



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Propuesta metodológica para el análisis de seguridad vial y de funcionalidad de ciclocalles. Aplicación a la calle Dr. Vicent Zaragoza (Valencia).

Presentado por

Barcelos de Faria, Maryanne

Para la obtención del

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y
URBANISMO

Curso: 2018 / 2019

Fecha: Mayo / 2019

Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa



AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, que en su infinita sabiduría puso fuerza en mi corazón para vencer esa etapa de mi vida.

Me gustaría agradecer inmensamente a mi familia linda, Inácio, Enimar y mi hermana Aryanne. Ustedes son mi fuente inagotable de amor. Gracias por el apoyo incondicional en todas mis decisiones.

Quiero agradecer a Mathias, gran alentador y novio, que jamás me ha negado apoyo, cariño y estímulo.

Agradezco a mis amigos, Katherinne, Ana Carina y Mario, por toda paciencia con mi dificultad en la lengua y también por toda ayuda y consejos. Con ustedes todo fