante la fase verde y la fase verde intermitente (veh)

$v_{lt,perm}$: flujo de vehículos que giran a la izquierda (si permitido) (veh/h)

v_{rt} : flujo de vehículos que giran a la derecha (si permitido) (veh/h)

v_{rtor} : flujo de vehículos que giran a la derecha durante la fase rojo (veh/h)

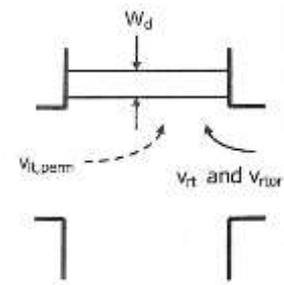


Ilustración 31: Representación de los movimientos de vehículos (National Research Council (United States of America), 2010)

Las otras variables son definidas anteriormente. La constante 40 en la ecuación 3.3.3 representa el producto de la trayectoria de la mayoría de los vehículos (=8ft) y el tiempo de ocupación del paso de peatón por un vehículo que gira (5s).

Los flujos de los vehículos que giran a la izquierda y giran a la derecha utilizados en la ecuación 3.3.4. son aquellos asociados con los vehículos que reciben una indicación verde al mismo tiempo que el cruce de peatones en cuestión y giran a través del paso de peatones sujeto.

5.2.3.3.4. Tiempo de servicio peatonal

El tiempo de servicio total se calcula según el ancho del cruce de peatones. Esta vez representa el tiempo transcurrido desde la salida del primer peatón de la esquina hasta la llegada del último peatón al otro lado del paso de peatones.

Si el ancho del paso de peatones W_d es superior a 10 ft:

Ecuación 3.3.5.
$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

Si el ancho del paso de peatones W_d es inferior o igual a 10 ft:

Ecuación 3.3.6.
$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 0.27 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

Con

Ecuación 3.3.7.
$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C}$$

Y

$t_{ps,do}$: tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (s)

$N_{ped,do}$: número de peatones que están esperando en la esquina para cruzar la calle principal (p)

Las otras variables son definidas anteriormente.

La ecuación 3.3.7. proporciona una estimación del número de peatones que cruzan como grupo a la fase verde. También se usa para calcular $N_{ped,di}$ para la otra dirección de viaje en el mismo paso de peatones (usando N_{di}). Finalmente, la ecuación 3.3.5. o 3.3.6. se usa para calcular el tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina del sujeto después de haber esperado en la otra esquina antes de cruzar la calle principal (usando $N_{ped,di}$).

5.2.3.3.5. Tiempo de ocupación del paso de peatones

El tiempo total de ocupación del paso de peatones se calcula como un producto del tiempo de servicio peatonal y la cantidad de peatones que usan el paso de peatones durante un ciclo.

Ecuación 3.3.8.
$$T_{occ} = t_{ps,do}N_{do} + t_{ps,di}N_{di}$$

Ecuación 3.3.9.
$$N_{di} = \frac{v_{di}}{3600}C$$

Con

T_{occ} : tiempo de ocupación del paso de peatones (s)

N_{di} : número de peatones que llegan en la esquina cada ciclo después de haber cruzado la calle principal (p).

Las otras variables son definidas anteriormente.

5.2.3.3.6. Área de circulación peatonal del paso de peatones

El espacio de circulación para cada peatón se determina dividiendo el espacio de tiempo disponible para cruzar por el tiempo total de ocupación, como se muestra en la ecuación siguiente.

Ecuación 3.3.10.
$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}^*}{T_{occ}}$$

Con

M_{cw} : área de circulación peatonal del paso de peatones para cada peatón (ft²/p)

Las otras variables son definidas anteriormente.

5.2.3.4. Demora del peatón

Este paso describe el procedimiento para evaluar el rendimiento de un cruce de peatones en la intersección. Se repite para cada cruce de interés.

El procedimiento a seguir describe la evaluación del paso de peatones D (es decir, un paso de peatones a través de la calle principal). El procedimiento se aplica al paso de peatones C. Para la segunda aplicación, las letras de subíndice "mi" se reemplazan por "mj" para indicar variables de la señal asociadas con la fase del movimiento de calle principal.

La demora peatonal por esperar cruzar la calle principal se calcula con la ecuación en seguida.

Ecuación 3.4.1.
$$d_p = \frac{(C - g_{Walk,mi})^2}{2C}$$

Con d_p : demora peatonal (s/p)

C : duración del ciclo (s)

$g_{walk,mi}$: tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s)

La demora obtenida de la ecuación 3.4.1. se aplica igualmente en ambas direcciones de viaje a lo largo del cruce de peatones.

La demora peatonal calculado en este paso se puede usar para juzgar el respeto de las fases por los peatones. En general, los peatones se impacientan cuando experimentan retrasos superiores a 30 s/p, y existe una alta probabilidad de que no cumplan con la indicación de la señal. Por el contrario, es muy probable que los peatones cumplan con la indicación de la señal si su retraso esperado es inferior a 10 s/p.

5.2.3.5. Puntuación del nivel de servicio peatonal para la intersección

El procedimiento a seguir describe la evaluación del paso de peatones D (es decir, un paso de peatones a través de la calle principal). El procedimiento se repite para evaluar el paso de peatones C. Para la segunda aplicación, la letra "d" del subíndice se reemplaza por la letra "c" para indicar la longitud y el ancho del paso de peatones C. Además, las letras de subíndice "mi" se reemplazan por "mj" para indicar variables de la señal asociadas con la fase del movimiento de calle principal.

La puntuación del nivel de servicio se calcula de la manera siguiente.

$$\text{Ecuación 3.5.1.} \quad I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_s + F_{delay}$$

$$\text{Ecuación 3.5.2.} \quad F_w = 0.681(N_d)^{0.514}$$

$$\text{Ecuación 3.5.3.} \quad F_v = 0.00569 \left(\frac{v_{rtor} + v_{lt,perm}}{4} \right) - N_{rtci,d} (0.0027n_{15,mj} - 0.1946)$$

$$\text{Ecuación 3.5.4.} \quad F_s = 0.00013n_{15,mj}S_{85,mj}$$

$$\text{Ecuación 3.5.5.} \quad F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d})$$

Ecuación 3.5.6.
$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{i \in m_d} v_i$$

Con

$I_{p,int}$: puntuación del nivel de servicio peatonal para la intersección

F_w : factor de ajuste de la sección transversal

F_v : factor de ajuste del volumen de vehículos motorizados

F_s : factor de ajuste de la velocidad de los vehículos motorizados

F_{delay} : factor de ajuste del retraso peatonal

N_d : número de carriles cruzado por pasar el paso de peatones D (carriles)

$N_{rtci,d}$: número de isletas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce de peatones D

$n_{15,mj}$: cuento de vehículos que viajan por la calle principal durante un periodo de 15 minutos (veh/carril)

$S_{85,mj}$: velocidad del percentil 85 en el medio segmento de la calle principal (mi/h)

$d_{p,d}$: demora peatonal por cruzar el paso de peatones D (s/p)

v_i : flujo del movimiento i (veh/h)

m_d : conjunto de todos los movimientos de automóviles que cruzan el cruce D

El flujo $v_{lt,perm}$ es asociado al movimiento de giro a la izquierda que recibe una indicación verde y giran mientras que los peatones cruzan el paso de peatones. El flujo v_{rtor} es asociado a un giro a través el paseo de peatones.

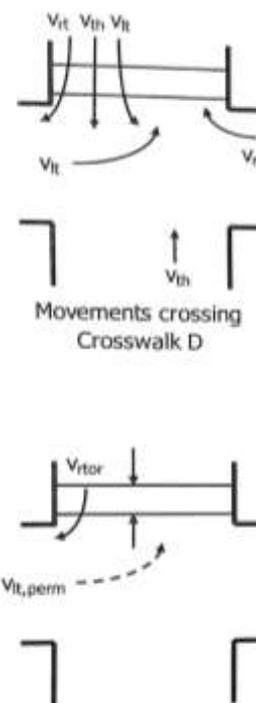


Ilustración 32: Representación de los movimientos de los vehículos (National Research Council (United States of America), 2010)

5.2.3.6. Nivel de servicio peatonal de la intersección

Este paso describe un proceso para determinar el nivel de servicio de un paso de peatones. Se repite para cada paso de peatones de interés. El nivel de servicio peatonal se determina utilizando la puntuación peatonal del apartado 5.2.3.5. Esta medida de rendimiento se compara con los umbrales a continuación para determinar el nivel de servicio del cruce de peatones sujeto.

Nivel de Servicio	Puntuación del NS de la intersección
A	$\leq 2,00$
B	$> 2,00-2,75$
C	$< 2,75-3,50$
D	$> 3,50-4,25$
E	$> 4,25-5,00$
F	$> 5,00$

Tabla 7: Umbrales de la puntuación del NS de la intersección con el nivel de servicio correspondiente (National Research Council (United States of America), 2010)

5.2.4. Limitaciones de la metodología

Esta parte identifica las limitaciones de la metodología para el estudio de la movilidad peatonal. Esta metodología no es capaz de modelar la presencia de cruces de ferrocarril. Además, la metodología peatonal no modela las siguientes condiciones:

- Segmentos delimitados por intersecciones o glorietas controladas por STOP.
- Acera sin pavimentar
- Giro a la derecha libre (es decir, sin control) canalizado con múltiples carriles u operación de alta velocidad

Además, no se han desarrollado procedimientos para abordar el efecto del control de STOP total o ceder el paso en el rendimiento de intersección desde una perspectiva de peatones o ciclistas.

6. Itinerario peatonal objeto del estudio

Debido a los recursos disponibles para llevar a cabo los aforos peatonales, la determinación de un solo tramo es necesaria. En efecto, se estudiará, los movimientos dentro de este tramo, considerando que representa los desplazamientos que pudieran existir en la Calle Colón.

6.1. Definición del tramo considerado

Es importante ubicar el tramo (señalizado en rojo) en su entorno general. Las figuras a continuación permiten visualizar de manera clara las conexiones existentes entre la calle Colón y el resto del entorno. La Calle Colón une la rotonda de la Plaça de la Porta de la Mar a la Plaza de Toros en la Calle Xàtiva.



Ilustración 33: Ubicación del tramo de estudio en su entorno ©Google Maps, 2017

El tramo es definido por las intersecciones de la Calle Colón con la Calle Pérez Bayer al Norte y la Calle Roger de Llória al Sur en su lado derecho, lado estudiado por este trabajo.



Ilustración 34: Zoom sobre el tramo de estudio, ©Google Maps, 2017

De hecho, se considera un tramo compuesto de dos intersecciones (mencionadas I1 y I2 en la Ilustración 34) y un segmento de 70m. Su composición se desarrolla en seguida. Los flujos de vehículos se dirigen del Norte al Sur. La calle de sentido único se compone de un carril de aparcamientos para taxis junto al carril bus y taxi. Se encuentra también dos carriles de circulación cuyo uno, en particular para el giro a la izquierda en la calle Hernán Cortés. También, esta calle comporta un carril bici en su lado izquierda (en el sentido de la circulación).

La distribución de los carriles, así como los anchos son presentados en un plan 1 en el apartado de los PLANOS.

6.2. Composición del tramo

El tramo comporta un mobiliario urbano que puede o no molestar a los peatones que circulan. Para describirlo, se propone una división del tramo en subtramos.



Ilustración 35: Propuesta de división del tramo en subtramos © Google Maps,2017

Las propiedades de cada subtramo son presentadas en la tabla a continuación.

<p>Intersección 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Basurero -Señales viales 	
<p>Subtramo 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Cartel del metro -Aparcamientos de bicicleta -Señal vial 	

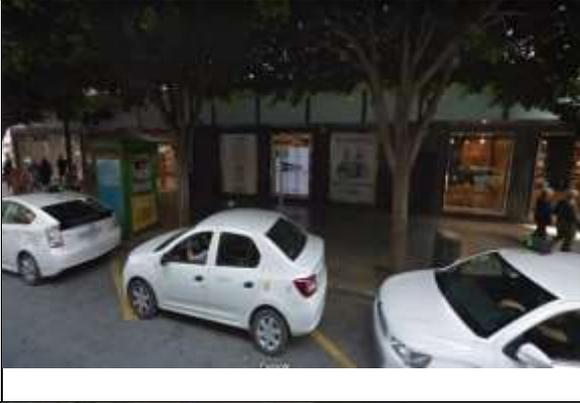
<p>Subtramo 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Entrada de metro -Alumbrado público -Árbol -Aparcamiento de bicicleta 	
<p>Subtramo 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Alumbrado público -Arboles -Banco -Contenedor de basura -Basurero 	
<p>Subtramo 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Arboles -Kiosco de lotería 	
<p>Intersección 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Señales viales -Basurero -Alumbrado público 	

Tabla 8: Propiedades de los subtramos definidos en cuanto al mobiliario urbano (Fotografías: © Google Maps, 2017)

Se expone también en el apartado de los PLANOS el plan 1 representativo del tramo. Dado la dificultad de medida de las varias distancias entre los elementos, las distancias expuestas son a tomar en cuenta con precaución. No obstante, las medidas de anchura de la acera, y distancias necesarias a los cálculos presentan más precisión (gracias a la unidad de baldosa) que las distancias entre elementos.

La proporción de acera adyacente a escaparate, fachada o valladas se determina de manera cuantitativa, analizando el tramo de estudio en sus baldosas (número de baldosas adyacente a un escaparate, fachada o vallada).

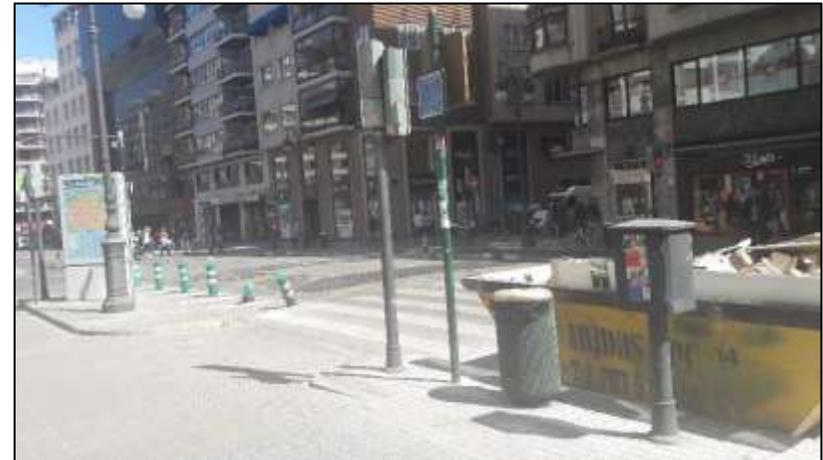
En cuanto a los cálculos, se calcula para cada subtramo y sus obstáculos, el espacio peatonal medio requerido. Sin embargo, el subtramo más limitante es el subtramo 2, con el ancho de la entrada de metro que reduce considerablemente el ancho disponible de acera.

En este sentido, los cálculos presentados en el apartado 8 , resumen los resultados obtenidos considerando los obstáculos presentes en este subtramo 2. Los niveles de servicios obtenidos según el subtramo considerado serán enseñados en calidad de conclusión.

6.3. Reportaje fotográfico

A continuación, se presenta un reportaje fotografico de la porción de la Calle Colón estudiada.

Ilustración 36: Reportaje fotográfico del tramo de estudio (A. LOUISE,2018)





7. Trabajos de campo

7.1. Aforos de peatones

Con el fin de determinar la capacidad y el nivel de servicio del tramo descrito, se efectúa aforos de peatones con el método de aforo manual en sitio.

Dado la disponibilidad de posibles ayudantes, fue preferible realizar los aforos solo con mi participación. Se plantea el supuesto según el cual todos los valores de flujo tomados en día laboral y de fin de semana permiten representar respectivamente un día laboral tipo y de fin de semana tipo.

En este sentido, se establece intervalos de medidas permitiendo visualizar las horas vacías y puntas que puedan existir en un día tipo. De hecho, se considera un día laboral de 8h a 19h y un día de fin de semana 11h a 19h, poniendo la hipótesis (debido a la hora de apertura de los negocios) según la cual tomar en cuenta los valores de flujos de 8h a 11h en un día de fin de semana no sería relevante.

Todas las medidas se hacen por intervalos de **15 minutos** para afinar los valores que puedan ser obtenidos.

Se supone para este estudio que los subtramos se comportan de manera casi iguales, en terminos de peatones así como las intersecciones entre ellas. De hecho, no se toma en cuenta la influencia de acceso al metro ni los posibles peatones que crucen de manera ilegal (fuera de las intersecciones señalizadas). La misma consideración es hecha para la observación de los flujos en día de fin de semana. Cabe recordar que la calle se divide en un segmento definidos por las dos intersecciones. En consecuencia, se hace una distinción entre los transeúntes que circulan por el segmento y aquellos que utilizan las intersecciones.

7.1.1. Día laborable

Se divide el día laboral en 5 intervalos de medidas, refiriéndose en la distribución de los flujos establecida por la realización del PMUS de Valencia (Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013).

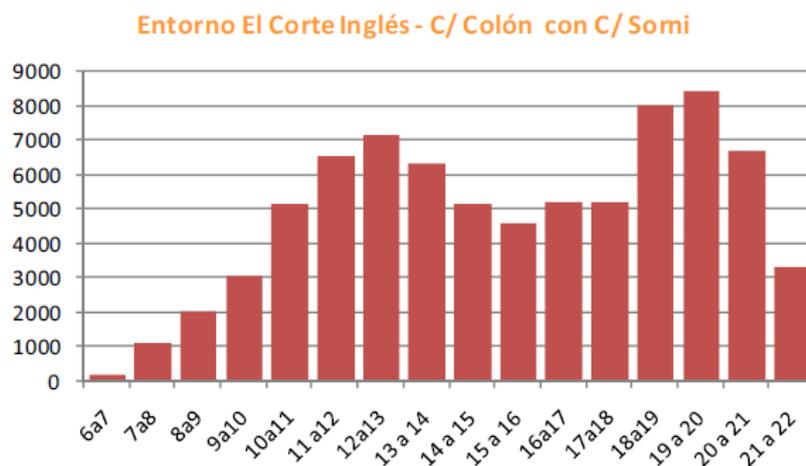


Ilustración 37: Distribución horaria de los flujos de peatones en el entorno del Corte Inglés (Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013)

De hecho, se considera los intervalos siguientes.

Intervalos horarios de medida	7h-10h	10h-13h	13h-15h	15h-18h	18h-21h
--------------------------------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Se propone de esta manera cubrir el día laboral tipo al medir los flujos dentro de estos intervalos. Por cuestión de precisión, los tiempos de medidas no superan 1h30 para que el observador no se canse y falte de precisión en sus conteos.

7.1.1.1. Medidas de flujos en el segmento del estudio

Para los aforos hechos desde un punto de observación en el segmento, se distingue los viandantes que se desplazan desde Colón hacia Xàtiva y aquellos que viajan desde Xàtiva hacia Colón. Aunque se mida los dos flujos separadamente, el análisis de capacidad y nivel de servicio considera el conjunto de los dos.

7.1.1.2. Medidas de flujos en las intersecciones del estudio

Como mencionado anteriormente, las intersecciones se estiman iguales en sus comportamientos. De hecho, la representación de la distribución horaria de los flujos en la intersección tipo se compone de medidas hechas tan en la intersección 1 que en la intersección 2. Dado la complejidad de las medidas en las intersecciones, no es posible medir siempre las dos direcciones de flujos en 15 minutos dados. Por consiguiente, algunos intervalos presentan solamente la medida de una dirección de flujo y otros las dos direcciones.

Las intersecciones presentan, además, las fases semaforizadas siguientes que deben tomarse en cuenta en el análisis final del nivel de servicio del tramo.

Paso de peatones de la calle principal (Calle Colón)

Fase verde	Fase verde intermitente	Fase roja
15s	20s	65s

Paso de peatones de la calle secundaria (en este caso: Calle Roger de Llória)

Fase verde	Fase verde intermitente	Fase roja
55s	3s	42s

7.1.2. Día de fin de semana

El día de fin de semana tipo es representado midiendo flujos dentro de los intervalos siguientes:

Intervalos horarios de medida	11h-13h	13h-17h	17h-21h
--------------------------------------	----------------	----------------	----------------

Se intenta con las medidas en esos horarios estimar la distribución de un día de fin de semana tipo como un sábado cuando las actividades de negocios atraen viandantes y consumidores. Hay que mencionar que este día tipo de fin de semana no representa los días festivos (días

feriados, eventos particulares: marathon, manifestaciones...) pero permite tener una primera vista de la frecuentación de la calle durante un día en el cual el número de transeúntes debería ser mayor que en un día laboral. En efecto, se supone que más personas frecuentan la calle Colón porque más personas tienen los días de fin de semana libres para ocio.

7.1.2.1. Medidas de flujos en el segmento del estudio

Como en los días laborables se observa de manera separada los viandantes que viajan hacia Colón y aquellos que viajan hacia Xàtiva.

7.1.2.2. Medidas de flujos en las intersecciones del estudio

Cabe precisar que las medidas de flujos se hicieron durante el mes de marzo. Este mes presenta un tiempo festivo muy importante en Valencia que es el tiempo de las Fallas. Los eventos relacionados a esta temporada festiva empezaron desde el 24 de febrero de 2018 y acabaron el 19 de marzo de 2018, con un periodo intenso entre el 15 y el 19 de marzo. En consecuencia, era necesario evitar al máximo los eventos que pudieran sesgar los resultados de los aforos en día de fin de semana; lo que explica el bajo número de medidas en día de fin de semana.

7.2. Resultados obtenidos

A continuación, se presenta las diferentes tablas y gráficos de distribución de los flujos medidos. Se precisa también en las tablas, el día de medida y las condiciones meteorológicas que pueden influir en la frecuentación de la calle. (Se supone que las personas andan menos si llueve).

7.2.1. Día laborable

7.2.1.1. Segmento

Los aforos son presentados siguiente la hora de medida y no el día. Así se visualiza la evolución del número de peatones en el día tipo según la hora.

Cada flujo se mide por intervalo de 15 minutos.

Los valores de flujo total son calculados adicionando los flujos en ambos sentidos salvo aquellos del lunes 5 de marzo (mencionado con (*)) donde se considera el número de peatones de los 15 minutos siguientes. (estimando que en una dirección el valor de flujo de 15 minutos a otros sería aproximadamente similar).

El valor retenido para el cálculo del nivel de servicio del tramo considerado se destaca en rojo.

Fecha	Hora de inicio	Hasta Xativa	Hasta Colón	Total
Martes 13 de Marzo (lluvia, 12°)	08:20	83	51	134
	08:40	186	50	236
	09:00	129	60	189
	09:30	146	76	222

Miércoles 14 de Marzo (Sol,14°)	09:45	161	111	272
	10:00	154	128	282
Miércoles 21 de Marzo (Sol,8°)	11:13	219	223	442
	11:30	249	210	459
	11:48	230	240	470
	12:06	238	237	475
Jueves 29 de Marzo (Sol,14°)	14:15	241	267	508
	14:30	281	246	527
	14:45	236	255	491
Jueves 22 de Marzo (Sol,14°)	15:58	301	228	529
	16:13	285	207	492
	16:29	247	165	412
	16:45	269	203	472
Lunes 5 de Marzo (Nubes,11°)	17:20	277		551*
	17:35		274	659*
	17:50	385		692*
	18:07		307	642*
	18:24	335		705*
	18:40		370	

Tabla 9: Aforos de peatones en el segmento realizados en días laborables, ordenados según la hora de medida

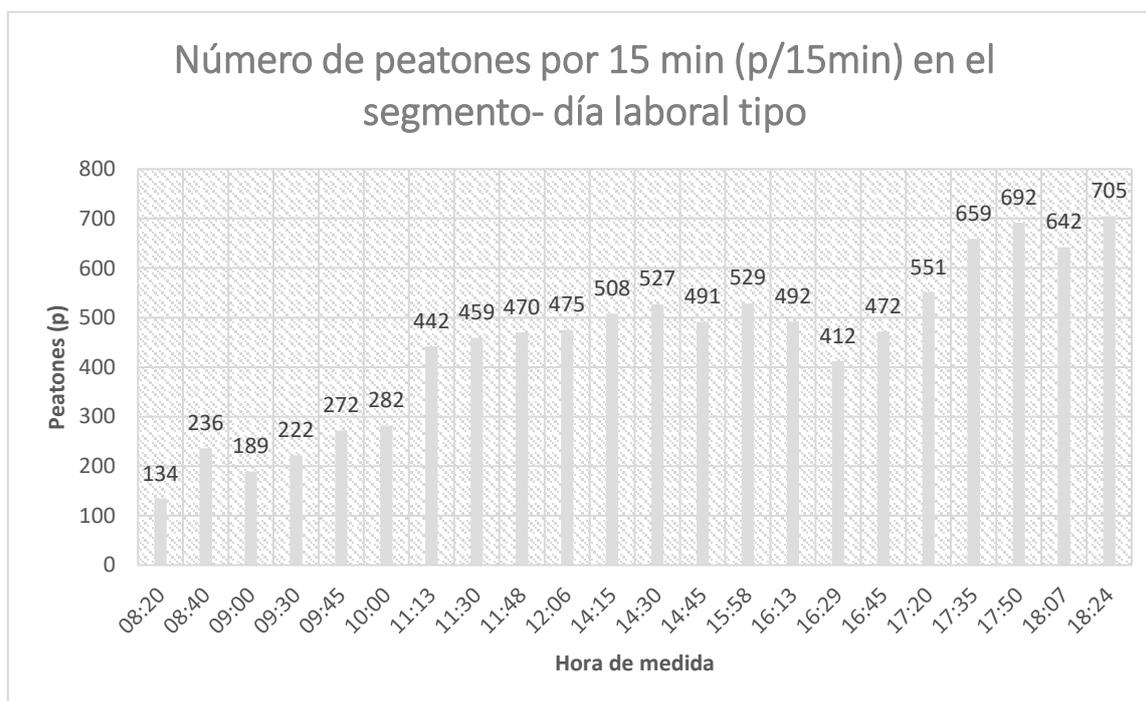


Ilustración 38: Distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan en el segmento de estudio por intervalo de 15 minutos

Se observa que la frecuentación del segmento por la mañana es casi tres veces más baja que por la tarde. Las horas vacías se destacan en los intervalos: de 8h00 a 10h00 y de 16h00 a 17h00 mientras que las horas puntas se observa en los intervalos de 14h00 a 15h00 y de 18h00 a 19h00.

Al mirar la tabla detallada de los flujos, se nota que los viandantes son más numerosos en el sentido hacia Xàtiva que aquel, hacia Colón.

7.2.1.2. Intersección

En cuanto a la intersección, a la diferencia de los flujos medidos en el segmento, una diferenciación de los flujos es necesaria para entender los desplazamientos de peatones. En la figura a continuación se precisa la denominación de los flujos según si cruzan la calle principal (a saber, la Calle Colón) o las calles secundarias (a saber, la Calle Roger de LLoría y Pérez Bayer).

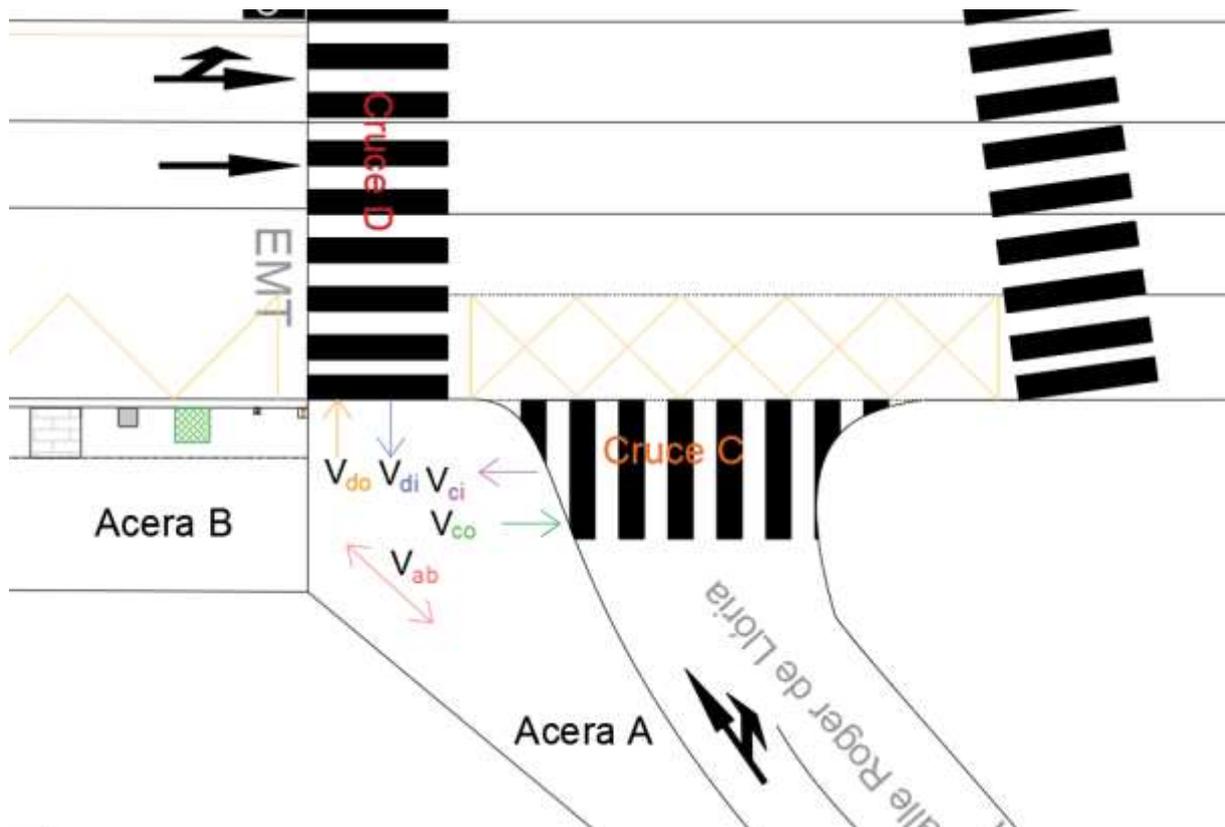


Ilustración 39: Denominación de los flujos en la intersección (A. LOUISE, 2018)

El valor máximo retenido para el cálculo del nivel de servicio del tramo considerado se destaca en rojo.

Fecha	Hora de inicio	V_{di}	V_{do}	V_{ci}	V_{co}	V_{ab}	Total $V_{di}+V_{do}$	Total $V_{ci}+V_{co}$
Miércoles 14 de Marzo (Sol,15°)	10:20	69	80				149	
	10:35			154	200			354
	10:50					40		
	11:05	65	100				165	
	11:22			184	205			389
	11:37					34		
Miércoles 7 de Marzo (Sol,17°)	14:09	45	326				371	
	14:24			221	304			525
	14:47					72		
	15:04	65	71				136	

	15:24		186	223			409
	15:40				78		
Jueves 8 de Marzo (Sol 17°)	16:22	98	109			207	
	16:39			370	466		836
	16:56					93	
	17:13	113	139				252
	17:30			213	940		1153
	17:46					102	

Tabla 10: Aforos de peatones en las intersecciones realizados en días laborables, ordenados según la hora de medida

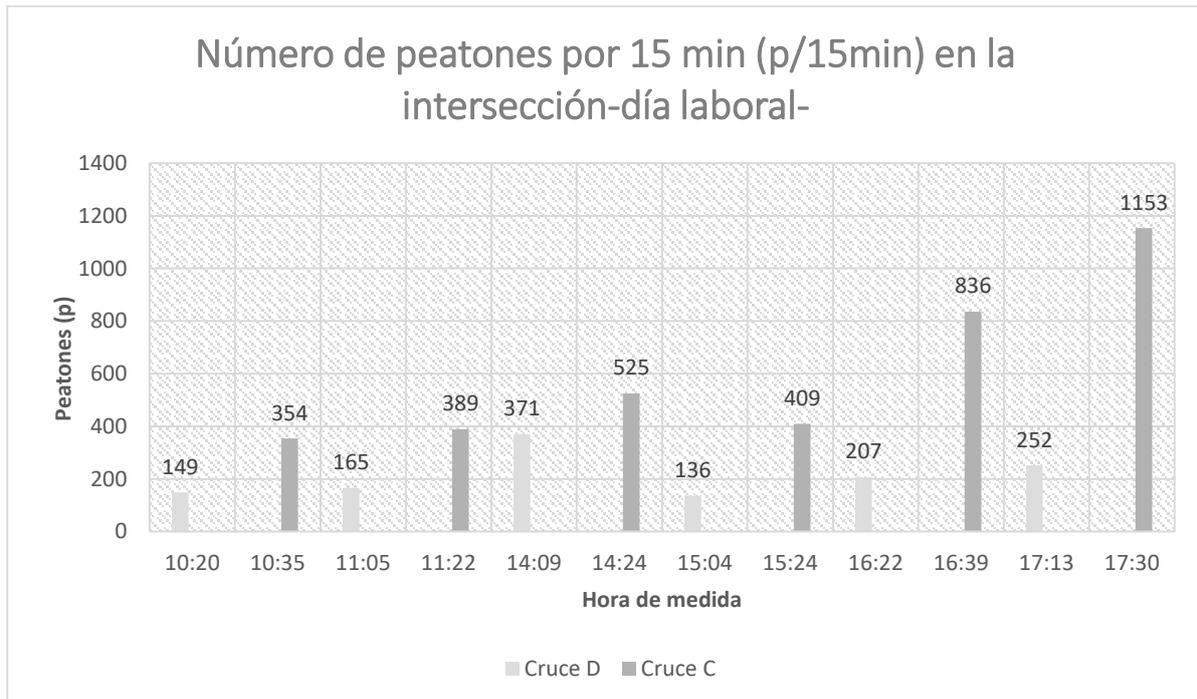


Ilustración 40: Distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos

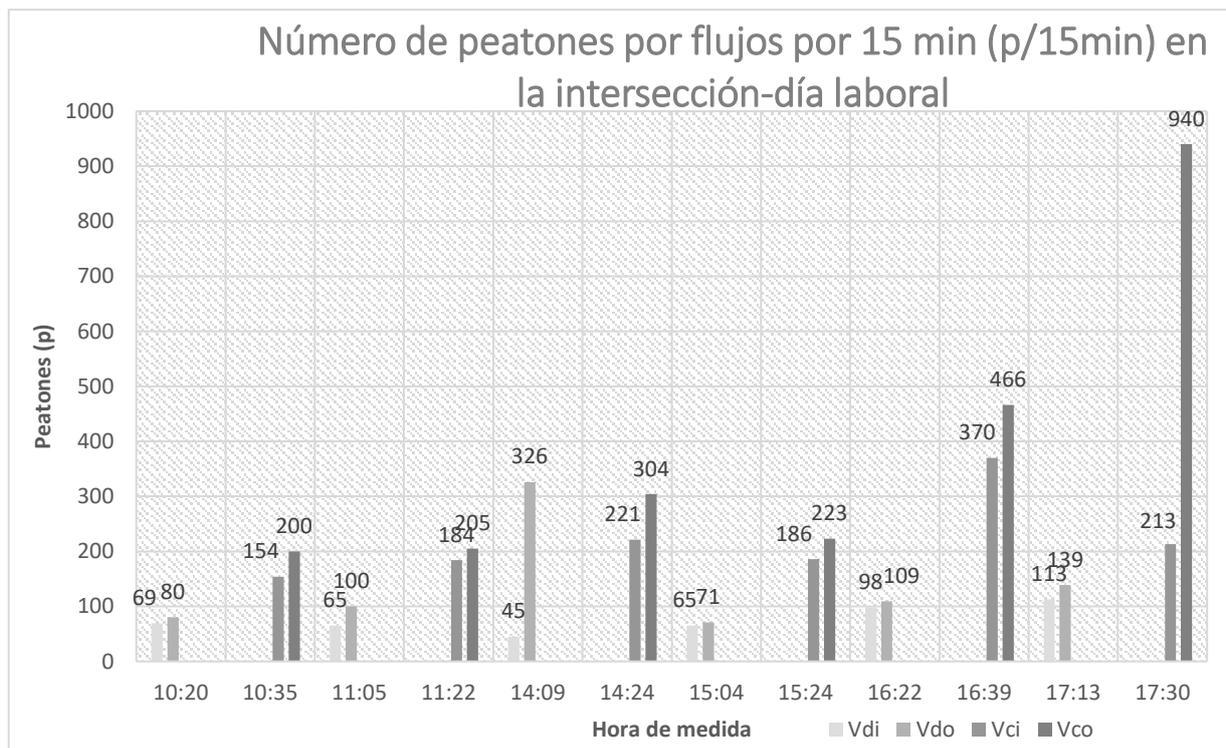


Ilustración 41: Detalle de la distribución horaria en el día laboral tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos según su dirección.

Se nota con esos aforos que el flujo V_{co} es el más importante. Eso es en acuerdo con las medidas de flujo del segmento dado que el V_{co} representa los peatones que cruzan la calle secundaria hacia Xàtiva.

7.2.2. Día de fin de semana

7.2.2.1. Segmento

De manera similar a la presentación de los datos de los aforos en día laborable, los del día de fin de semana son presentados según la hora de medida y no el día de medida.

Se estima que en una dirección el valor de flujo de 15 minutos a otros sería aproximadamente similar. Por lo tanto, se calcula el flujo total notificado con (*), tomando en cuenta, el valor de flujo del intervalo siguiente a quello considerado.

El valor retenido para el cálculo del nivel de servicio del tramo considerado se destaca en rojo.

En consecuencia, se expone en seguida el resultado de los aforos peatonales realizados en día de fin de semana.

Fecha	Hora de inicio	Hasta Xativa	Hasta Colón	Total
Sábado 24 de Marzo (Sol, 16°)	11:12	195	197	392
	11:28	291	242	533
	11:45	307	260	567
Sábado 10 de Marzo (Sol, 22°)	14:15		1181	1441*
	14:31	260		648*
	14:46		388	679*

	15:00	291		638*
	15:15	269	347	616
Sábado 24 de Marzo (Sol, 16°)	18:05	666	438	1104
	18:20	480	359	839
	18:37	524	325	849

Tabla 11: Aforos de peatones en el segmento realizados en días de fin de semana, ordenados según la hora de medida

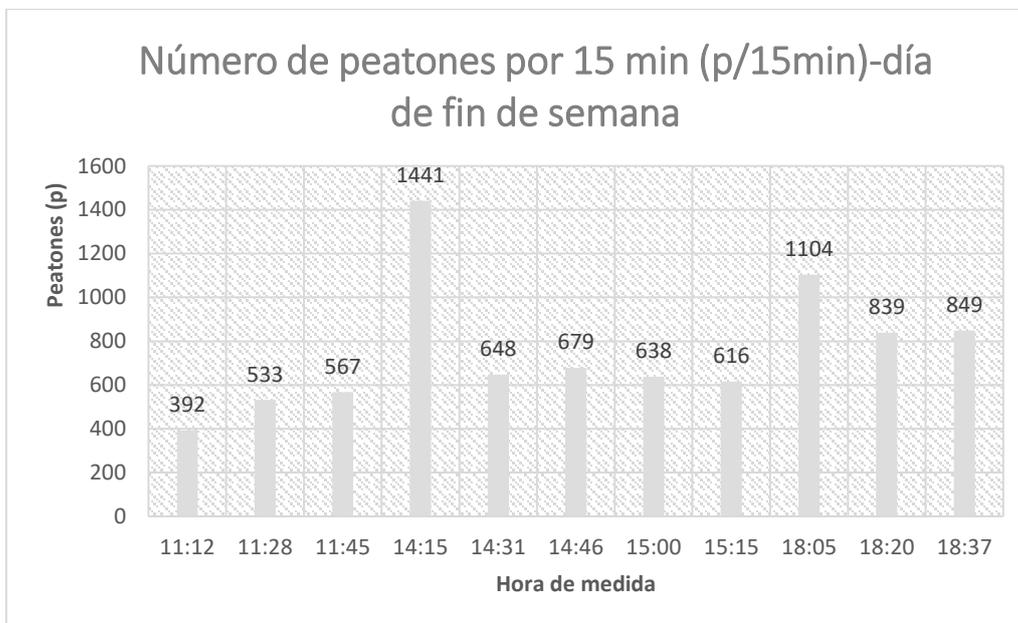


Ilustración 42: Distribución horaria en el día de fin de semana tipo del número de peatones que viajan en el segmento de estudio por intervalo de 15 minutos

Se destaca que las horas punta se sitúan alrededor de 14h00 (intervalo 13h30-14h30) y de 18h00 (intervalo 17h30-18h30). Salvo el pico de peatones que se observa a las 14h15, como en el día laborable tipo, el flujo de peatones es más importante en el sentido hacia Xàtiva (Tabla 11: Aforos de peatones en el segmento realizados en días de fin de semana, ordenados según la hora de medida Tabla 11).

7.2.2.2. Intersección

El día sábado tipo es reflejado por la distribución a continuación, de flujos en la intersección.

Fecha	Hora de inicio	V _{di}	V _{do}	V _{ci}	V _{co}	V _{ab}	Total V _{di} +V _{do}	Total V _{ci} +V _{co}
Sabado 24 de Marzo (Sol,16°)	12:03			311	278	15		589
	12:18	66	75			7	141	
	12:33			293	250			543
	12:50	79	57				136	
	15:05			152	144	22		296
	15:20	26	39				65	
	18:56			703	437			1140

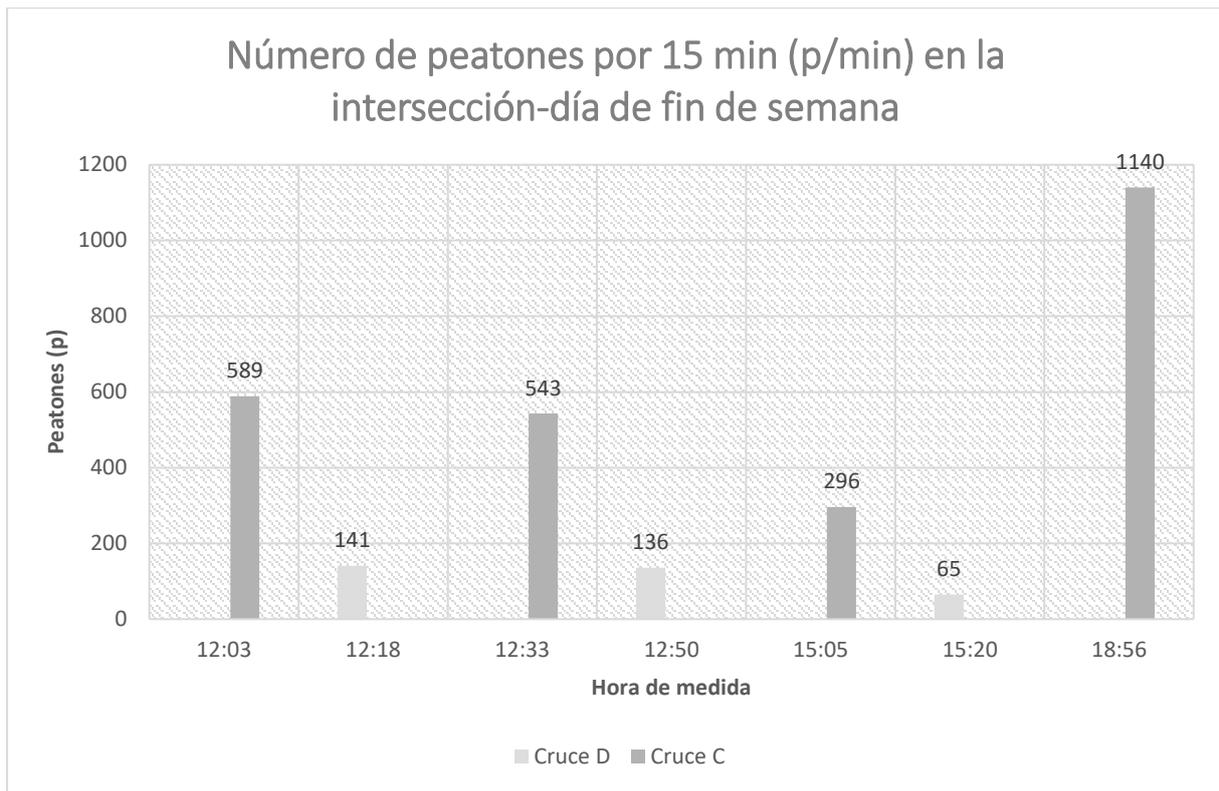


Ilustración 43: Distribución horaria en el día de fin de semana tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos

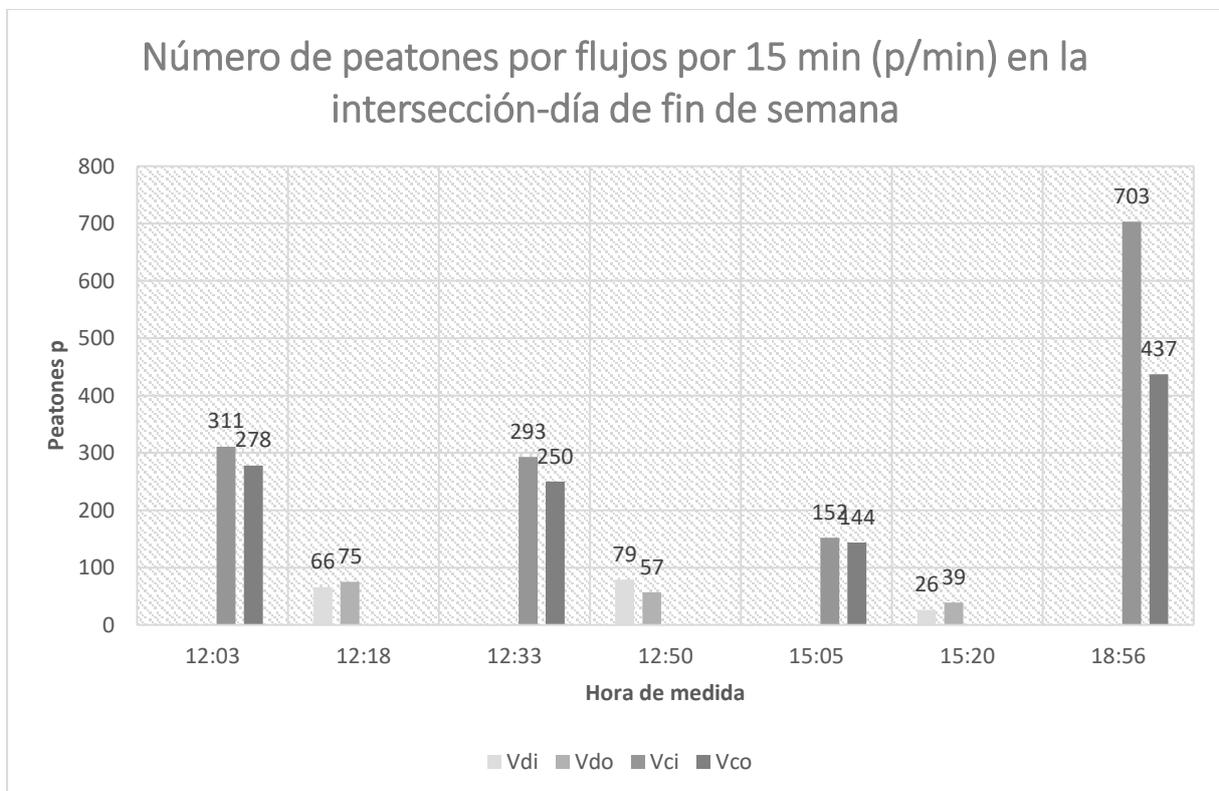


Ilustración 44:Detalle de la distribución horaria en el día de fin de semana tipo, del número de peatones que viajan por la intersección de estudio por intervalo de 15 minutos según su dirección.

El cruce de la calle secundaria es preferido en los desplazamientos, así como la dirección de Xàtiva.

El fenómeno según el cual los flujos son mayores en la dirección de Xàtiva puede explicarse con el hecho que se midió únicamente los flujos del margen derecha de la calle. Hay que notar que el sentido oficial de circulación en España establece los viajes a la derecha lo que se supone corresponder a los mayores viajes peatonales. En ese sentido se puede suponer que mayores viandantes circularían en el margen derecha en el sentido Colón-Xàtiva y mayores viandantes en la margen izquierda en el sentido Xàtiva-Colón. Esta hipótesis sería interesante a confirmar o infirmar tras otros estudios de esta calle para destacar si efectivamente los peatones siguen las reglas de circulación de manera inconsciente.

7.3. Tráfico rodado

La metodología del HCM se basa también, en la situación del tráfico que rodea la acera. Así, es importante estimar los flujos de vehículos según sus movimientos. Para llevar eso a cabo, se toma en cuenta los mapas de intensidades realizada por el Ayuntamiento de Valencia.

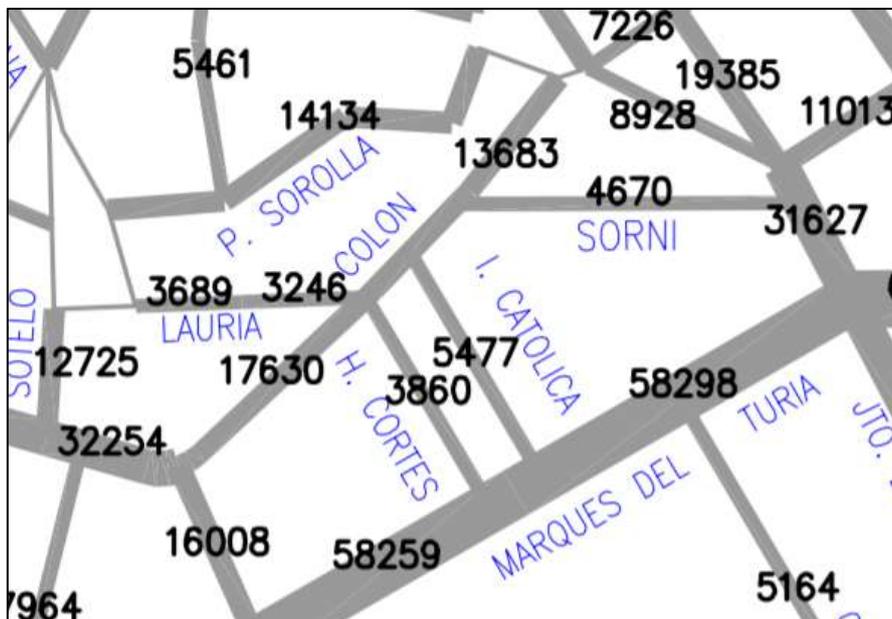


Ilustración 45: extracto del mapa de intensidades de tráfico en días laborables -marzo 2018 (Ayuntamiento de Valencia, 2018)

Se nota que las intensidades son dadas por el tramo siguiente al tramo estudiado y las calles de Lauria (Roger Llória) et Hernán Cortes.

Se intenta estimar la intensidad de tráfico del tramo de estudio planteando la hipótesis siguiente:

- El tramo siguiendo el tramo de estudio se compone de $\frac{19}{20}$ (95%) del flujo del tramo de estudio y $\frac{1}{4}$ (25%) del flujo que gira desde la calle Roger de Llória (Lauria).
- $\frac{3}{4}$ (75%) del flujo de la calle Roger de Llória sigue recto en la calle Hernán Cortes
- $\frac{1}{20}$ (5%) del flujo del tramo de estudio gira a la izquierda en la calle Hernán Cortes

Calle Colón- tramo siguiente al tramo de estudio	17630
Calle Roger de Llória	3246
Calle Hernán Cortes	3860
Calle Colón- tramo de estudio	$\frac{20}{19} \left(17630 - \frac{1}{4} \times 3246 \right)$

Tabla 12: Repartición de los flujos de tráfico en la zona de estudio- IMD- marzo 2018

Cabe precisar que las intensidades presentadas aquí, son las intensidades medias diarias del mes de marzo.

Siguiendo esta hipótesis, **se estima la IMD de la calle de estudio a 17 703 vehículos.**

Se verifica esta última calculando de nuevo el flujo en la calle Hernán Cortes. Se encuentra un flujo de 3320 vehículos lo que se aproxima al flujo medido en sitio por el Ayuntamiento.

Como el trabajo con el HCM necesita una intensidad horaria, se utiliza la intensidad de la hora punta considerando que esta última sea 10% de la IMD.

De este modo encontramos la distribución de flujos a continuación.

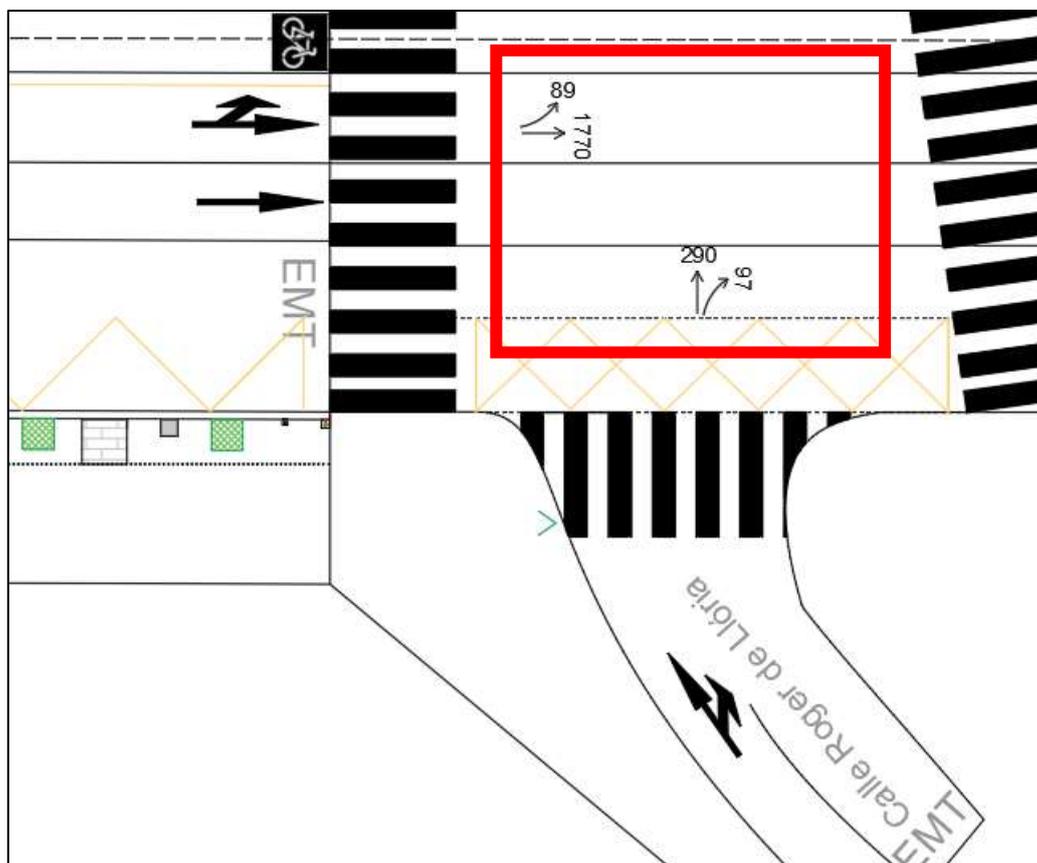


Ilustración 46: Repartición de los flujos de tráfico (veh/h) en la intersección

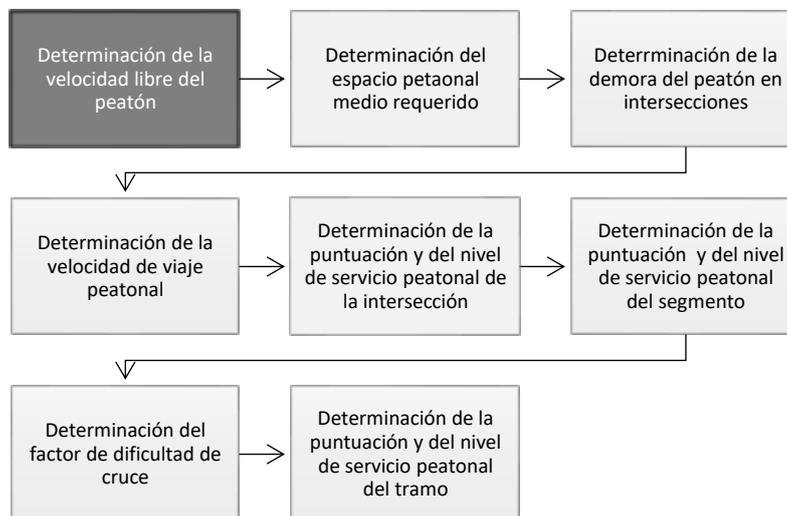
8. Análisis de la situación actual: Diagnóstico

Para el desarrollo de los cálculos útiles a la determinación de la capacidad y del nivel de servicio de la calle, la metodología del HCM presentada en el apartado 5.2: Metodología de análisis: el Highway Capacity Manual, 2010 pagina 50, está seguida paso a paso. En consecuencia, en cada apartado a continuación, se presentará los datos de partida, y el resultado obtenido en el paso considerado.

Cabe recordar que los resultados enseñados a continuación resultan del análisis del subtramo 2 que representa el subtramo más limitante. En efecto, la entrada de metro presenta en este subtramo limita considerablemente el ancho de acera disponible para los viandantes.

Sin embargo, los resultados de cada subtramo son expuestos en la determinación de la puntuación y del nivel de servicio del tramo.

8.1. Determinación de la velocidad libre del peatón



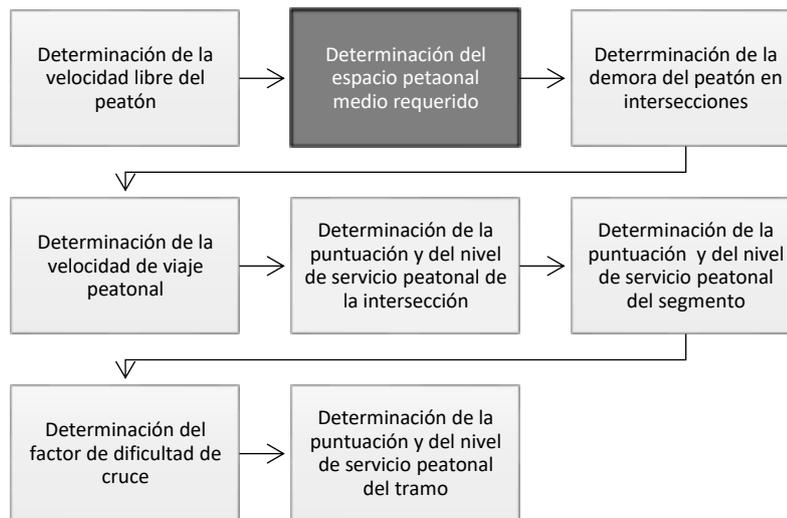
El HCM 2010 menciona que “

Si 0% hasta 20% de los peatones viajando por el segmento son mayores (65 años y más) la velocidad libre de 4.4 ft/s será considerada por el estudio. Si más de 20% de los peatones son mayores, la velocidad libre tomada será de 3.3 ft/s. Además, una mejora de 10% o más, reduce la velocidad libre de 0.3 ft/s.”

Como este factor no fue posible estimar, dado los recursos disponibles, se utiliza la velocidad libre las más desfavorable al nivel de servicio. En efecto un cálculo más restrictivo permite no sobreestimar el potencial del tramo estudiado y en consecuencia de la Calle Colón.

Velocidad libre del peatón $S_{pf} = 3.3 \text{ ft/s}$

8.2. Determinación del espacio peatonal medio requerido



8.2.1. Anchura efectiva de la acera

Datos

- anchura total de la acera (ft): $W_T = 17.39 \text{ ft}$
- ancho efectivo de objeto fijo ajustado en el interior de la acera (ft): $W_{O,i} = 6.47 \text{ ft}$
- ancho efectivo de objeto fijo ajustado en el exterior de la acera (ft): $W_{O,o} = 2.90 \text{ ft}$
- “shy distance” en el interior (lado del bordillo) de la acera (ft): $W_{s,i} = 1.50 \text{ ft}$

No existe objetos fijos en el exterior de la acera, lo que sugiere que

- “shy distance” en el exterior de la acera (ft): $W_{s,o} = 0 \text{ ft}$

Se considera una porción de ancho de los arboles donde no viajan los transeúntes.

- ancho de búfer entre la calzada y la acera (ft): $W_{buf} = 0.82 \text{ ft}$
- proporción de la acera adyacente a un escaparate (decimal): $p_{window} = 0.90$
- proporción de la acera adyacente a una fachada (decimal): $p_{building} = 0.1$
- proporción de la acera adyacente a una valla o una pared baja (decimal): $p_{fence} = 0.0$
- ancho efectivo de los objetos fijos en el interior de la acera (ft): $\omega_{O,i} = 7.97$
- ancho efectivo de los objetos fijos en el exterior de la acera (ft): $\omega_{O,o} = 0.0$

Usando las ecuaciones del apartado 5.2.2.2.1 de la página 52, se obtiene la anchura efectiva de la acera (ft)

$$W_E = 6.52 \text{ ft}$$

8.2.2. Flujos de peatones por unidad de ancho

Datos

- flujo de peatones en la acera considerada (andando en ambas direcciones) (p/h):
 $v_{ped} = 4564 \text{ p/h}$
- anchura efectiva de la acera (ft): $W_E = 6.52 \text{ ft}$

El flujo de peatones por unidad de ancho de la acera v_p (p/ft/min) es obtenido gracias a la ecuación del apartado 5.2.2.2.2 página 53

En consecuencia

$$v_p = 11.67 \text{ p/ft/min}$$

8.2.3. Velocidad promedio del peatón

Datos

- velocidad libre del peatón (ft/s): $S_{pf} = 3.3 \text{ ft/s}$
- flujo de peatones por unidad de ancho (p/ft/min) $v_p = 11.67 \text{ p/ft/min}$

La velocidad promedio del peatón S_p obtenida es:

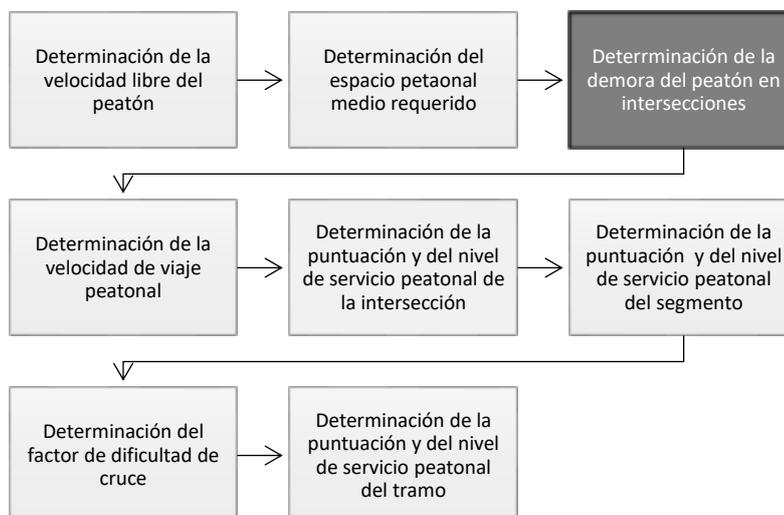
$$S_p = 2.95 \text{ ft/s}$$

8.2.4. Espacio peatonal medio requerido

Por lo tanto, se obtiene un espacio peatonal medio requerido de:

$$A_p = 15.16 \text{ ft}^2/\text{p}$$

8.3. Determinación de la demora del peatón en intersecciones



Se considera una demora peatonal de:

Para el paso de peatones D

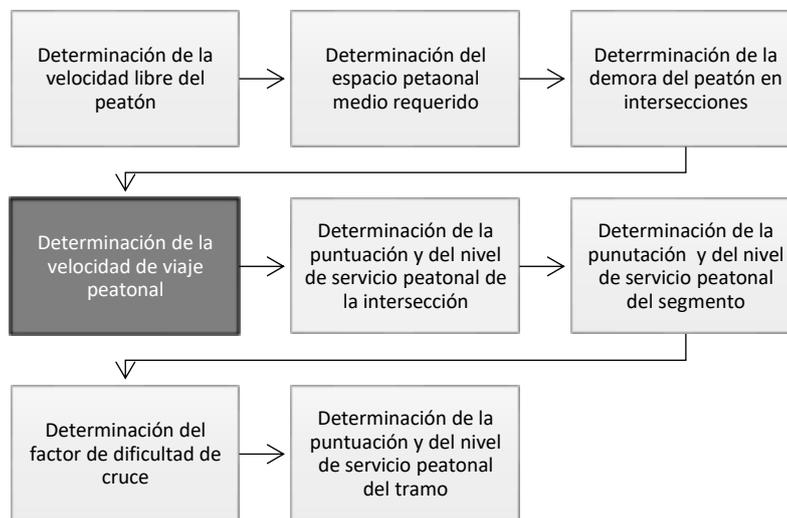
$$d_{p,mi} = 5.45 \text{ s}$$

Para el paso de peatones C

$$d_{p,mj} = 15.68 \text{ s}$$

Detalladas al paso 8.5.4

8.4. Determinación de la velocidad de viaje peatonal



Datos

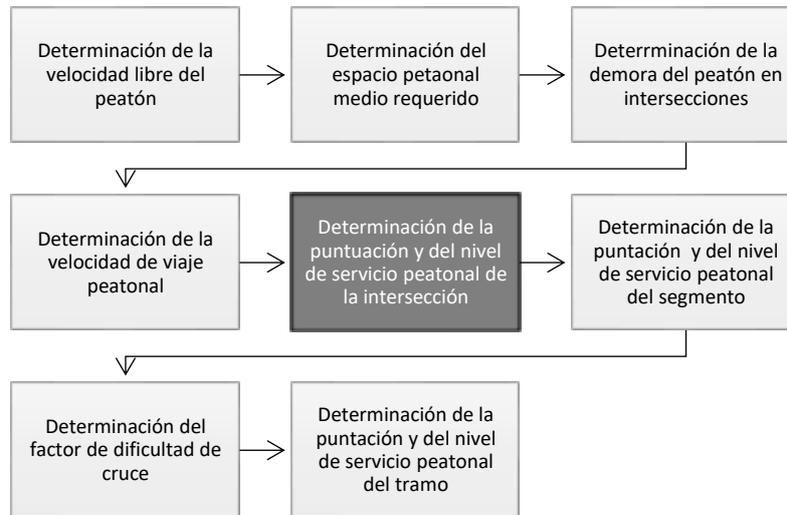
- longitud del segmento (ft): $L = 229.67 \text{ ft}$
- velocidad promedio del peatón (ft/s): $S_p = 3.13 \text{ ft/s}$
- demora peatonal por andar de manera paralela al segmento (s/p): $d_{pp} = 15.68 \text{ s/p}$

Se obtiene una velocidad de viaje peatonal $S_{Tp,seg}$ (ft/s) igual a

$$S_{Tp,seg} = 2.58 \text{ ft/s}$$

La velocidad encontrada cumple con la velocidad aconsejada por el HCM ($>2.0 \text{ ft/s}$)

8.5. Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal de la intersección



8.5.1. Tiempo efectivo de caminata

Las señales de peatones en la calle Colón están programados con una señal peatonal verde y una fase intermitente verde o ámbar.

Por lo tanto, se encuentra los datos siguientes.

Datos

Paso de peatones D (para cruzar la calle principal)

- g_{walk} : tiempo efectivo de caminata (s)
- indicación de caminar (s): $Walk = 35 s$
- duración de la fase (s): $D_p = 100 s$
- fase ámbar o intermitente (s): $Y = 20 s$
- fase verde (s): $PC = 15 s$
- fase roja de despeje (s): $R_c = 2 s$

Paso de peatones C (para cruzar la calle secundaria)

- indicación de caminar (s): $Walk = 58 s$
- duración de la fase (s): $D_p = 100 s$
- fase ámbar o intermitente (s): $Y = 3 s$
- fase verde (s): $PC = 55 s$
- fase roja de despeje (s): $R_c = 2 s$

El tiempo efectivo de caminata será

$$g_{walk,mj} = 67 s$$

En el caso del paso de peatones D

En el caso del paso de peatones C

$$g_{walk,mi} = 44 \text{ s}$$

8.5.2. Área de circulación peatonal en la esquina de la calle

8.5.2.1. Espacio tiempo disponible

Datos

- duración del ciclo (s): $C = 100 \text{ s}$
- ancho total del paso de peatones A (ft): $W_a = 7.02 \text{ ft}$
- ancho total del paso de peatones B (ft): $W_b = 17.39 \text{ ft}$
- radio de la curva de la esquina (ft): $R = 7.02 \text{ ft}$

Se obtiene un espacio tiempo disponible:

$$TS_{corner} = 11148.60 \text{ ft}^2 \cdot \text{s}$$

8.5.2.2. Tiempo de espera del área de retención

8.5.2.2.1. Tiempo de espera del área de retención para el paso de peatones D (calle principal)

Se utiliza el tiempo efectivo de caminata de la calle secundaria definido al paso anterior

Datos

Paso de peatones D

- número de peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle principal (p): $N_{do} = 15.44 \text{ p}$
- tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s): $g_{walk,mi} = 44 \text{ s}$
- duración del ciclo (s): $C = 100 \text{ s}$
- flujo de peatones que llegan en la esquina para cruzar la calle principal (p/h): $v_{do} = 556 \text{ p/h}$

Para el paso de peatones de la calle principal, tiempo total pasado por los peatones esperando cruzar la calle principal durante un ciclo (p.s) será

$$Q_{tdo} = 242.17 \text{ p.s}$$

8.5.2.2.2. Tiempo de espera del área de retención para el paso de peatones C (calle secundaria)

Se utiliza el tiempo efectivo de caminata de la calle principal definido al paso anterior

Datos

Paso de peatones C

- número de peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle principal (p): $N_{co} = 104.44 p$
- tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s): $g_{Walk,mj} = 67 s$
- duración del ciclo (s): $C = 100 s$
- flujo de peatones que llegan en la esquina para cruzar la calle principal (p/h): $v_{co} = 3760 p/h$

Para el paso de peatones de la calle principal, tiempo total pasado por los peatones esperando cruzar la calle principal durante un ciclo (p.s) será

$$Q_{tco} = 568.70 p.s$$

8.5.2.3. Espacio tiempo de circulación

En consecuencia, se puede determinar el espacio tiempo de circulación TS_c de los viandantes (ft².s).

$$TS_c = 7\,094.25 ft^2.s$$

8.5.2.4. Área de circulación peatonal en la esquina de la calle

La ecuación presentada en el apartado 5.2.3.2.4 permite calcular el área de circulación peatonal en la esquina de la calle. Se encuentra un valor igual a

$$M_{corner} = 10.59 ft^2/p$$

Calculado con los datos siguientes y los determinados anteriormente

- número total de peatones que circulan llegando a cada ciclo: $N_{tot} = 167.44 p$
- flujo de peatones llegando a la esquina después de haber cruzado la calle secundaria (p/h): $v_{ci} = 852 p/h$
- flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la calle secundaria (p/h): $v_{co} = 3760 p/h$
- flujo de peatones llegando a la esquina después de haber cruzado la calle principal (p/h): $v_{di} = 452 p/h$
- flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la calle principal (p/h): $v_{do} = 556 p/h$
- flujo de peatones que caminan a través de la esquina de la acera A hasta la B, o contrario (p/h): $v_{a,b} = 408 p/h$

8.5.3. Área de circulación del paso de peatones

8.5.3.1. Velocidad de marcha establecida

Se toma en cuenta para los cálculos la velocidad S_p determinada en los pasos anteriores.

8.5.3.2. Espacio tiempo disponible

Datos

Paso de peatones D

- longitud del paso de peatones D (ft): $L_d = 43.14 \text{ ft}$
- ancho efectivo del paso de peatones D (ft): $W_d = 13.12 \text{ ft}$
- tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s): $g_{Walk,mi} = 44 \text{ s}$

Paso de peatones C

- longitud del paso de peatones C (ft): $L_c = 18.04 \text{ ft}$
- ancho efectivo del paso de peatones D (ft): $W_c = 13.12 \text{ ft}$
- tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s): $g_{Walk,mj} = 67 \text{ s}$

Estos datos permiten calcular el espacio-tiempo disponible para el paso de peatones D (calle principal):

$$TS_{cw} = 24912.00 \text{ ft}^2 \cdot s$$

y para el paso de peatones C (calle secundaria):

$$TS_{cw} = 15866.00 \text{ ft}^2 \cdot s$$

8.5.3.3. Espacio tiempo efectivo disponible

Se toma en cuenta el efecto que los vehículos que giran tienen sobre los peatones.

Datos

Paso de peatones D

- espacio-tiempo ocupado por los vehículos que giran ($\text{ft}^2 \cdot \text{s}$): $TS_{tv} = 24914.00 \text{ ft}^2 \cdot s$
- número de vehículos que giran durante la fase verde y la fase verde intermitente (veh): $N_{tv} = 2.46 \text{ veh}$
- flujo de vehículos que giran a la izquierda (si permitido) (veh/h): $v_{lt,perm} = 89 \text{ veh/h}$
- flujo de vehículos que giran a la derecha (si permitido) (veh/h): $v_{rt} = 0 \text{ veh/h}$
- flujo de vehículos que giran a la derecha durante la fase rojo (veh/h): $v_{rtor} = 0 \text{ veh/h}$

Paso de peatones C

- espacio-tiempo ocupado por los vehículos que giran ($ft^2.s$): $TS_{tv} = 15866.00 ft^2.s$
- número de vehículos que giran durante la fase verde y la fase verde intermitente (veh): $N_{tv} = 3 veh$
- flujo de vehículos que giran a la izquierda (si permitido) (veh/h): $v_{lt,perm} = 0 veh/h$
- flujo de vehículos que giran a la derecha (si permitido) (veh/h): $v_{rt} = 82 veh/h$
- flujo de vehículos que giran a la derecha durante la fase rojo (veh/h): $v_{rtor} = 0 veh/h$

Con esta consideración se calcula el espacio tiempo efectivo disponible para el cruce D (calle principal), igual en este caso a:

$$TS_{cw}^* = 23621.26 ft^2.s$$

Y el espacio tiempo efectivo disponible para el cruce C (calle secundaria):

$$TS_{cw}^* = 14682.72 ft^2.s$$

8.5.3.4. Tiempo de servicio peatonal

Con las variables determinadas anteriormente y el

- número de peatones que están esperando en la esquina para cruzar la calle principal (p): $N_{ped,po} = 9 p$
- número de peatones que están esperando en la esquina para cruzar la calle secundaria (p): $N_{ped,co} = 13 p$

Se obtiene el tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal

$$t_{ps,do} = 18.75 s$$

y aquellos que llegan para cruzar la calle secundaria

$$t_{ps,co} = 16.40 s$$

8.5.3.5. Tiempo de ocupación del paso de peatones

Con las otras variables calculadas y el

- número de peatones que llegan en la esquina cada ciclo después de haber cruzado la calle principal (p). $N_{di} = 16 p$
- número de peatones que llegan en la esquina cada ciclo después de haber cruzado la calle secundaria (p). $N_{ci} = 23 p$

Se determina el tiempo de ocupación de la intersección

Para el paso de peatones D

$$T_{occ} = 535.21 s$$

Para el paso de peatones C

$$T_{occ} = 2049.67 s$$

8.5.3.6. Área de circulación del paso de peatones

En consecuencia, se obtiene un área de circulación de:

Para el paso de peatones D

$$M_{cw} = 44.13 ft^2/p$$

Para el paso de peatones C

$$M_{cw} = 7.16 ft^2/p$$

8.5.4. Demora del peatón

Para cada cruce (a saber, el D y el C) se calcula la demora peatonal por esperar cruzar la calle (respectivamente: principal y secundaria).

Datos

Paso de peatones D

duración del ciclo (s): $C = 100 s$

tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s): $g_{walk,mi} = 44 s$

Paso de peatones C

duración del ciclo (s): $C = 100 s$

tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle principal (s): $g_{walk,mj} = 67 s$

Se obtiene:

En el caso del paso de peatones D

$$d_p = 15.68 s/p$$

En el caso del paso de peatones C

$$d_p = 5.45 \text{ s/p}$$

Como precisa el HCM “La demora peatonal calculado en este paso se puede usar para juzgar el respeto de las fases por los peatones. En general, los peatones se impacientan cuando experimentan retrasos superiores a 30 s/p, y existe una alta probabilidad de que no cumplan con la indicación de la señal. Por el contrario, es muy probable que los peatones cumplan con la indicación de la señal si su retraso esperado es inferior a 10 s/p.” (National Research Council (United States of America),2010)

En el caso estudiado, la demora es adecuada para el paso de peatones C (calle secundaria) para que los peatones respeten las indicaciones de cruce mientras que la demora del paso de peatones D (calle principal) se sitúa entre 30 s/p y 10s/p lo que no permite prever el comportamiento de los peatones.

8.5.5. Puntuación y nivel de servicio de la intersección

Datos

Paso de peatones D (calle principal)

- factor de ajuste de la sección transversal: $F_w = 1.19$
- factor de ajuste del volumen de vehículos motorizados: $F_v = 0$
- factor de ajuste de la velocidad de los vehículos motorizados: $F_s = 0.77$
- factor de ajuste del retraso peatonal: $F_{delay} = 0.11$
- número de carriles cruzado por pasar el paso de peatones D (carriles): $N_d = 3$
- número de isletas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce de peatones D: $N_{rtci,d} = 0$
- cuento de vehículos que viajan por la calle principal durante un periodo de 15 minutos (veh/carril): $n_{15,mj} = 148 \text{ veh/carril}$
- velocidad del percentil 85 en el medio segmento de la calle principal (mi/h): $S_{85,mj} = 40.38 \text{ mi/h}$.

Se supone que 85% de los vehículos no respetan las limitaciones de velocidad y viajan 9.3 mi/h (15km/h) encima de la velocidad autorizada. (RIGUELLE, 2013)

- demora peatonal por cruzar el paso de peatones D (s/p): $d_{p,d} = 15.68 \text{ s/p}$
- flujo del movimiento 1 (veh/h): $v_1 = 1682 \text{ veh/h}$
- flujo del movimiento 2 (veh/h): $v_2 = 89 \text{ veh/h}$
- conjunto de todos los movimientos de automóviles que cruzan el cruce D: $m_d = 2$

Paso de peatones C (calle secundaria)

- factor de ajuste de la sección transversal: $F_w = 0.97$
- factor de ajuste del volumen de vehículos motorizados: $F_v = 0$
- factor de ajuste de la velocidad de los vehículos motorizados: $F_s = 0.21$
- factor de ajuste del retraso peatonal: $F_{delay} = 0.07$
- número de carriles cruzado por pasar el paso de peatones C (carriles): $N_c = 2$

- número de isletas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce de peatones C: $N_{rtci,c} = 0$
- cuento de vehículos que viajan por la calle principal durante un periodo de 15 minutos (veh/carril): $n_{15,mj} = 41 \text{ veh/carril}$
- velocidad del percentil 85 en el medio segmento de la calle principal (mi/h): $S_{85,mj} = 40.38 \text{ mi/h}$
- demora peatonal por cruzar el paso de peatones C (s/p): $d_{p,c} = 5.45 \text{ s/p}$
- flujo del movimiento 1 (veh/h): $v_1 = 244 \text{ veh/h}$
- flujo del movimiento 2 (veh/h): $v_2 = 82 \text{ veh/h}$
- conjunto de todos los movimientos de automóviles que cruzan el cruce C: $m_c = 2$

Por lo tanto, se calcula la puntuación relacionada con el paso de peatones D

$$I_{p,int} = 2.68$$

Y la puntuación relacionada con el paso C

$$I_{p,int} = 1.85$$

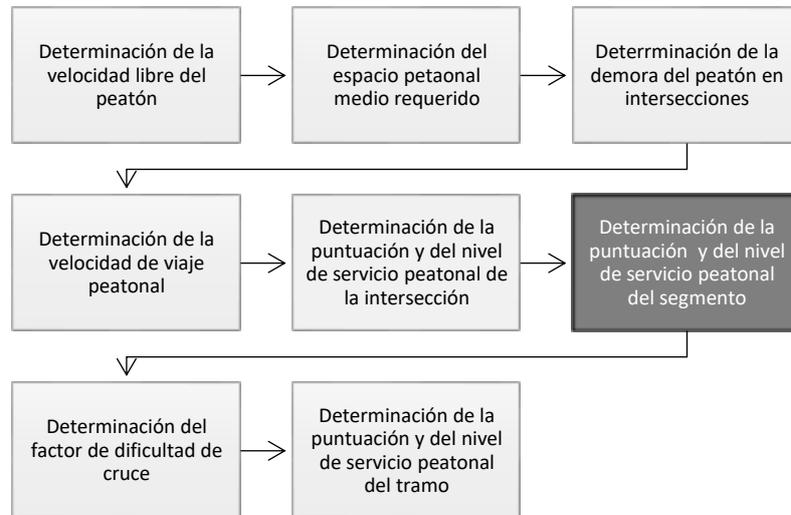
Con los umbrales de puntuaciones de nivel de servicio, se puede determinar el nivel de servicio para cada paso de peatones.

Nivel de Servicio	Puntuación del NS de la intersección
A	$\leq 2,00$
B	$> 2,00-2,75$
C	$< 2,75-3,50$
D	$> 3,50-4,25$
E	$> 4,25-5,00$
F	$> 5,00$

Tabla 13: Umbrales de la puntuación del NS de la intersección con el nivel de servicio correspondiente (National Research Council (United States of America), 2010)

Por lo tanto, se determina que el **paso de peatones D de la calle principal es de nivel B** mientras que el **paso de peatones C de la calle secundaria es de nivel de servicio A**.

8.6. Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal del segmento



Datos

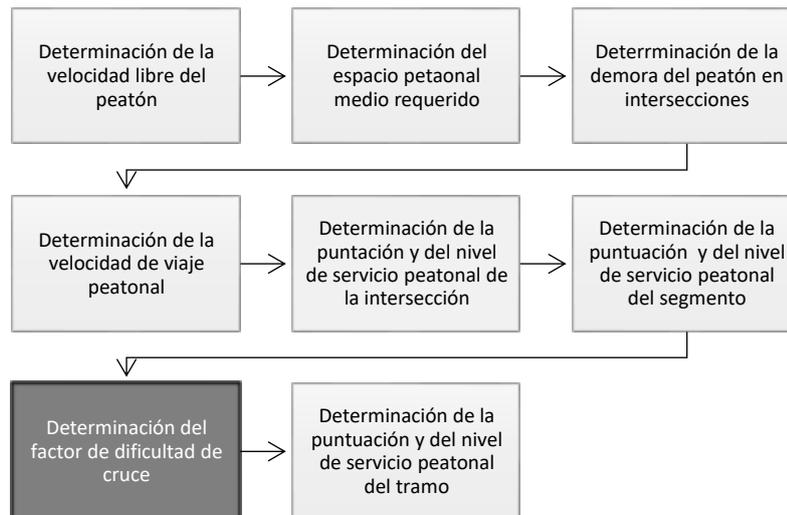
- factor de ajuste de sección transversal: $F_w = -5.98$
- factor de ajuste del volumen del vehículo motorizado: $F_v = 2.01$
- factor de ajuste de la velocidad del vehículo motorizado $F_s = 0.06$
- ancho total efectivo del exterior a través los carriles, carriles bici y arcén como una función de tráfico (ft): $W_v = 43.14 \text{ ft}$
- ancho efectivo del carril bici y arcén combinados (ft): $W_1 = 6.56 \text{ ft}$
- proporción del estacionamiento de calle ocupado (decimal): $p_{pk} = 1$
- ancho de búfer entre la calzada y la acera (igual a 0.0 ft si no existe aceras) (ft): $W_{buf} = 4.36 \text{ ft}$
- coeficiente del área de búfer: $f_b = 1$
- anchura de acera disponible (ft): $W_A = 13.02 \text{ ft}$
- ajuste de la anchura de acera disponible (ft): $W_{aA} = 10$
- coeficiente de ancho de la acera: $f_{sw} = 3$
- velocidad de flujo de segmento medio (direccional más cercano a la acera sujeto) (veh/h): $v_m = 1770 \text{ veh/h}$
- número de carriles en el segmento en la dirección de viaje considerada (carriles): $N_{th} = 3$
- velocidad de funcionamiento del vehículo motorizado (mi/h): $S_R = \text{mi/h}$
- tiempo de recorrido del segmento del vehículo motorizado (s): $t_R = 12.54 \text{ s}$

Todos los datos presentados, es posible calcular la puntuación del nivel de servicio para el segmento:

$$I_{p,link} = 2.14$$

Esta puntuación corresponde a un **nivel de servicio D para el segmento**.

8.7. Determinación del factor de dificultad de cruce de la carretera



8.7.1. Demora de desvío

Datos

distancia de desvío (ft): $D_d = 229.65 \text{ ft}$

distancia hasta la intersección señalizada más cercana (ft): $D_c = 114.83 \text{ ft}$

velocidad promedio del peatón (f/s): $S_p = 2.95 \text{ ft/s}$

demora del peatón cuando cruza a la intersección señalizada más cercana: $d_{pc} = 15.68 \text{ s}$

La demora resultada de este desvío es:

$$d_{pd} = 93.55 \text{ s/p}$$

8.7.2. Factor de dificultad de cruce

Datos

De hecho, se calcula el factor de dificultad

demora de cruce (s/p): $d_{px} = 60 \text{ s/p}$

demora de desvío peatonal (s/p): $d_{pd} = 93.55 \text{ s/p}$

demora de espera peatonal (s/p): $d_{pw} = 0 \text{ s/p}$ (los cruces fuera de las intersecciones son ilegales en este tramo)

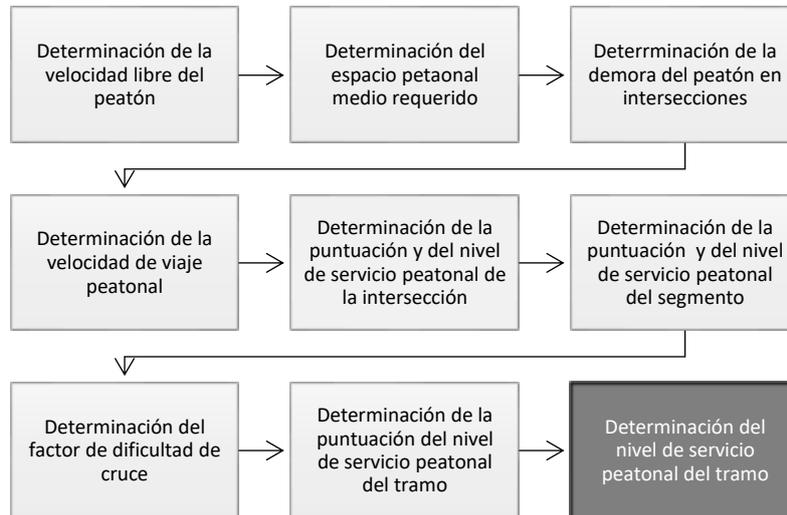
puntuación del nivel de servicio peatonal del segmento: $I_{p,link} = 2.14$

puntuación del nivel de servicio peatonal de la intersección: $I_{p,int} = 2.85$

$$F_{cd} = 1.41$$

El factor no respecta los umbrales definidos por el HCM. En efecto no está comprendido entre 0.80 y 1.20. Por lo tanto, se utiliza el umbral máximo de 1.20 para la determinación de la puntuación del tramo

8.8. Determinación de la puntuación y del nivel de servicio peatonal del tramo



Dado todos los datos encontrados y calculados, la puntuación del nivel de servicio del tramo estudiado es

$$I_{p,seg} = 3.61$$

De acuerdo con la tabla a continuación, se destaca que el tramo definido en la calle Colón posee un nivel de servicio D. (Puntuación =3.61; Espacio peatonal requerido=15.16 ft²/p)

Puntuación del NS peatonal	Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido (ft ² /p)					
	>60	>60-40	> 24-40	>15-24	>8.0 ^a -15	≤8.0 ^a
≤2.00	A	B	C	D	E	F
<2.00-2.75	B	B	C	D	E	F
<2.75-3.50	C	C	C	D	E	F
<3.50-4.25	D	D	D	D	E	F
<4.25-5.00	E	E	E	E	E	F
>5.00	F	F	F	F	F	F

Tabla 14: Umbrales de niveles de servicio (National Research Council (United States of America), 2010)

Cabe recordar que, a este nivel, la libertad de escoger su velocidad por sí mismo y eludir otros peatones es limitada. Los conflictos debidos a flujos cruzados y flujos inversos son más probables, lo que provoca cambios en la velocidad y la posición de los peatones.

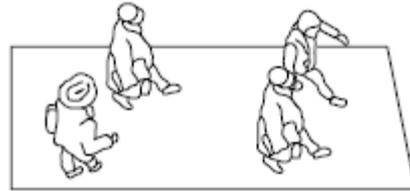


Ilustración 47: Representación del nivel de servicio D

El nivel obtenido es de acuerdo con las observaciones cualitativas que se hicieron durante los aforos de peatones.

En cuanto a los otros subtramos, que presentan más espacio para la circulación de los peatones, se destacan las puntuaciones y espacios peatonales medio requeridos. Eso permite determinar el nivel de servicio de cada subtramo. Sin embargo, al llegar al subtramo 2 (que comporta la entrada de metro) el espacio del peatón se ve reducido, lo que condiciona todo el tramo dado que los cruces son posibles solamente en las intersecciones.

Subtramo	Espacio peatonal medio requerido	Puntuación del nivel de servicio del tramo	Nivel de servicio del tramo
1	21.7 ft ² /p	3.61	D
2	15.16 ft ² /p	3.61	D
3	27.42 ft ² /p	3.61	D
4	24.21 ft ² /p	3.61	D

Tabla 15: Resultado del análisis de nivel de servicio para cada tramo

Al representar el caso de estudio y en particular el espacio peatonal disponible en el subtramo 2 en la curva del espacio peatonal en función de la intensidad se percibe que con las intensidades medidas, el tramo se acerca de su capacidad límite, determinada a 7150 peatones/hora.

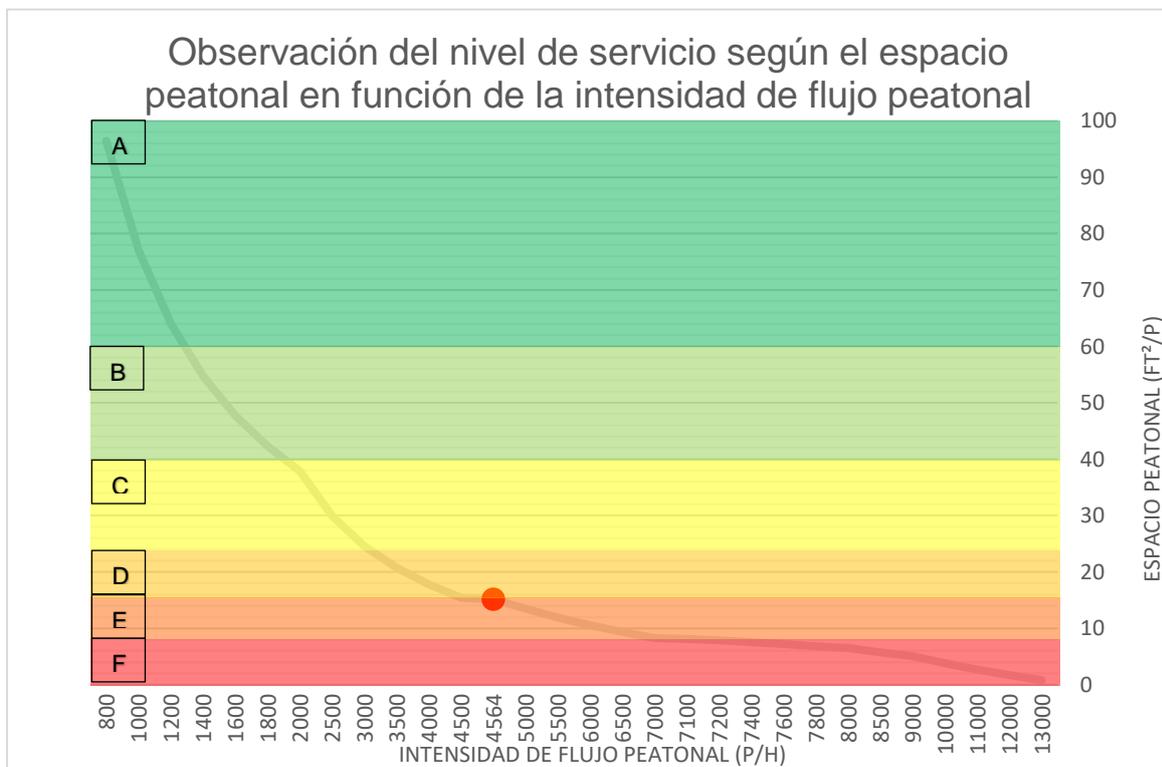


Ilustración 48: Observación del nivel de servicio según el espacio peatonal en función de la intensidad de flujo peatonal

El nivel de servicio D determinado corresponde a un nivel aceptable para los desplazamientos de peatones, pero tiende hacia el nivel E y F. En consecuencia, no hace falta proponer medidas para mejorar la movilidad peatonal. En efecto, cabe recordar que los aforos se realizaron en día laborable y de fin de semana que se supone de afluencia normal. Se supone que el nivel de servicio en días de fuerte afluencia tendrá hacia el nivel de servicio F y la capacidad límite del tramo que representa una situación de congestión peatonal.

9. Tendencia general de la movilidad peatonal

Con las políticas actuales de fomento de la movilidad peatonal que existe en Valencia, una revisión de los proyectos previstos en la Ciudad permite entrever los posibles problemas que pudieran sugerir tras el desarrollo de los desplazamientos de viandantes. En efecto el desarrollo de espacio peatonales conectados a la Calle Colón puede incrementar el número de peatones circulando por esta última. Debido a su carácter de calle principal y de vía comercial, el impacto de los proyectos en la calle debe ser pensado.

Teniendo en cuenta los datos publicados por el Ayuntamiento, se puede presentar los dos proyectos a continuación con un posible efecto en la Calle Colón. Desagradecidamente, la disponibilidad de los documentos no permite desarrollar este apartado de manera muy técnica. Sin embargo, hipótesis pueden ser planteadas en cuanto a la relación de esos proyectos con la calle de estudio.

9.1. Plaza del Ayuntamiento

El periódico Valencia Plaza relata que “El concejal de Movilidad Sostenible del Ayuntamiento de València, Giuseppe Grezzi, ha anunciado este miércoles que la plaza será peatonal a partir de abril del año que viene, desde la entrada por la calle San Vicente hasta la esquina del edificio consistorial con Periodista Azzati, y coincidiendo con las obras en la Plaza de la Reina.” (Valencia Plaza, 2017). Como se puede visualizar en la ilustración a continuación se previó una peatonalización provisional y reversible, aprovechando los cortes de tráfico necesario para la reforma de la Plaza de la Reina (El Mundo,2017).



Ilustración 49: Peatonalización provisional de la Plaza del Ayuntamiento (El Mundo, 2017) <http://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2017/10/26/59f0e5f746163f9b428b463b.html>



Ilustración 50: Presentación de la Plaza del Ayuntamiento tras el proyecto de peatonalización, con la zona peatonalizada en naranja (Valencia Plaza, 2017) <http://valenciaplaza.com/valencia-anuncia-la-peatonalizacion-de-parte-de-la-plaza-del-ayuntamiento>

En cuanto a las conexiones con la Calle Colón, se puede suponer que los transeúntes viajaran por el passeig peatonalizado de Russafa, por la Calle Roger de Llòria y la Calle de Correus y Pérez Bayer, que ofrece una conexión directa entre la Plaza y la Calle Colón. A continuación, se observa, los itinerarios supuestos entre la Plaza y la dicha calle. Cabe precisar que ningún estudio de origen-destino fue realizado para plantear estos itinerarios. Se trata solamente de una primera hipótesis que puede ser confirmada o revocada tras estudios.



Ilustración 51: Conexiones directas entre la Plaza del Ayuntamiento y la Calle Colón: (1) Passeig Russafa; (2) Calle Roger de Llòria; (3) Calle de les Barques (Google Maps, 2017)

9.2. Calle Jorge Juan y Isabel La Católica

La Concejalía de Movilidad Sostenible ha llevado a cabo un plan de participación pública: Pla del Remei (relacionado al barrio del mismo nombre). De esta participación, aparece la necesidad de recuperación del espacio público según el vecindario y los comerciantes. La mejora de las condiciones de seguridad de los peatones fue destacada a través este plan de participación. El objetivo sería ganar más espacio generando zonas verdes, prohibir el aparcamiento de motos en las aceras, restringir el tráfico. Además, se propone la instalación de una zona peatonal entre las calles Jorge Juan y Isabel La Católica. A continuación, se visualiza la propuesta del Ayuntamiento. (7televalencia, 2018) (El Mundo, 2018)



Ilustración 52: Propuesta de zona peatonal entre la Calle Isabel La Católica y la Calle Jorge Juan (El Mundo, 2018) (<http://www.elmundo.es/grafico/comunidad-valenciana/2018/04/17/5ad4eff746163f73748b4645.html>)

9.3. Previsión general

Con el desarrollo de la ciudad y la urbanización general que se percibe hoy en día, se prevé que un 40% de la población española vivirá en ciudades al horizonte 2030. (Europapress, 2016) Además, Valencia, tercera ciudad de España en cuanto a su población, desarrolla una política enfocada en el peatón (desarrollar la red de itinerarios peatonales, valorar los espacios públicos urbanos, asegurar los desplazamientos (Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia, 2013). Por lo tanto, debido a esta tendencia y los proyectos previstos por el Ayuntamiento, es legítimo suponer un incremento de los números de peatones que se desplazarán por el centro.

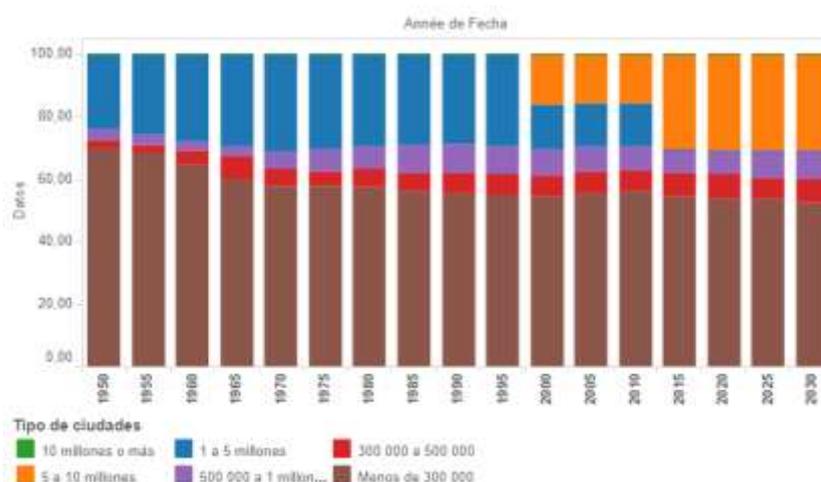


Tabla 16: Porcentaje de población en zonas urbanas (Europa Press, 2018)

(<http://www.europapress.es/sociedad/noticia-asi-creceran-grandes-ciudades-espanolas-proximos-anos-20160202114408.html>)

Considerando unas variaciones en el incremento de la movilidad peatonal, se calcula los niveles de servicio correspondientes con la metodología del HCM 2010.

Incremento del número de peatones	5%	10%	15%	20%
Espacio peatonal medio requerido	14.26 ft ² /p	13.44 ft ² /p	12.67 ft ² /p	11.97 ft ² /p
Nivel de servicio previsual del tramo de estudio (subtramo más desfavorable)	E	E	E	E

Tabla 17: Nivel de servicio según el incremento del número de peatones en el tramo de estudio

Cabe notar que el nivel de servicio depende de la puntuación de nivel de servicio (que depende principalmente de la configuración de la calle y del tráfico rodado) y del espacio peatonal. El espacio cuyo disfruta el peatón se va disminuyendo. Proporcionar más espacio al peatón seguirá siendo el desafío en la movilidad peatonal.

10. Propuesta y evaluación de medidas para la mejora de la movilidad peatonal

10.1. Propuesta 1: Ampliación del ancho efectivo de la acera y reducción de la velocidad del tráfico rodado

Se observa a través los cálculos que el tráfico rodado, en cuanto a su velocidad y su intensidad, influye sobre la puntuación de nivel de servicio. Siguiendo la política de reapropiación del centro por los ciudadanos y los peatones, se propone la solución siguiente.

10.1.1. Ampliación del espacio para el peatón

Cabe recordar que el subtramo que condiciona el nivel de servicio el subtramo 2 (que comporta la entrada de metro). Dado que no se puede modificar el ancho de la entrada, se propone ampliar la acera y crear un nuevo paso para los peatones (a saber, $\frac{3}{4}$ del tramo de estudio).

Para esta ampliación, una obra completa se propone aquí. La ampliación se haría tomando espacio sobre la zona de aparcamiento de los taxis que representa 2.40 m de ancho. Se observa en el Plan 3: *Propuesta 1: Ampliación de la acera- Configuración general del tramo de estudio* en el apartado de los PLANOS.

Se precisa también que no se desplazaría la entrada del metro, pero se ampliaría la acera alrededor de ella, proponiendo, entonces, un espacio adicional de circulación. Se conserva el arbolado, respetando el Anexo IV de la Ley 5/2014 de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana (LOTUP) que regula en su Anexo IV los estándares urbanísticos y normalización de determinaciones urbanísticas.

Se prevé que “las aceras de más de 3 metros de anchura deberán incorporar arbolado de alineación, con la limitación de que la anchura efectiva de paso no sea inferior a 2 metros y siempre que sea compatible con las redes de servicios. Las de más de 4 metros de anchura dispondrán siempre de arbolado de alineación” (III- Art. 2.4-Sección D, Ley 5/2014). Se propone, además, no mover el mobiliario urbano con el fin de dejar un paseo completamente libre para los desplazamientos. Además, la posición del mobiliario debe respetar los 0.40 m hasta el bordillo, definido por el Orden VIV/561/2010, de condiciones básicas de accesibilidad de los espacios públicos urbanizados. En consecuencia, es conveniente dejar el mobiliario en su plaza.

A continuación, se presenta una tabla enseñando el espacio peatonal medio requerido según los metros de la ampliación.

		0.00m	0.5m	1m	1.5m	2m
Espacio peatonal medio requerido	Subtramo 1	21.7 ft ² /p	26.26 ft ² /p	30.68 ft ² /p	35.07 ft ² /p	39.42 ft²/p
	Subtramo 2	15.16 ft ² /p	19.8 ft ² /p	24.30 ft ² /p	28.74 ft ² /p	33.14 ft²/p
	Subtramo 3	27.42 ft ² /p	31.83 ft ² /p	36.20 ft ² /p	40.56 ft ² /p	44.90 ft²/p
	Subtramo 4	24.21 ft ² /p	28.66 ft ² /p	33.06 ft ² /p	37.43 ft ² /p	41.78 ft²/p

Tabla 18: Espacio peatonal medio requerido según los metros de ampliación de la acera

Considerando los otros tramos, se percibe que una ampliación de 0.5m sería suficiente para que en todos los subtramos (salvo el 2) el espacio peatonal fuera superior a 24 ft²/p.

Una ampliación de 1 metro permitiría que en todos los subtramos el espacio peatonal fuera superior a 24 ft²/p. Sin embargo, se considera una ampliación de 2m con el fin de tener dos unidades de paso en la parte interior de la acera.

10.1.2. Reducción de la intensidad y de la velocidad del tráfico

De manera a reducir la puntuación del nivel de servicio del tramo de estudio, se puede actuar sobre la velocidad limite autorizada en este último.

Se realiza los cálculos bajando la velocidad limite a 40km/h y 30km/h, considerando la ampliación de 2 metros. Como en el diagnóstico de la situación actual, eso supone que la velocidad del 85 percentil (V85) será 15km/h más elevada que la velocidad autorizada. (RIGUELLE, 2013). Con esta disminución se observa los cambios siguientes sobre la puntuación.

Velocidad limite	30 km/h (≈18.6 mi/h)	40 km/h (≈ 25 mi/h)	50 km/h (≈ 31 mi/h)
Puntuación de nivel de servicio para el tramo $I_{p,seg}$	3.59	3.62	3.65

Tabla 19: Evolución de la puntuación del nivel de servicio $I_{p,seg}$ según la velocidad limite autorizada

Se observa que con la ampliación la puntuación del nivel de servicio para el tramo se empeora. De hecho, la reducción de la velocidad a 30km/h permite mejorar la puntuación respecto a la puntuación inicial. En efecto, se alcanza los $I_{p,seg} = 3.59$.

Por lo tanto, se propone una reducción de la velocidad a 30 km/h en toda la calle Colón.

Como esa puntuación depende también de la intensidad de tráfico, se busca la reducción de intensidad adecuada para la mejora de la movilidad peatonal. Esta disminución sería la consecuencia de la reducción de la velocidad y también del fomento de itinerarios alternativos, con mensajes variables, por ejemplo. Se piensa en la Gran Vía del Marqués del Turia si se percibe la necesidad de cruzar la ciudad. Con el fomento de la movilidad a pie, es interesante pensar además en los varios aparcamientos de la ciudad donde se puede aparcar los vehículos y usar la red de itinerarios peatonales que propone el Ayuntamiento. Se supone también que la ampliación de la acera participaría a la disminución de la intensidad de tráfico.

Se verifica la hipótesis según la cual una intensidad de tráfico más baja permitiría mejorar la calidad de los viajes de los transeúntes, aquí mejorando la puntuación del nivel de servicio.

Velocidad	Reducción de la intensidad	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
		(IHP=1770 veh/h)	(IHP=1753 veh/h)	(IHP=1734 veh/h)	(IHP=1717 veh/h)	(IHP=1699 veh/h)	(IHP=1681 veh/h)	(IHP=1663 veh/h)
50 km/h (≈31 mi/h)		3.65	3.60	3.54	3.48	3.43	3.37	3.31
40 km/h (≈25 mi/h)		3.62	3.56	3.51	3.46	3.40	3.35	3.29
30 km/h (≈18.6 mi/h)		3.59	3.53	3.48	3.43	3.38	3.32	3.27

Tabla 20: Puntuación del nivel de servicio del tramo $I_{p,seg}$ según la reducción de la intensidad del tráfico rodado y la velocidad

Una disminución del tráfico de 10% con una reducción de la velocidad a 30 km/h (o 18.6 mi/h) permite alcanzar una puntuación del nivel de servicio del tramo de $I_{p,seg} = 3.48$. Permite alcanzar un mejor nivel de servicio, llegando al umbral inferior de 3.50 lo que permite pasar al **nivel de servicio C**.

Dado las observaciones anteriores, se propone la medida siguiente:

- Una ampliación de la acera de 2 metro tomando espacio sobre la zona de aparcamiento de los taxis
- Una reducción de la velocidad del tráfico rodado hasta 30 km/h (≈18.6 mi/h)
- Una reducción de la intensidad de tráfico gracias a la reducción de la velocidad, al fomento de itinerarios alternativos para los vehículos motorizados y el fomento de la red de itinerarios peatonales

Estas resoluciones permitirían **alcanzar un nivel de servicio C** para todo el tramo.

Una primera estimación de los costes de esta medida se presenta a continuación.

10.1.3. Estimación del coste de la propuesta 1

Para darse cuenta de la posibilidad de realizar la obra en términos económicos, se presenta un desglose de los costes de la ampliación de la acera del tramo considerado.

La estimación del coste de esta última se realiza con un estudio de precio en colaboración con Audrey MINOTON, ingeniera en estudios de precios de la empresa SOGEA, filial de VINCI.

La zona de afección para realizar la obra sería de 2 metros entre la acera y la calle. El presupuesto se calcula considerando las etapas siguientes:

- El desmontaje del bordillo existente (1 día) y su conservación para la futura acera ampliada
- La reservación de las bocas de alcantarilla en la losa a cimentar con encofrados no reutilizables
- La creación de una pendiente en la calle para el derrame de las aguas
- El empalme de la acera existente con la ampliación mediante un sellado químico (barra de acero colocadas en la acera existente para establecer la conexión)

- La cimentación de la nueva acera mediante encofrados y armazones. Se propone esta cimentación 6 cm bajo el nivel de la acera existente con el fin de realizar una capa, para luego, poder pavimentar.
-

Para la estimación se supone **un coeficiente de venta de 1.30**. Eso significa que los precios brutos serán multiplicados por este coeficiente para simular el precio que puede ser obtenido de una empresa de obra.

	Detalle	Precio bruto	Precio de venta (coeficiente de venta 1.30)
Desmontaje del bordillo existente y de las bocas de alcantarilla	Sierra	Sierra: 50 €/día	689 €
	Mano de obra: - 2 obreros - 1 jornada de trabajo de 8 horas	Mano de obra: 30 €/horas	
Creación de una pendiente para el derrame de las aguas	Cepilladora con conductor:	Cepilladora: 350 €/día	227.50 €
	Superficie a tratar: 1mx1m para cada boca de alcantarilla (4 bocas de alcantarilla en el tramo) Mano de obra: - ½ jornada de trabajo		
Realización de la ampliación con el empalme de la acera existente con la ampliación	Hormigón: 28m³ (70m por 2 m de anchura y 0.20m de altura)	Hormigón: 90 €/m ³	3 276 €
	Encofrados	Encofrados: 500 €	650 €
	Sellados químicos: 1 sellado cada 30 cm → 234 sellados en el tramo de 70 m	Sellados: 5 €/sellados	1 521 €

	Acero: 80kg/ m ³ de hormigón	Acero: 0.70 €/kg	2 038.4 €
	Mano de obra:	Mano de obra:	7 488 €
	- 8 jornadas de trabajo de 8 horas	30 €/horas	
	- 3 obreros		
Restablecimiento de los bordillos y de las bocas de alcantarilla	Cemento	300 €	390 €
	Mano de obra:	Mano de obra:	2 496 €
	- Ritmo 20m/j	30 €/horas	
	- 4 jornadas de trabajo de 8 horas		
	- 2 obreros		
Estudio del proyecto/Instalación de obra/Seguridad/ Conducción de obra		5 000 €	6 500 €
	Total		25 275.9 €

Tabla 21: Pliego de precios descompuestos para la estimación del presupuesto de la ampliación de la acera (basándose en los precios realizados en Francia)

Esta estimación es válida solamente para el tramo considerado. El presupuesto parece razonable. No se desplaza el arbolado presente. Sin embargo, la supresión de la zona de aparcamiento de los taxis y el posible impacto de la ampliación en el tráfico debe ser estudiado. Así, un estudio completo de la movilidad en la Calle Colón es necesario antes la implantación de esta medida (tráfico rodado, peatones, transporte público, taxis). En efecto, es importante comprobar que mejorar el nivel de servicio peatonal no va a empeorar de mucho el nivel de servicio de los vehículos motorizados. Esa propuesta toma en cuenta aquí solamente la comodidad del peatón para obtener un nivel de servicio más eficiente.

10.2. Propuesta 2: Mejora de la movilidad informando el viandante: el concepto de *PeaMap*

10.2.1. Valencia "Smart City"

Con el crecimiento de la población en zona urbana, la gestión de la ciudad, su organización y la optimización de sus recursos son reales desafíos. Hoy en día, se desarrolla en este sentido las *Smart Cities* o Ciudades Inteligentes. A través un enfoque sistémico, se propone gestionar la ciudad del siglo XIX^e. Con este concepto la ciudad tiene otra dimensión integrando el aspecto numérico. En efecto, los datos generados y observados gracias a sensores permiten pilotar la ciudad y gestionarla de manera eficiente. Se supone, con las nuevas ciudades conectadas, una mejora de la calidad de vida y de las políticas urbanas. El digital supone también una mejora en cuanto a la sostenibilidad. De hecho, todos los indicadores obtenidos permiten actuar y responder en consecuencia (indicador de calidad del aire, de tráfico, de consumo de agua...) (BREUX y DIAZ, 2017) (SMART GRIDS-CRE, s.f)

La ciudad de Valencia se integra en esta dinámica de Smart Cities. En efecto, el periódico Las Provincias informa que la Plataforma VLCi tiene la intención de convertir Valencia en la primera ciudad 100% inteligente de España. Se desarrolla una estrategia al horizonte 2020. (Las Provincias, 2015)

La colección de datos se hace en una plataforma basada en la nube. 600 indicadores están ya integrados en esta última, lo que ha permitido realizar la AppValència con destino al ciudadano. Esta aplicación se compone de mapas interactivos, información municipal, del tráfico, del transporte público, etc. (Ayuntamiento de Valencia,s.f), todo de acuerdo con el objetivo de mejora de la calidad de vida.

Además del desarrollo de esta aplicación, se sigue trabajando en una ciudad de Valencia inteligente. La Asociación Valenciana de Empresas del Sector de la Energía (AVESEN) lidera el *Think Smart City*, un grupo de trabajo para pensar las ciudades inteligentes. Este grupo tiene por objetivo, entre otros, ofrecer soluciones inteligentes integradas adaptadas a los retos de las ciudades (TIC, seguridad, movilidad, energía, agua), realizar propuestas tecnológicas, crear proyectos innovadores. (Think SmartCity, s.f.). *Think Smart City* integra la participación de los ciudadanos. Ellos sirven de guía para las políticas públicas.

Por lo tanto, se nota el esfuerzo de la ciudad de Valencia para integrarse en esta dinámica y mejorar la calidad de vida de manera sostenible.

La propuesta de mejora de la movilidad peatonal del tramo de estudio y más generalmente de la calle Colón se ve de acuerdo con esta dirección, tomada por el Ayuntamiento. En efecto trata de una solución muy actual que desarrolla y aprovecha la ciudad inteligente.

10.2.2. *Comfort Predict de Qucit*

10.2.2.1. Qucit

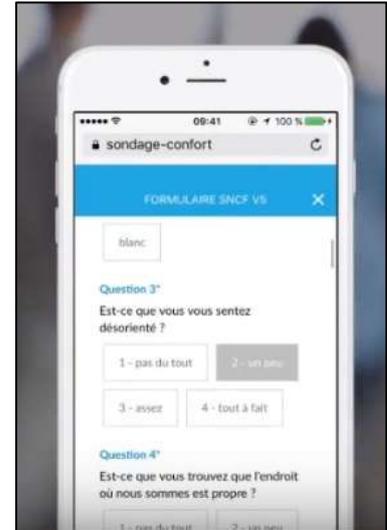
Qucit (de *Quantified Cities*) es una startup francesa que propone soluciones de análisis y de optimización de la movilidad urbana, particularmente sobre los temas de comodidad de los ciudadanos, de los vehículos y de las bicicletas. Consiste en un sistema de predicciones que se basa en los comportamientos humanos y los datos urbanos. Esta tecnología se cimenta, entre otros, sobre la inteligencia artificial, los modelos estadísticos, y el *machine-learning* que consista en un aprendizaje automáticos y estadísticos. Se destina a los operadores de sistemas de movilidad, a los ayuntamientos, concesionarios, promotores inmobiliarios, etc. que necesitan realizar modelos a partir de sus datos.

Así, Qucit propone predicciones en varios ámbitos. Se destaca, por ejemplo, la anticipación de los incidentes de tráfico rodado, la predicción de la disponibilidad de plaza de aparcamientos en la ciudad para vehículos o bicicletas públicas. Propone además un nuevo indicador en cuento a los ciudadanos: el *Comfort Predict*, herramienta que predice la comodidad de los viandantes en el entorno urbano. (QUCIT, 2018)

10.2.2.2. *Comfort Predict*

La herramienta *Comfort Predict* predice la percepción del usuario según su localización y la hora del día. Propone una cuantificación objetiva de los factores externos que impactan esta percepción. (QUCIT, 2018)

Ilustración 53: Pantalla del sondeo geolocalizado en móvil- Comfort Predict © Qucit
(https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkKQe2Soy8RYIILjcwcl16l3x)



Este modelo integra en un primer paso los datos contextuales. Se toma en cuenta los datos estáticos como las infraestructuras (trazado de las calles, plazas), los puntos de interés (restaurantes, farmacias, escuelas, ...) y también los datos dinámicos: las fechas, la meteorología y los datos de sensores.

También, un trabajo de sondeos es necesario para llevar a cabo el análisis de los sentimientos de los ciudadanos. En efecto la realización de sondeos geolocalizados y la agregación de los datos contextuales permite crear un entorno digitalizado en el cual se mueve el ciudadano. La predicción de los comportamientos se basa en una medición precisa de estos últimos y el entorno en el que se producen. Los sensores dispuestos en el ámbito, los móviles que poseen también sensores, los usuarios de aplicación móvil y las redes sociales, ayudan en la obtención de datos. (QUCIT, 2016)

Con este entorno y los sondeos, el *machine-learning* permite reconocer las situaciones en las cuales el viandante no se sentirá cómodo. Los datos son puestos en relaciones para resaltar el nivel de sentimiento, que puede ser el confort, el estrés o la percepción de limpieza.... Es posible, con la inteligencia artificial establecer una multitud de combinaciones a estudiar. (QUCIT, 2018)

Una cartografía de los niveles de sentimientos obtenidos se establece con una resolución de 5m².

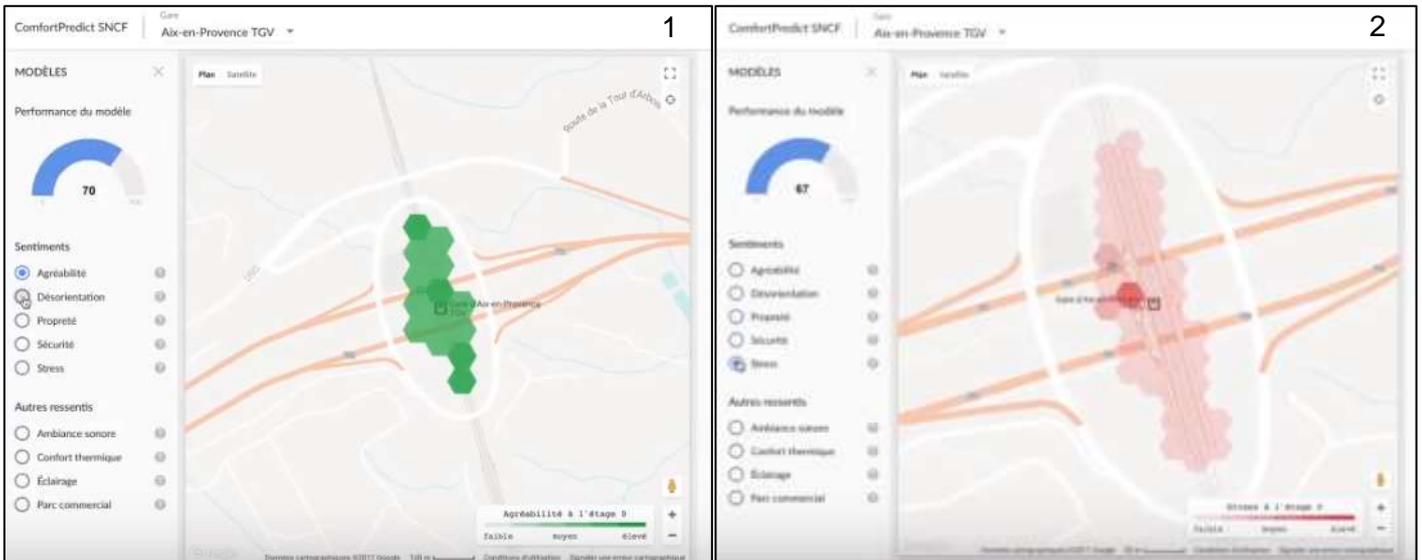


Ilustración 54: Visualización cartográfica de los niveles de sentimientos: (1) Nivel de comodidad en la estación de tren Aix-en-Provence, (2) Nivel de estrés en la estación de tren Aix-en-Provence © Qucit
https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkkQe2Soy8RYIILjcwcl16I3x

De manera concreta la plataforma comporta varias pestañas. La primera informativa, permite visualizar los datos, sondeos, el protocolo y las estadísticas brutas. La pestaña de análisis permite filtrar los resultados y compararlos según los lugares, los periodos, los indicadores o perfiles (edad, sexo, ...). Indica también los factores que impactan el nivel de sentimientos. La pestaña de la cartografía ofrece la exploración de los resultados. Se puede visualizar las zonas de bajo nivel sobre las cuales hay que actuar.

Este modelo de presentación de los resultados transcribe de manera sencilla y entendible las conclusiones del análisis.

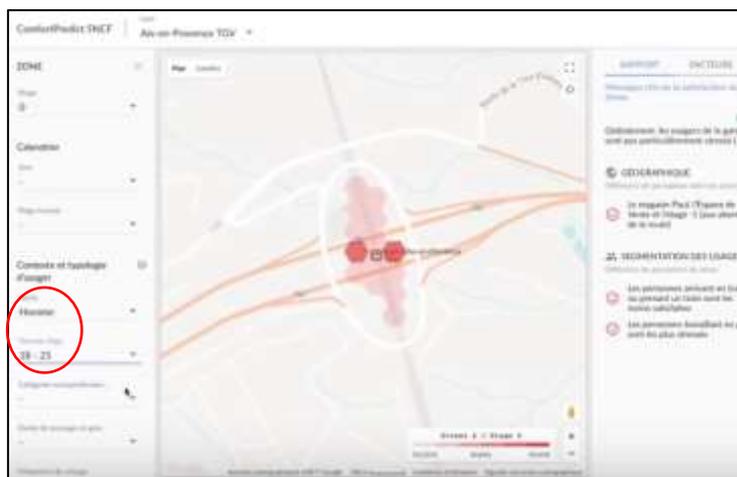


Ilustración 55: Filtración de los resultados según el sexo y la edad- Comfort Predict © Qucit
https://www.youtube.com/watch?v=rP_qrniaXNc&index=4&list=PLm_5JqFEIkkQe2Soy8RYIILjcwcl16I3x

10.2.2.3. Ejemplo de implantación en París

En la ciudad de París, se implantó en la Plaza de la Nación un laboratorio inteligente (L'Informaticien, 2017). Sensores de contaminación del aire, contaminación sonora, tráfico y fueron instalados alrededor de la plaza.

Esta plaza es la segunda más grande de París y comporta en su entorno negocios, zonas deportivas, escuela y una red viaria donde se encuentran los varios modos de transporte: peatones, bicicletas, coches y transporte público.



Ilustración 56: Plaza de la Nación (Le Parisien, 2017) <http://www.leparisien.fr/paris-75012/demolition-party-sur-les-trottoirs-de-la-place-de-la-nation-14-04-2017-6855150.php>

Este proyecto ofrece una cuenta de los diferentes flujos en continuo y en tiempo real. Para determinar esos flujos, se apoya en el método de aforos en video automatizado, realizado por la empresa Placemeter. Con una red de cámaras y el *machine-learning* se puede destacar el volumen de transeúntes, bicicletas o vehículos, así como sus direcciones.

Los datos están recuperados en una plataforma analítica que permite almacenar una cantidad importante de datos en tiempo real.

Qucit interviene en cuanto al análisis de estos datos. Siguiendo el modelo de análisis descrito anteriormente, se realiza las cartografías de niveles de sentimientos (confort, estrés, limpieza, etc.) (L'Informaticien, 2017). La confidencialidad de este análisis no permite presentar todos los resultados obtenidos, pero se observa a continuación un ejemplo del modelo contextual de los niveles de estrés de los peatones en la plaza de la Nación en París.

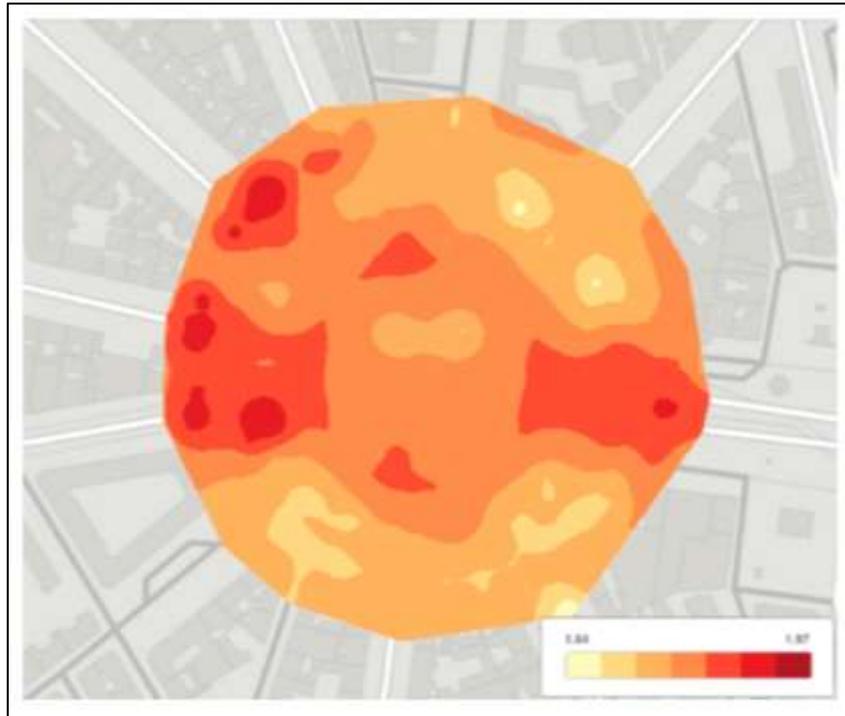


Ilustración 57: Modelo contextual de los niveles de estrés experimentado por los peatones en la plaza de la Nación en París © Qucit (<https://qucit.com/les-apports-de-lanalyse-predictive-des-comportements-humains-a-la-creation-de-villes-plus-agreables-a-vivre/>)

Se nota a través esta cartografía que al acercarse de los ejes importantes de tráfico rodado el sentimiento de estrés crece. En la planificación futura de la plaza, se podrá tomar en cuenta este hecho para mejorar la movilidad peatonal cerca de las vías (asegurar los cruces, ampliar las aceras, la zona de espera para cruzar, ...).

Usar la inteligencia artificial para entender los peatones, el impacto del entorno en su confort es el objetivo de Qucit en el proyecto de la plaza. Este análisis permitirá aprobar o modificar las elecciones en materia de planificación urbana. (DEROLEZ, 2017)

10.2.3. Aplicación à la Calle Colón: una aplicación móvil PeaMap

10.2.3.1. Presentación del concepto de PeaMap

Se puede pensar utilizar esta herramienta para el tramo de la calle Colón y más generalmente para varios lugares de la ciudad de Valencia.

Su aplicación necesita un trabajo de encuestas peatonales y la instalación de sensores a lo largo del tramo para grabar todos los ángulos de la calle (ver apartado 5.1.2.3). Determinar de manera automatizada y en tiempo real los flujos es el primer paso de esta medida. Otros sensores pueden estar también implantados para conocer los datos que intervienen en la comodidad del peatón: sensores de aire, meteorológicos, de ruido y otros.

De este modo, el estado predictivo del tramo en cuanto a la comodidad del peatón será conocido, así como otros indicadores presentados anteriormente.

En el sentido de mejora de la movilidad peatonal, se propone establecer una herramienta, en el formato de una aplicación móvil, titulada *PeaMap* (para mapa peatonal). Presentaría una carta a disposición de los viandantes. La carta interactiva comportaría el resultado del análisis de comodidad actualizado y una parte informativa proponiendo itinerarios peatonales hasta varios puntos de interés con su tiempo de recorrido. Se piensa también a avisar el viandante de los itinerarios más incómodos a sus desplazamientos con mensajes variables de aviso. El objetivo es fomentar los itinerarios alternativos sobre todo cuando el destino del peatón no se ubica en la Calle Colón. Este sistema permitiría informar el peatón de manera interactiva, basándose en el modelo de *Legible London*.



Ilustración 58: Logo de la propuesta de la aplicación móvil PeaMap (A. LOUISE,2018)

El *Legible London* es un proyecto de señalización peatonal realizado por el departamento de transporte de la ciudad de Londres: Transport for London (TfL). Los terminales son localizados en varios puntos de la ciudad, en las estaciones de metro y paradas de autobuses.

Cada terminal comporta dos planos: un mapa que recorre los trayectos a 5 minutos de distancia, otra de 15 minutos orientadas en el sentido de la caminata. (Steer Davies Gleave, 2007)



Ilustración 59: Ejemplo de un mapa de Legible London © Flickr

Se puede apreciar, en particular la eficacia del *Legible London* gracias al estudio realizado por el Transport for London.

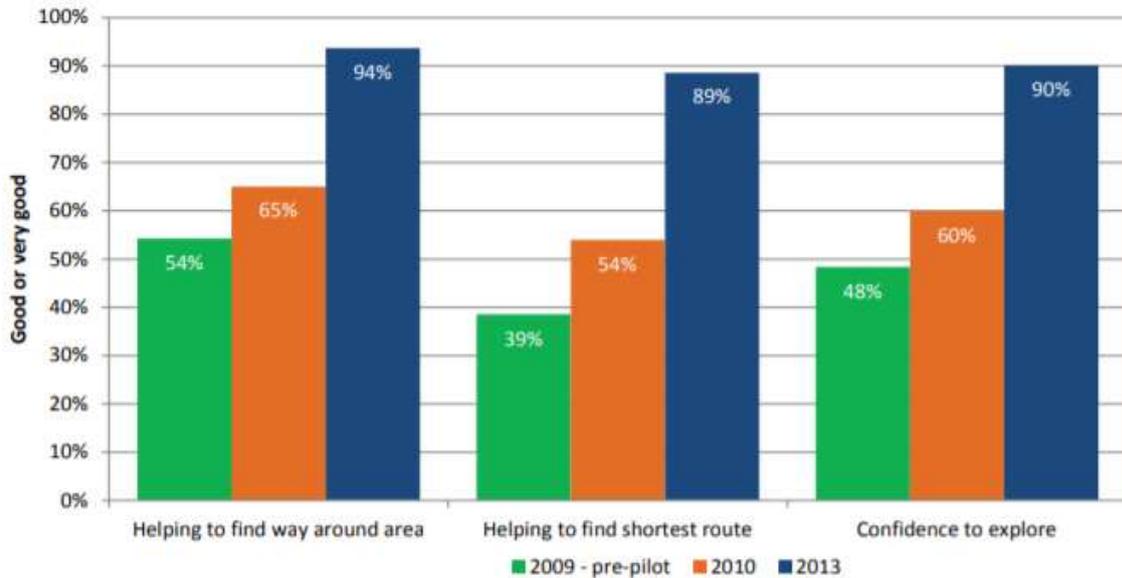


Ilustración 60: Evaluación del sistema Legible London por los ciudadanos (Steer Davies Gleave, 2014)

Se nota un sentimiento global positivo en cuanto al sistema de mapas a lo largo del tiempo. Con la apropiación de los mapas, su utilidad se fue creciendo. Se observa que, en 2013, 94% de las personas interrogadas piensan el Legible London como un ayuda para evitar determinadas áreas. Así, se puede esperar resultado similar con una aplicación del sistema a la ciudad de Valencia con el desarrollo de una aplicación móvil. En efecto, parece que informar el peatón ayuda a sus desplazamientos, y en particular, en su elección de itinerarios. Cabe recordar que el alcance de un mejor nivel de servicio en el tramo supone una reducción de la intensidad de los flujos peatonales, que se desviarían por otros itinerarios.

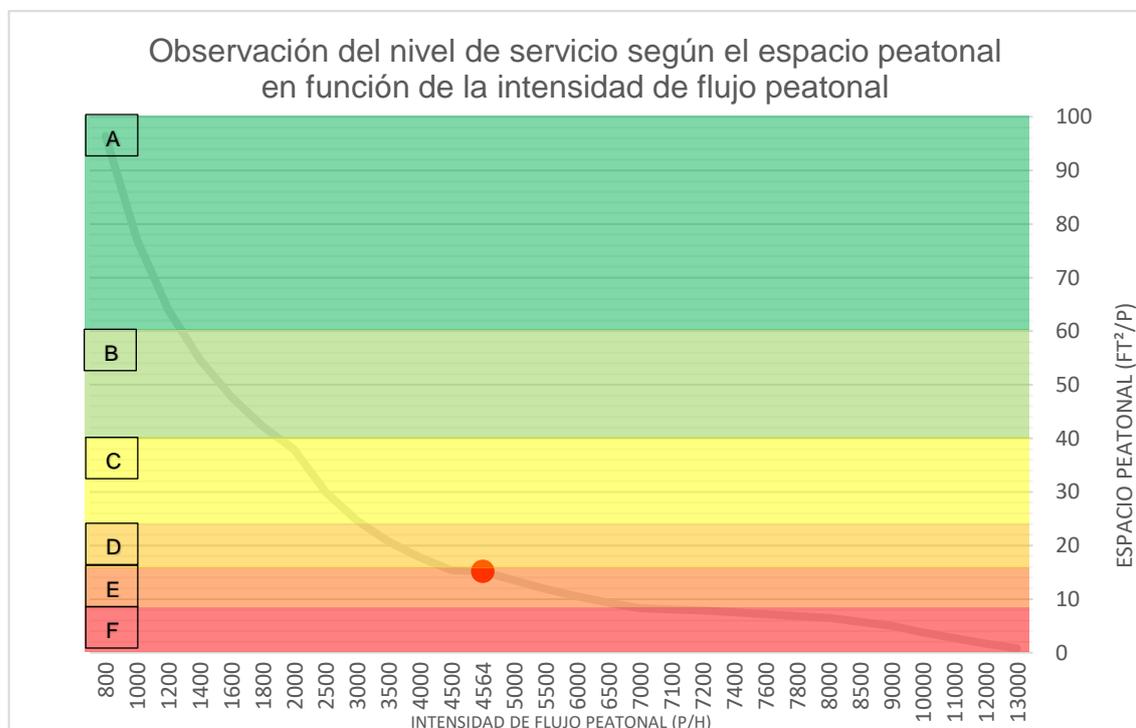


Ilustración 61: Observación del nivel de servicio según el espacio peatonal en función de la intensidad de flujo peatonal

Al mirar el gráfico anterior se observa que la reducción de intensidad de flujo peatonal necesaria al alcance del nivel de servicio C es de 32%. Se percibe esa reducción como razonable. Basándose en la eficacia del Legible London, se supone, por lo tanto, que la aplicación móvil propuesta permitiría ayudar a la disminución del flujo peatonal, dirigiendo estos 32% del flujo a otros itinerarios. A continuación, se observa una representación de la aplicación móvil en su versión sencilla.



Ilustración 62: Propuesta de desarrollo de una aplicación móvil PeaMap para la movilidad peatonal

Por lo tanto, esta segunda propuesta se enfoca más en la información de los transeúntes para mejorar la movilidad peatonal y descongestionar los espacios. No actúa directamente en el espacio peatonal disponible para los viandantes sino en la información de los peatones a propósito de sus posibilidades de desplazamientos. Una versión más avanzada podría ser pensada donde sería posible precisar el destino del viaje como en Google Maps y revelar el itinerario más confortable para el peatón basándose en factores como el nivel de estrés, de

limpieza, de confort, de oscuridad, las zonas cubiertas, con aceras, el tiempo de recorrido, etc. Por consiguiente, no se tomaría solamente el factor de tiempo en la propuesta de itinerarios sino la dimensión de comodidad.

10.2.3.2. Estimación del coste de la propuesta 2

El presupuesto necesario a tal solución de movilidad resulta complejo a evaluar. En efecto la implementación del análisis mediante el *Comfort Predict* depende mucho de los datos digitalizados cuyos dispone el Ayuntamiento. Cabe recordar que más datos son disponibles más preciso será la predicción del confort en la ciudad. En consecuencia, si la ciudad no dispone de datos contextuales estáticos digitalizados, el precio para la implantación de esta medida se verá aumentado.

Además, hay que tener en cuenta el precio de las encuestas peatonales en calle o en móviles. Las encuestas en la calle pueden ser realizadas por estudiantes por ejemplo para bajar los precios de estas últimas.

En cuanto a la realización de una aplicación de movilidad del tipo de *PeaMap* el precio puede variar de 16 000 € y 62 000 € según la complejidad de la aplicación a realizar y la integración de los datos. (Mobizel, 2017)

Por lo tanto, la sola realización de la aplicación se ve más costosa que la ampliación de la acera. Así esta medida se estima a más de los 25 275.9 € calculados en el caso de la propuesta 1.

10.3. Elección de la propuesta a aplicar

Las dos propuestas presentadas no actúan de la misma manera en la movilidad de los viandantes.

La primera propuesta de ampliación de la acera es una solución de planificación urbana y diseño. Actúa en la geometría de la calle para ampliar el espacio medio que puede tener un peatón. Interviene directamente en el espacio disponible lo que mejora el nivel de servicio del tramo. El coste de actuación en el tramo de estudio es razonable (25 275.9 €). Sin embargo, varios puntos sensibles se destacan a su implantación. La realización de esta solución comporta la supresión de la zona de aparcamiento de los taxis del tramo. Hay que pensar en la reubicación de los aparcamientos o, en su caso, en su total supresión. Además, la reducción de la velocidad de tráfico puede causar una disminución del nivel de servicio de la Calle Colón en cuanto al tráfico de vehículos motorizados. En consecuencia, un estudio previsional del tráfico tras la aplicación de la propuesta 1 es necesario para darse cuenta de su eficacia tan en los desplazamientos de peatones que en los de los vehículos.

La segunda propuesta se integra en la política de fomento de la movilidad peatonal iniciada por el Ayuntamiento. Permite a los peatones conocer el estado de comodidad de su entorno y escoger su itinerario según su necesidad. El tiempo de implantación de la medida se supone más largo, así como su presupuesto sobre todo con el desarrollo de la aplicación. Sin embargo, sería una real inversión para la movilidad peatonal. El concepto de *PeaMap* presentado es un modelo simple de lo que se puede desarrollar. Tiene en cuenta el confort que es la base de la aplicación, pero se puede incorporar más de la red de itinerario peatonal. El tiempo de realización de la segunda propuesta parece necesitar más tiempo que una simple ampliación de acera dado que se debe considerar el tiempo de implantación de los sensores,

de realización de los sondeos, del análisis con el *Comfort Predict* y de realización de la aplicación móvil.

En consecuencia, para la mejora del nivel de servicio del tramo de estudio se prefiere la propuesta 1 dado que incrementa directamente el espacio peatonal requerido. No obstante, una solución más innovadora, y global como el concepto de *PeaMap* no puede ser dejado al lado. En efecto, no existe por el momento una aplicación dedicada al peatón y su confort. Así se piensa esta aplicación *PeaMap* para una mejora general de los desplazamientos de los peatones.

11. Conclusión

Este Trabajo de Fin de Máster propone el análisis de la capacidad y del nivel de servicio de un tramo de la Calle Colón de Valencia con el fin de comprobar su potencial ante los flujos de peatones que se observan en esta calle.

Se debió, en primer lugar, definir lo que era un peatón, y lo que hacía parte de su movilidad (espacio, velocidad, marco normativo). Se percibe que el tema del peatón es un tema actual y que el fomento de los modos no motorizados se integra en los varios rangos del marco normativo.

Luego, para llevar a cabo esta primera estimación del nivel de servicio del tramo, se definió una metodología siguiendo aquella presentada en el Highway Capacity Manual de 2010. Su uso necesitaba el conocimiento de los flujos peatonales observados en la calle. La dificultad radicaba en una obtención de datos suficiente para estudiar el tramo de la calle. Así fue conveniente elaborar un plan de aforos para medir estos flujos y representar el volumen de transeúntes en días laborales, así como en días de fin de semana. De los aforos realizados, se nota que la frecuentación del tramo en día laboral es más importante por la tarde que por la mañana. Las horas punta se observan en los intervalos de 14h00 a 15h00 y 18h00 a 19h00.

El flujo de viandantes que se dirige hacia Xàtiva es más elevado que aquel, hacia Colón. Esta tendencia se observa igualmente en día de fin de semana

Para el tramo considerado, el nivel de servicio estimado resulta ser de D. Corresponde a un nivel donde la libertad de escoger su velocidad por sí mismo es limitada. **La comodidad se ve disminuyendo dado que los conflictos con flujos inversos son más probables y que evitar otros peatones deviene más complicado.** La capacidad del tramo está condicionada por la entrada de metro que reduce el espacio disponible para el transeúnte. Se produce un efecto de embudo. Aunque el resto del tramo puede ser de buen nivel, al llegar a la reducción de espacio, si el flujo es importante, la velocidad de los peatones bajará, así como el espacio peatonal para que los dos flujos (hacia Colón y hacia Xàtiva) puedan pasar.

Además, la tendencia general del potencial del tramo de la Calle Colón y de su nivel de servicio es al empeoramiento. En efecto, los proyectos de peatonalización previstos por la ciudad y el crecimiento del número de los habitantes en las ciudades sugieren un incremento del número de peatones que circulan por las calles. Con el aumento de transeúntes, el espacio disponible para cada uno de ellos y de sus desplazamientos disminuye. Eso tiende a empeorar el nivel de servicio hasta E (en la escala de A a F).

Frente a esta previsión y al estado actual de la capacidad de la calle, se propuso medidas de mejora de la movilidad. Una primera propuesta consista en la ampliación de la acera y la reducción de la velocidad del tráfico rodado de la calle. Eso permitiría alcanzar un nivel de servicio C y garantizar un espacio peatonal más amplio de aproximadamente 39 ft² por peatones ($\approx 3,6$ m²/p). El presupuesto, hecho tomando en cuenta las varias etapas de la realización de una ampliación de acera, se ve razonable (25 275.9 €). La entrada de metro siendo un problema puntal, se ha previsto la ampliación en el solo tramo de estudio, pero una reducción de la velocidad en toda la calle.

No obstante, la medida propuesta impactaría el tráfico rodado y el nivel de servicio de la calle, lo que necesita una verificación gracias a un estudio completo de movilidad y de tráfico. Supone también la supresión de la zona de aparcamiento presente en el tramo de estudio.

Sin embargo, es la medida más eficiente en cuanto a la mejora directa del nivel de servicio de la calle.

La segunda proposición se apoya en la herramienta *Comfort Predict* desarrollada por la start-up Qucit, que propone una predicción de los niveles de sentimientos, en particular de la comodidad, del estrés y de la limpieza. Se presenta la integración de los flujos de peatones a los factores tomados en cuenta para la elaboración de estos niveles, lo que permitiría resaltar una carta de comodidad global. Se piensa un nuevo concepto titulado *PeaMap* para ayudar a la movilidad peatonal, presentando, en una primera versión, itinerarios alternativos hasta varios puntos de interés de la red. Esta cartografía ayudaría al peatón a escoger un trayecto más cómodo a su desplazamiento. Esta medida se basa en la hipótesis según la cual la aplicación móvil permitiría desviar una parte del flujo peatonal (32%) a otros itinerarios. Este desvío ayudaría a la bajada de la intensidad del flujo lo que mejoraría el nivel de servicio del tramo. También se propone, para futuras investigaciones desarrollar este concepto de *PeaMap* en el modelo de Google Map pero incluyendo la dimensión de confort en el resultado de los itinerarios.

En este trabajo, se buscó un primer análisis del nivel de servicio de una calle de la red de itinerarios de Valencia. La Calle Colón se destacaba como un ejemplo adecuado para esta estimación, por su carácter atractivo. La presencia de negocios supone aquella de transeúntes. Esta primera estimación del potencial de la calle ha permitido señalar soluciones para la mejora de la movilidad peatonal. El modo peatón debe integrarse plenamente a los otros modos de transporte. El fomento de la movilidad se señala mucho y el desarrollo de herramientas como el *Comfort Predict*, o conceptos como el *PeaMap* presentado en este trabajo, debería ser más resaltado en este sentido.

12. Referencias

- A. Danalet. Quand le WiFi se met au service du réseau piétonnier. Flash Informatique EPFL, 2013, (2), 3-7.
- A. Del Campo Tejedor. Proceso de peatonalización y nueva sociabilidad: Los casos de Sevilla y Málaga. Fundación Centro de Estudios Andaluces. [On line] 2009. Disponible en:
https://www.centrodeestudiosandaluces.es/datos/factoriaideas/ifo2_09.pdf
(06/05/2018)
- A. G. Baratta Pappini. Movilidad peatonal y seguridad ciudadana: evaluación de intervenciones urbanas en el espacio público de la comuna de la Granja. Actividad formativa equivalente a Tesis. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de arquitectura y urbanismo. Escuela de Graduados. 2015. 127 p. Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130337/movilidad-peatonal-y-seguridad-ciudadana.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (05/05/2018)
- A. Marco. L'ajuntament estudio peatonalitzar dos cèntrics carrers de València. 7televalencia. [On line] sin fecha. Disponible en:
<http://7televalencia.com/ca/peatonalitzar-centrica-calle-valencia/> (10/05/2018)
- A. Martiarena. El sentido único para peatones alivia la circulación, pero taponan los accesos. La Vanguardia. [On line] diciembre 2017. Disponible en:
<http://www.lavanguardia.com/local/madrid/20171218/433643749684/sentido-unico-peatones-alivia-circulacion-colapsa-accesos-precitados.html> (05/05/2018)
- Anejo 4: Criterio para vías peatonales y ciclistas. en el Plan de Movilidad Sostenible de Getafe. Ayuntamiento de Getafe. [On line]. 2007. Disponible en:
<https://www.getafe.es/wp-content/uploads/PMUS-G-Anejo-IV-Criterios-para-v%C3%ADas-peatonales-y-ciclistas.pdf> (14/05/2018)

- A. R. Sigüenza Álvarez. Estudio de movilidad peatonal en el campus de la PUCP. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de ciencias e ingeniería. 2017. 78p.
- A. Sanz Alduán. Manual de movilidad peatonal: caminar en la ciudad; Madrid: Ibergarceta Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L. 2016. 260p.
- Así crecerán las grandes ciudades en los próximos años. EuropaPress.es. [On line] febrero 2016. Disponible en <http://www.europapress.es/sociedad/noticia-asi-creceran-grandes-ciudades-espanolas-proximos-anos-20160202114408.html> (10/05/2018)
- Association suisse des Piétons. Mobilité piétonne Suisse. [On line] Disponible en : <https://mobilitepietonne.ch/nos-themes/> (05/05/2018)
- Avaesen. Smart Cities Think Tank. [on line] Sin fecha. 3p. Disponible en: https://www.thinksmartcity.es/website/wp-content/uploads/2018/02/think-tank2016_smartcities-avaesen.pdf (10/05/2018)
- Ayuntamiento de Valencia. Movilidad. [On line] Disponible en : <https://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vDocumentosTituloAux/A41DF9915B727128C1257FB2003A8C46?OpenDocument&bdOrigen=ayuntamiento%2Ftrafico.nsf&idapoyo=&lang=1> (07/05/2018)
- Ayuntamiento Valencia mejora acceso peatonal a Colón desde Sorní Y Jorge Juan. La Vanguardia. [On line] enero 2017. Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/local/valencia/20170114/413371104896/ayuntamiento-valencia-mejora-acceso-peatonal-a-colon-desde-sorni-y-jorge-juan.html> (07/05/2018)
- B. Georges. La révolution annoncée de la mobilité urbaine. Les Echos. Noviembre 2017. [on line] Disponible en : <https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/030895603087-la-revolution-annoncee-de-la-mobilite-urbaine-2131640.php> (05/05/2018)

- C. Davies Sala e E. Mínguez Alarcón. Inventario de Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) en España a marzo de 2016. Asociación de Profesional de Técnicos en Movilidad Urbana Sostenible. [On line]. 2016. Disponible en : <http://www.aptemus.org/download/pmus/inventario/Inventario-PMUS-Espana-Marzo-2016.pdf> (06/05/2018)
- Ciudades que caminan. Carta de los Derechos del Peatón. [On line] Disponible en : <http://www.ciudadesquecaminan.org/qui%C3%A9nes-somos/documentaci%C3%B3n/carta-de-los-derechos-del-peat%C3%B3n/> (14/05/2018)
- C. Kisters y M. Montes. Peatones y vehículos, una coexistencia necesaria. Accesibilidad y modalidades de coexistencia de peatones y vehículos. [On line] Sin fecha. Disponible en: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/474/46054/1/Documento31.pdf (05/05/2018)
- C. Navarro Castelló. València peatonalizará la plaza de la Reina y parte de la del Ayuntamiento a mitad del año que viene. El diariocv.es [on line]. Octubre 2017. Disponible en : https://www.eldiario.es/cv/Valencia-peatonalizara-plaza-Reina-Ayuntamiento_0_700980313.html (07/05/2018)
- C. Toledo. Ensayo peatonal en Cirilo Amorós. El Mundo. [on line]. Abril 2018. Disponible en : <http://www.elmundo.es/grafico/comunidad-valenciana/2018/04/17/5ad4eff746163f73748b4645.html> (10/05/2018)
- C. Vázquez. Valencia peatonalizará gran parte de la plaza del Ayuntamiento en 2018. El País. [on line]. Octubre 2017. Disponible en: https://elpais.com/ccaa/2017/10/25/valencia/1508930079_146136.html (07/05/2018)
- Cae un 5.88% el tráfico peatonal en la Calle Colón de València en 2016 en relación con el año anterior. Europapress. Abril 2017. [On line] Disponible en :

<http://www.europapress.es/comunitat-valenciana/noticia-cae-588-traffic-peatonal-calle-colon-valencia-2016-relacion-ano-anterior-20170410121231.html> (05/05/18)

- Centre de recherches routières. Méthode de comptage piétons dans l'espace public. Bruxelles Mobilité. [On line]. 2015. Disponible en : <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/vm5-comptages-pietons.pdf> (06/05/2018)
- Céntrico. Soluciones de movilidad. [On line] Disponible en : <http://www.centrico.mx/servicios/> (05/05/2018)
- Comisión Europea. Libro Blanco del Transporte: Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. 2011. 28p. Disponible en: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_es.pdf (06/05/2018)
- Comunidad Valenciana. Ley 6/2011 de 1 de abril, de Movilidad de la Comunidad Valenciana. Boletín Oficial del Estado. nº 98. 25 de abril de 2011. 65 p.
- Comisión de las Comunidades Europeas. Libro verde: hacia una nueva cultura de la movilidad urbana. [On line] Bruselas. No publicado en el Diario Oficial. 25 de septiembre de 2007. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0551&from=ES> (23/05/2018)
- Conecta Bidasoa. Actuaciones para mejorar la movilidad peatonal. Conecta Bidasoa. Febrero 2017. [On line] Disponible en : <http://conectabidasoa.com/actuaciones-para-mejorar-la-movilidad-peatonal> (05/05/2018)
- Connecter la ville : la place de la Nation bardée de capteurs. L'informaticien. [On line] 2017. nº 159. 42-44p. Disponible en : https://qucit.com/connecter-la-ville-la-place-de-la-nation-bardee-de-capteurs_fr/ (10/05/2018)
- D. Alejandro Mercado. La seguridad peatonal se construye paso a paso en Medellín. El Tiempo. Octubre 2017. [On line] Disponible en :

<http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/las-estrategias-para-mejorar-la-movilidad-peatonal-en-medellin-143604> (05/05/2018)

- D. Márquez Gómez. Peatonabilidad, accesibilidad o caminabilidad y legislación del distrito federal en materia urbana y viabilidad. Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. [On line] Sin fecha. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2735/28.pdf> (05/05/2018)
- D. Johnson Víctor, S. Ponnuswamy. Urban Transportation: Planning, Operation and Management. New Delhi: Tata McGraw-Hill, cop. 2012.
- D. Valero. ¿Cuántos peatones pasan por la Calle Colón? Las Provincias. [On line]. diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.lasprovincias.es/barrios-valencia/201412/10/pico-peatones-calle-colon-20141210230614.html> (22/05/2018)
- Dirección general de tráfico (DGT). Los peatones. Catálogo general de publicaciones oficiales. Sin fecha. [On line] Disponible en : http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo_recursos/didacticos/did_adultas/peatones.pdf (05/05/2018)
- eSMARTCITY. Movilidad urbana sostenible e inteligente a través del proyecto MoveUS. [On line]. Disponible en : <https://www.esmartcity.es/2016/11/03/movilidad-urbana-sostenible-e-inteligente-a-traves-del-proyecto-moveus> (06/05/2018)
- F. Casado Cañeque. Movilidad urbana. Una cuestión de derechos-II. El País [On line]. Septiembre 2017. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2017/09/13/seres_urbanos/1505284657_336748.html (06/05/2018)
- F. Derolez. Qucit, la startup bordelaise qui mathématise la ville. Cisco France Blog. [On line]. agosto 2017. Disponible en : <https://gblogs.cisco.com/fr/smartcities/qucit-la-startup-bordelaise-qui-mathematise-la-ville/> (10/05/2018)
- F. Rama Labrador. Estudio de accesibilidad urbanística. Colegiado nº 5.609. [On line]. Sin fecha. Disponible en:

http://www.franciscorama.com/docs/accesibilidad_urbanistica_resumen.pdf

(06/05/2018)

- G. Lieutier. Zonas 30 et coûts. [On line] 2014. 3p. Disponible en :
<http://www.ruedelavenir.com/wp-content/uploads/2014/10/Z30etcouts.pdf>
- Generalitat Valenciana. Movilidad urbana: Semana de la Movilidad 2017. [On line]
Disponible en : <http://www.habitatge.gva.es/web/movilidad-urbana/semana-de-la-movilidad-2017> (06/05/2018)
- Generalitat Valenciana. Premios de la Semana Europea de la Movilidad Sostenible en la Comunitat Valenciana. Primer Premio. [On line].2016. Disponible en :
<http://www.habitatge.gva.es/documents/163211567/165087457/Categor%C3%ADa+1b+-+1er+Premio+-+El+viandante+como+protagonista+-+L%27Eliana/3fc62fab-e46a-42e2-84cf-c8e67a2cd57b> (06/05/2018)
- Intensidades de tráfico días laborables - marzo 2018. Ayuntamiento de València. [On line] Disponible en:
[https://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vCategoriaDescargas/9CD5A0EC7F314A81C125823400423EBF/\\$FILE/0504-2017-11.pdf](https://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vCategoriaDescargas/9CD5A0EC7F314A81C125823400423EBF/$FILE/0504-2017-11.pdf) (05/05/2018)
- J. Bartual Roig. La Calle Colón seguirá el modelo de la Gran Vía de Madrid, pero a largo plazo. Levante El Mercantil Valenciano. Octubre 2017. [On line] Disponible en :
<http://www.levante-emv.com/valencia/2017/10/10/calle-colon-seguira-modelo-gran/1625962.html> (05/05/2018)
- J. Delzenne. La traversée de rue chez le piéton sénior : conception d'un simulateur, étude biomécanique et comportementale. Otro. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis, 2013. [On line] Disponible en : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00977405/document>.
- Jefatura del Estado. Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. Boletín Oficial del Estado nº55. 5 de marzo de 2011.

- J. Pozueta, F. Lamíquiz, M. Porto Schettino. La Ciudad Paseable: recomendaciones para la consideración de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura; Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid: CEDEX,2009.432p.
- J. Wolfe. Comment rédiger une thèse. [On line]. Disponible en: <<https://newt.phys.unsw.edu.au/~jw/these.html#structure>> (consultado el 25.02.18)
- La plataforma VLCi convierte a Valencia en la primera ciudad 100% inteligente de España. Las Provincias. [On line]. Febrero 2015. Disponible en: <http://www.lasprovincias.es/valencia-ciudad/201502/17/plataforma-vlci-convierte-valencia-20150217170500.html> (10/05/2018)
- M. Carmena. Dudas, vigilancia y flexibilidad: primer test de las calles con sentido único para peatones. El Confidencial. [On line]. Diciembre 2017. Disponible en: https://www.elconfidencial.com/espana/madrid/2017-12-02/calles-con-sentido-unico-peatones-madrid-puerta-del-sol_1487067/ (05/05/2018)
- M. G. Pascual. La revolución de la movilidad urbana se llama economía colaborativa. Retina El País. [On line]. Junio 2017. Disponible en: https://retina.elpais.com/retina/2017/06/14/tendencias/1497472416_360268.html (05/05/2018)
- M. González Garrido. Estudio de Velocidades. 1999 [on line] Disponible en : http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999_10.pdf (05/05/2018)
- M. Mateos, A. Sanz, M. Navazo. La Estrategia Española de Movilidad Sostenible y los Gobiernos Locales. Federación española de municipios y provincias. 2010. Disponible en: <http://www.redciudadesclima.es/files/documentacion/2a7fb70e4f9cfdd19fbd05d0240327b0.pdf> (06/05/2018)
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL). [On line] diciembre 2009.

Disponible en : http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/pp_sostenibilidad_local.aspx (06/05/2018)

- Ministerio de Fomento. Estrategia Española de Movilidad Sostenible. Gobierno de España. [On line]. Disponible en : http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/EstrategiaMovilidadSostenible_tcm30-181860.pdf (06/05/2018)
- Ministerio de Interior. Dirección General de Tráfico. Código de Tráfico y Seguridad Vial. Edición actualizada: Boletín oficial del Estado. [On line] 22 de mayo de 2014. Disponible en: http://www.dgt.es/images/BOE-020_Codigo_de_Trafico_y_Seguridad_Vial.pdf (06/05/2018)
- Ministerio de Interior. Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial. Boletín Oficial del Estado nº261. 31 de octubre de 2015. 56p.
- Ministerio de Vivienda. Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados. Boletín Oficial del Estado nº61. 11 de marzo de 2010. 29p. [on line] Disponible en : <https://www.boe.es/boe/dias/2010/03/11/pdfs/BOE-A-2010-4057.pdf> (16/05/2018)
- Mobilservice. Comptages piétons [on line]. Disponible en : <https://www.mobilservice.ch/fr/accueil/cas-pratiques/comptages-pietons-1310.html> (05/05/2018)
- Mobizel. Prix : combien coûte une application mobile ? [On line] Disponible en : <http://www.mobizel.com/2017/01/prix-combien-coute-une-application-mobile/> (12/05/2018)
- MOVUS. Soluciones innovadoras de Movilidad Urbana para ciudades sostenibles. [On line] Disponible en: <http://www.movus.es/> (05/05/2018)

- N. Salazar Botero. Accesibilidad y movilidad peatonal en la Avenida Circunvalar (Mosquera) desde el parque Oloya, hasta el parque de la Rebeca. Hacia una movilidad urbana sostenible. Prácticas Académicas. Pereira: Universidad Católica de Pereira. Arquitectura y Diseño de Arquitectura. 2012. 44p.
- N. Victor. Evaluation des déplacements piétons quotidiens : Application à la ville de Luxembourg. Tesis : Geografía. Univ. Jean Monnet. 2016. [on line]. Disponible en : https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01449272/file/THESE_Nadja_VICTOR_2016.pdf (10/05/2018)
- National Research Council (United States of America), Transportation Research Board Highway capacity manual 2010. Volume 3, Interrupted flow | Washington: Transportation Research Board of the National Academies, 2010.
- NZ Transport Agency. Pedestrian planning and design guide. New Zealand Transport Agency. [on line] October 2009. Disponible en : <https://www.nzta.govt.nz/resources/pedestrian-planning-guide/> (05/05/2018)
- O. González. Las calles peatonales de sentido único colapsan Callao y Sol. La Razón. [On line]. Diciembre de 2017. Disponible en: <https://www.larazon.es/local/madrid/las-calles-peatonales-de-sentido-unico-colapsan-callao-y-sol-LH17107639> (05/05/2018)
- Observatoire partenarial Déplacements. [On line] Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise. diciembre 2013. n°9. Disponible en : http://www.urbalyon.org/AffichePDF/Observatoire_des_deplacements_-_publication_n-9_-_la_marche-3907 (07/05/2018)
- OpenDataSoft. C'est quoi la Smart City ? Une introduction à la ville intelligente. [On line] Disponible en : <https://www.opendatasoft.fr/2016/04/29/cest-quoi-la-smart-city-une-introduction-a-la-ville-intelligente/> (10/05/2018)

- P. Plaza Moltó. La peatonalización de València. València Extra [On line]. Enero 2018. Disponible en: <http://valenciaextra.com/es/peatonalizacion-valencia/> (06/05/2018)
- P. Simo Kanmeugne. Simulation crédible des déplacements de pétons en temps réel : modèle microscopique à influence macroscopique. Intelligence artificielle [cs.AI]. Université Pierre et Marie Curie- Paris VI. 2014 [on line] Disponible en : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01066477/document> (07/05/2018)
- Paris : place de la Nation, le labo intelligent. Les Echos. [On line] mayo 2017. Disponible en: https://www.lesechos.fr/30/05/2017/lesechos.fr/030336123212_paris--place-de-la-nation--le-labo-intelligent.htm (10/05/2018)
- Placemeter. Support your Smart City projects. [On line] Disponible en : <http://www.placemeter.com/solutions/smart-cities> (10/05/2018)
- Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia. Ayuntamiento de Valencia [On line]. 2013. Disponible en: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vDocumentosTituloAux/13E8AC560711B1ADC1257C5B0041648A?OpenDocument&bdOrigen=ayuntamiento/trafico.nsf> (10/05/2018)
- Portland Office of Transportation. Pedestrian Master Plan. City of Portland. 1998.[on line] Disponible en: <https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/90244> (05/05/2018)
- Préfecture du Var. Aménagement : comment favoriser le déplacement des piétons. [on line] Sin fecha. 8p. Disponible en: <http://www.var.gouv.fr/IMG/pdf/pietons.pdf> (10/05/2018)
- Presidencia de la Generalidad Valenciana. Ley 5/2014, de 25 de la Comunidad Valenciana. Boletín Oficial del Estado n°231. 23 de septiembre de 2014. [on line] Disponible en: http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/534352-ley-5-2014-de-25-de-julio-de-la-generalitat-de-ordenacion-del-territorio.html (16/05/2018)

- PTV Group. PTV Viswalk. [on line] Disponible en: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/fr/produits/ptv-viswalk/> (10/05/2018)
- Qucit. Les apports de l'analyse prédictive des comportements humains à la création de villes plus agréables à vivre. [on line] Disponible en : <https://qucit.com/les-apports-de-lanalyse-predictive-des-comportements-humains-a-la-creation-de-villes-plus-agreables-a-vivre/> (12/05/2018)
- Qucit. Une meilleure expérience utilisateur pour les villes avec l'IA. [On line]. Disponible en : <https://qucit.com/fr/> (10/05/2018)
- R.L.V. València anuncia la peatonalización de parte de la plaza del Ayuntamiento. Levante El Mercantil Valenciano. [On line]. Octubre 2017. Disponible en: <http://www.levante-emv.com/valencia/2017/10/25/anuncian-peatonalizacion-primer-tramo-san/1632614.html> (06/05/2018)
- Rue de l'Avenir. Améliorer l'accès aux commerces à pied et à vélo : Compte-rendu de la journée d'étude du 18 juin à Granges. 26^e année.2009 [on line] Disponible en : https://rue-avenir.ch/fileadmin/user_upload/resources/RdA-3-2009.pdf (05/05/2018)
- S. Awad Núñez. ¿Cómo se mide el número de peatones que pasan por una calle? Ecomovilidad.net. [on line] 2016. Disponible en : <https://ecomovilidad.net/global/como-se-mide-el-numero-de-peatones-que-pasa-por-una-calle/> (05/05/2018)
- S. Breux y J. Diaz. La ville intelligente : Origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique. [On line] Informe de investigación. Instituto nacional de investigación científica. Urbanización Cultura y Sociedad. 2017. 37p. Disponible en: <http://espace.inrs.ca/4917/1/Rapport-LaVilleIntelligente.pdf> (10/05/2018)
- S. Paris. Caractérisation des niveaux de services et modélisation des circulations de personnes dans les lieux d'échanges. Tesis : Informatica. Rennes : Université de Rennes 1. 2007. 308p. [on line] Disponible en : <ftp://ftp.irisa.fr/techreports/theses/2007/paris.pdf> (10/05/2018)

- Seguimos caminando. [On line] Asociación de viandantes A pie. 2013. n°9.
Disponible en: <http://www.asociacionapie.org/apie/Numero9-web.pdf> (06/05/2018)
- Smart Grids-CRE. Les caractéristiques d'une ville intelligente. [On line] Disponible en : <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smartcities-caracteristiques> (10/05/2018)
- Steer Davies Gleave. Legible London Evaluation 2013/2014. [On line]. 2014.
Disponible en : <http://content.tfl.gov.uk/legible-london-evaluation-summary.pdf> (10/05/2018)
- T. Bougie y A. Juillet. Considérer les besoins de mobilité des piétons : cinq conseils. Routes et Transports. [On line] 2014. Disponible en : <https://www.ecologieurbaine.net/fr/documentation/articles-specialises/66-considerer-les-besoins-de-mobilite-des-pietons-cinq-conseils/file> (05/05/2018)
- Think SmartCity. Tu ciudad en tus manos. [On line] Disponible en : <https://www.thinksmartcity.es/> (10/05/2018)
- Transport for London. Legible London. [On line] Disponible en : <https://tfl.gov.uk/info-for/boroughs/legible-london> (10/05/2018)
- Universidad de Lausanne. La rédaction d'un mémoire, Guide pratique pour l'étudiant. [on line] Lausana: 2004. Disponible en: https://www.unil.ch/files/live/sites/issul/files/shared/enseignement/Guide_redaction_memoire.pdf (consultado el 25.02.2018)
- Valencia Bonita. El Origen y breve historia del nombre de los distritos de Valencia. [On line] Disponible en : <http://valenciabonita.es/2016/10/17/el-origen-y-breve-historia-del-nombre-de-los-distritos-de-valencia/> (06/05/2018)
- Valencia Secreta. El ayuntamiento valora peatonalizar dos céntricas calles de Valencia. [On line] Disponible en : <https://valenciasecreta.com/ayuntamiento-valora-peatonalizar-dos-centricas-calles-valencia/> (07/05/2018)

- Xerox. Partager la ville : Comment sept villes ont su réinventer la mobilité pour tous.

2015. [on line] Disponible en :

[https://www.xerox.com/downloads/services/ebook/sharing_the_city_urban_mobility_F](https://www.xerox.com/downloads/services/ebook/sharing_the_city_urban_mobility_FR.pdf)

[R.pdf](https://www.xerox.com/downloads/services/ebook/sharing_the_city_urban_mobility_FR.pdf) (05/05/2018)

PLANOS

Plano 1: Configuración general del tramo de estudio

Plano 2: Configuración de la intersección entre la Calle Colón y la Calle Roger de Llória

Plano 3: Propuesta 1: Ampliación de la acera-Configuración general del tramo de estudio

ANEXOS

Anexo 1: Distancias medidas en la calle

Echelle	1 pequeña baldosa	9 cm
	1 baldosa grande	19,5 cm

Tabla 22: Escala de medida de las distancias

	Ancho (en el sentido de la sección transversal de la acera)		Longitud	
	n° de baldosas	(m)	n° de baldosas	(m)
Acera calle principal	59	5,31		
Acera calle secundaria	11	2,145		
Árbol	12	1,08	12	1,08
Alumbrado	6	0,54	6	0,54
Kiosco de lotería	16	1,44	16	1,44
Borna	8	0,72	5	0,45
Contenedor de basura	12	1,08	15	1,35
Banco	5	0,45	9	0,81
Basurero	5	0,45	5	0,45
Entrada de metro	27	2,43	72	6,48
Cartel informativo de la EMT	8	0,72	19	1,71
Aparcamiento de bici	5	0,45	6	0,54
Caja	4	0,36	3	0,27
Señal vial	2	0,18	2	0,18
Semáforo	3	0,27	3	0,27

Tabla 23: Dimensiones de las aceras y del mobiliario urbano

	n° de baldosas	distancia en metros
Intersección 2		
semáforo-señal vial	12	1,08
señal vial-árbol	14	1,26
árbol-alumbrado	12	1,08
alumbrado-kiosco de lotería	12	1,08
kiosco de lotería-árbol	10	0,9
árbol-señal vial	26	2,34
señal vial-árbol	24	2,16
árbol-borna	2	0,18
borna-alumbrado	34	3,06
alumbrado-contenedor de basura	9	0,81
contenedor de basura-borna	13	1,17
borna-árbol	64	5,76
árbol-banco	12	1,08
banco-alumbrado	14	1,26

alumbrado-basurero	26	2,34
basurero-entrada de metro	10	0,9
entrada de metro-aparcamiento de bicicleta	16	1,44
aparcamiento de bicicleta-alumbrado	6	0,54
alumbrado-aparcamiento de bicicleta	4	0,36
aparcamiento de bicicleta-cartel informativo de la EMT	10	0,9
cartel informativo de la EMT-aparcamiento de bicicleta	10	0,9
aparcamiento de bicicleta-aparcamiento de bicicleta	11	0,99
aparcamiento de bicicleta-aparcamiento de bicicleta	11	0,99
aparcamiento de bicicleta-aparcamiento de bicicleta	11	0,99
aparcamiento de bicicleta-señal vial	8	0,72
señal vial-caja	18	1,62
caja-señal vial	18	1,62
señal vial-basurero	2	0,18
basurero-semáforo	2	0,18
Intersección 1		

Tabla 24: Distancia entre los elementos del mobiliario

Anexo 2: Capturas de pantalla de la tabla Excel utilizada para los cálculos

ETAPA 1

Determinación de la velocidad libre de circulación de peatones (Spf)	
Cantidad de personas de edad	Spf (ft/s)
0-20%	4,4
20% y más	3,3
Spf (ft/s)	3,3
Se considera la velocidad mas defavorable	

ETAPA 2

Determinación del espacio requerido medio de los peatones W_E				
A. Anchura efectiva de la acera			B. Flujo peatonal por unidad de ancho	
Datos de partida (en ft)			Datos de partida	
anchura total	W_T	17,39	anchura efectiva acera (ambos sentidos)	W_E 6,5160108 (ft)
objeto fijo ajustado en el interior	$W_{O,i}$	3,61 >0 ok		V_{ped} 4564 (p/h)
objeto fijo ajustado en el exterior	$W_{O,o}$	- >0 ok	flujo por unidad de ancho V_o (p/ft/min) 11,67380918	
shy distance interior	$W_{S,i}$	4,36		
exterior	$W_{S,o}$	2,90		
ancho entre calzada y acera	W_{buf}	4,36		
porcion adyacente a escaparate	P_{window}	0,90		
fachada	$P_{building}$	0,10		
adyacente a vallas	P_{fence}	-	Cuidad!	
objeto fijo en el interior	$\omega_{O,i}$	7,97	Computar V_{ped} en (p/h)	
objeto fijo en el exterior	$\omega_{O,o}$	-	flujo ambos sentidos medido	V_{medida} 1141 (p/15)
anchura efectiva W_E (ft) 6,52			acera (ambos) V_{ped} (p/h) 4564 (p/h)	
			Incremento	0%

C. Velocidad media de circulación de peatones			D. Espacio del peatón		
Datos de partida			Datos de partida		
Huajo por unidad de ancho	V_p	11,67380918 (p/ft/min)	velocidad promedio del peaton	S_p	2,94922089 (ft/s)
velocidad libre del peaton	S_{pf}	3,3 (ft/s)	Huajo por unidad de ancho	V_p	11,67380918 (p/ft/min)
velocidad promedio del peaton	S_p (ft/s)	2,94922089 ok	espacio peatonal requerido	A_p	15,15814168 ft²/p

ETAPA 3

Determinación de la demora de los peatones en una intersección

A. Tiempo efectivo de verde					
Calle Ppal			Calle 2nd		
Datos de partida					
	Tiempo verde	35 (s)	Tiempo verde	s	
duracion de la fase	D_p	100 s	D_p	100 s	
fase ambar	Y	20 s	Y	3 s	
fase verde	PC	15 s	PC	55 s	
fase roja	R_c	2 s	R_c	2 s	
		s		s	
	G_{walkmj} (s)	67 s	G_{walkmi} (s)	44 s	

RAPPEL 1m 3,28084 ft

ETAPA 1

STEP A: Espacio de circulación en la esquina

Available space time

Datos de partida		
anchura acera calle 2nd	W_a	7,0209976 ft
anchura acera calle ppal	W_b	17,388452 ft
cielo	C	100 s
radio de la curva	R	7,0209976 ft
tiempo disponible	$T_{scorner}$ (ft².s)	11148,598 ft²/s

STEP B: Espacio de circulación en la Esquina						
Datos de partida						
	Walk mi	58	s		Walk, ma	35 s
tiempo efectivo de caminata para la calle 2nd	gwalk,mi	44	s	tiempo efectivo de caminata para la calle ppal	gwalk,ma	67 s
ciclo	C	100	s	ciclo	C	100 s
peatones que llegan para cruzar la calle ppal	Vdo	556	(p/h)	peatones que llegan para cruzar la calle 2nd	Vco	3760 (p/h)
peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle ppal	Ndo	15,44	p	peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle 2nd	Nco	104,44 p
pasado a esperar para cruzar la calle ppal durante cada	Qtdo	242,17	(p.s)	pasado a esperar para cruzar la calle 2nd durante cada	Qtco	568,70 p.s
STEP C: Espacio de circulación en la Esquina						
de circulación en la esquina	TSc	7 094,25	ft².s			

STEP D: Espacio de circulación en la Esquina					
Datos de partida					
peatones llegando despues de cruzar la 2nd	Vci	852 p/h			
peatones llegando para cruzar la 2nd	Vco	3760 p/h			
peatones llegando despues de cruzar la ppal	Vdi	452 p/h			
peatones llegando para cruzar la ppal	Vdo	556 p/h			
peatones que van de la acera A a B	Vab	408 p/h			
numero de peatones total que circulan cada ciclo	Ntot	167,44444 p			
espacio de circulación en la esquina	Mcorner	10,591952 ft²/p			
ETAPA 2					
STEP A: Espacio de circulación en el cruce					
velocidad promedio del peaton	Sp	2,9492209 ft/s			
STEP B: Espacio de circulación en el cruce					
Datos de partida					
	CALLE PPAL		CALLE 2ND		
longitud del paso D	Ld	43,143046 ft	longitud del paso C	Lc	18,04462 ft
anchura efectiva paso D	Wd	13,12336 ft	anchura efectiva paso C	Wc	13,12336 ft
tiempor efectivo de caminata para la calle 2nd	gwalk, mi	44 s	tiempor efectivo de caminata para la calle ppal	gwalk,ma	67 s
tiempo de cruce disponible	TScw	24911,996 ft².s	tiempo de cruce disponible	TScw	15866,005 ft².s

STEP B: Espacio de circulación en el cruce							
Datos de partida							
CALLE PPAL				CALLE 2ND			
longitud del paso D	Ld	43,143046	ft	longitud del paso C	Lc	18,04462	ft
anchura efectiva paso D	Wd	13,12336	ft	anchura efectiva paso C	Wc	13,12336	ft
tiempo efectivo de caminata para la calle 2nd	gwalk, mi	44	s	tiempo efectivo de caminata para la calle ppal	gwalk, ma	67	s
tiempo de cruce disponible	TScw	24911,996	ft².s	tiempo de cruce disponible	TScw	15866,005	ft².s
STEP C: Espacio de circulación en el cruce				STEP C: Espacio de circulación en el cruce			
Datos de partida				Datos de partida			
espacio tiempo de cruce disponible	TScw	24911,996	ft ² .s	espacio tiempo de cruce disponible	TScw	15866,005	ft ² .s
anchura efectiva paso D	Wd	13,12336	ft	anchura efectiva paso D	Wc	13,12336	ft
vehiculos que giran a la izquierda	vlt,perm	88,518421	veh/h	vehiculos que giran a la izquierda	vlt,perm	0	veh/h
vehiculos que giran a la derecha	vrt	0	veh/h	vehiculos que giran a la derecha	vrt	81,15	veh/h
vehiculos que giran a la derecha durante a fase roja	vrtor	0	veh/h	vehiculos que giran a la derecha durante la fase roja	vrtor	0	veh/h
ciclo	C	100	s	ciclo	C	100	s
numero de vehiculo que giran durante la fase verde y fase verde intermitente	Ntv	2,458845	veh	numero de vehiculo que giran durante la fase verde y fase verde intermitente	Ntv	2,2541667	veh
espacio-tiempo ocupado por vehiculos que giran	TStv	1290,7323	ft ² .s	espacio-tiempo ocupado por vehiculos que giran	TStv	1183,2896	ft ² .s
tiempo de cruce disponible efectivamente	TScw*	23621,264	ft².s	tiempo de cruce disponible efectivamente	TScw*	14682,715	ft².s

STEP D: Espacio de circulación en el cruce					
Datos de partida					
longitud del paso D	Ld	43,143046	ft		
promedia peaton	Sp	2,9492209	ft/s		
peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle ppal	Ndo	15,444444	p	peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle ppal en la otra direcion	Ndi 12,5555556
tiempor efectivo de caminata para la calle 2nd	gwalk,mi	44	s		
ciclo anchura efectiva paso D	C	100	s	ciclo	C 100
	Wd	13,12336	ft		
numero de peatones esperando en la esquina para cruzar la calle ppal	Nped,do	8,6488889	p	numero de peatones esperando en la esquina para cruzar la calle ppal en la otra direccion	Nped,di 12,555556
servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal	Tps,do	19,608047	s	servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal en	tps,di 20,411805

STEP E: Espacio de circulación en el cruce		
tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal	tps,do	19,608047 s
peatones que llegan a la esquina cada ciclo para cruzar la calle ppal	Ndo	15,444444 p
tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal en la otra direccion	tps,di	20,411805 s
peatones llegando despues de cruzar la ppal	vdi	452 p/h
ciclo	C	100 s
llegan a la esquina cada ciclo despues de haber cruzado la calle ppal	Ndi	12,555556 p
ocupacion del paso de peatones	Tocc	559,11694 s
STEP F: Espacio de circulación en el cruce		
espacio tiempo de cruce disponible efectivamente	TS*cw	23621,264 ft ² .s
ocupacion del paso de peatones	Tocc	559,11694 s
circulacion peatonal del paso de peatones	Mcw	42,247447 ft²/p

ETAPA 3					
STEP A: PEDESTRIAN DELAY					
Ciclo efectivo de caminata para la calle	C	100 s	C	100 s	
	gwalk,mi	44 s	gwalk,ma	67 s	
demora del peaton	dpmi	15,68 s	dpma	5,445 s	

ETAPA 4					
LOS SCORE PARA LA INTERSECCION					
n° de carriles movimiento 1 de coche	Nd	3 carril	Nc	2	
movimiento 2 de coche	v1d	1681,85 veh/h	v1d	243,45	
de velocidad al medio segmento durante intervalos de 15-min	v2d	88,5184211 veh/h	v2d	81,15	
vehiculos que viajan por la calle ppal durante un periodo de 15min	S85,mj	40,38 mi/h	S85,mi	40,38	
número de isletas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce de peatones D	n15,mj	147,530702 veh/carril	n15,mi	40,575	
giro a la derecha durante el cruce de peatones	Nrtci,d	0	Nrtci,c	0	
izquierda durante el cruce de peatones	vrtor	0 veh/h	vrtor	0	
ajuste velocidad	vlt,perm	0 veh/h	vlt,perm	0	
ajuste demora de peaton	Fs	0,77444767	Fs	0,21299441	
ajuste volumen vehiculos	Fdelay	0,11037068	Fdelay	0,06795738	
ajuste seccion transversal	Fv	0	Fv	0	
	Fw	1,19780863	Fw	0,97247071	
puntuacion N^o Ip,int		2,68232697	Ip,int	1,8531225	

ETAPA 4

Determinación de la velocidad de viaje $S_{tp,seg}$				
		RAPPEL	1m	3,28084 ft
Datos de partida Calle ppal		Datos de partida calle 2nd		
L	229,6588 ft	longitud segmento	L	229,6588 ft
Sp	2,94922089 ft/s	velocidad promedio del peaton	Sp	2,94922089 ft/s
dpp	15,68 (s/p)	demora por andar paralelamente al segmento	dpp	5,445 (s/p)
$S_{tp,seg}$	2,45490463 ft/s	ok	$S_{tp,seg}$	2,75647872 ft/s
			ok	

ETAPA 5

Determinación del LOS SCORE para interseccion		
ip,int	2,68232697	1,8531225
	PASO D	PASO C
LOS	C	A
A	<=2,00	
B	>2,00-2,75	
C	<2,75-3,50	
D	>3,50-4,25	
E	>4,25-5,00	
F	>5,00	

ETAPA 6

Determinación de LOS SCORE para el tramo					
			RAPPEL	1m	3,28084 ft
LOS SCORE					
Datos de partida					
velocidad de recorrido de vehículos motorizados medio segmento	Sr	12,4817251 mi/h			
nº de carriles	Nth	2 carriles			
ancho de bufer entre calzada y acera	Wbuf	4,3635172 ft			
coeficiente del area de bufer	fb	1			
acera disponible	WA	13,02 ft			
ajuste de la anchura de acera	WaA	10 ft			
coeficiente de ancho de la acera	fsw	3			
proporcion de aparcamiento ocupado	ppk	100% %			
carril bici+arcén efectivo a través carriles+carril bici+arcén	W1	6,56168 ft			
ajuste seccion transversal	Fw	-5,98279837			
ajuste volumen vehiculos motorizados	Fv	2,01379408			
velocidad vehiculos motorizados	Fs	0,06231738			
Puntacion NS	Ip,link	2,14011309			

Determinar tr							
A. Velocidad de flujo libre							
A.1. Velocidad de flujo libre base							
velocidad constante	S0	39,7	mi/h	funcion de la velocidad limita	puntos de acceso al lado derecho	Naps	1
ajuste para seccion transversal	fcs	-0,5	mi/h	tabla	puntos de acceso al lado izquierda	Napo	1
puntos de acceso	Da	0,05481674	point/mi		numero de carril	Nth	2
ajuste para puntos de acceso	fa	-0,00213785	mi/h		Longitud segemé	L	229,6588
velocidad de flujo libre base	Sf0	39,1978621	mi/h		Anchura de la interseccion	Wi	18,04462
A.2 Ajuste para el espaciado de la senal							
velocidad de flujo libre base	Sf0	39,1978621	mi/h				
distancia entre intersecciones senalizadas	Ls	229,6588	ft				
ajuste para el espaciado de la senal	fl	0,78855012					
A.3 Velocidad de flujo libre							
velocidad de flujo libre base	Sf0	39,1978621	mi/h				
ajuste para el espaciado de la senal	fl	0,78855012					
velocidad de flujo libre	Sf	30,9094789	mi/h				

B. Ajuste para vehiculos proximos			
demanda de segmento medio	vm	1770,36842	veh/h
numero de carril	Nth	2	carriles
velocidad de flujo libre	Sf	30,9094789	mi/h
ajuste de proximidad	fv	1,08189761	
C. Demora vehiculos que giran			
demora debida a vehiculos que giran	dap	0,0975	tabla segun volumen de vehiculos y n° de carriles
D. Demora debida a otros fuentes			
Demora debida a otros fuentes	dother	0	
E. Tiempo de recorrido			
Tiempo de recorrido del segmento	tr	12,5451846	s

ETAPA 7

Determinación de LOS para el segmento																																																								
LOS SCORE	2,14011309																																																							
Pedestrian space	15,1581417																																																							
LOS	D																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Puntuación del NS peatonal</th> <th colspan="6">Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido</th> </tr> <tr> <th>>60</th> <th>>60-40</th> <th>> 24-40</th> <th>>15-24</th> <th>>8.0^a-15</th> <th>≤8.0^a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤2.00</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td><2.00-2.75</td> <td>B</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td><2.75-3.50</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td><3.50-4.25</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td><4.25-5.00</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>>5.00</td> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>		Puntuación del NS peatonal	Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido						>60	>60-40	> 24-40	>15-24	>8.0 ^a -15	≤8.0 ^a	≤2.00	A	B	C	D	E	F	<2.00-2.75	B	B	C	D	E	F	<2.75-3.50	C	C	C	D	E	F	<3.50-4.25	D	D	D	D	E	F	<4.25-5.00	E	E	E	E	E	F	>5.00	F	F	F	F	F	F
Puntuación del NS peatonal	Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido																																																							
	>60	>60-40	> 24-40	>15-24	>8.0 ^a -15	≤8.0 ^a																																																		
≤2.00	A	B	C	D	E	F																																																		
<2.00-2.75	B	B	C	D	E	F																																																		
<2.75-3.50	C	C	C	D	E	F																																																		
<3.50-4.25	D	D	D	D	E	F																																																		
<4.25-5.00	E	E	E	E	E	F																																																		
>5.00	F	F	F	F	F	F																																																		

ETAPA 8

Determinación del factor de dificultad de cruce	
RAPPEL 1m 3,28084 ft	
Demora de desvío	
distancia hasta la intersección señalizada más cerca	Dc 114,8294 ft
distancia de desvío	Dd 229,6588 ft
Velocidad promedio del peatón	Sp 2,94922089
demora de desvío peatonal	d_{pd} 93,5510068 s/p
Factor de dificultad de cruce	
demora de desvío peatonal	d _{pd} 93,5510068
demora de cruce	d _{px} 60
puntuación NS intersección	lp _{int} 2,68232697
puntuación NS según	lp _{link} 2,14011309
factor de dificultad de cruce	F_{cd} 1,41644428

ETAPA 9

Determinación de LOS SCORE para todo el tramo		
LOS SCORE para el tramo		
puntuación NS segmento	lp, link	2,14011309
puntuación NS intersección	lp,int	2,68232697
factor de dificultad	Fcd	1,41644428
puntuación NS tramo	lp,seg	3,61122589

ETAPA 10

Determinación de LOS para el segmento	
LOS del segmento	
LOS SCORE	3,61122589
Average space pedestrian	15,1581417
LOS	D

Puntuación del NS peatonal	Nivel de servicio según el espacio peatonal requerido					
	>60	>60-40	> 24-40	>15-24	>8.0 ^a -15	≤8.0 ^a
≤2.00	A	B	C	D	E	F
<2.00-2.75	B	B	C	D	E	F
<2.75-3.50	C	C	C	D	E	F
<3.50-4.25	D	D	D	D	E	F
<4.25-5.00	E	E	E	E	E	F
>5.00	F	F	F	F	F	F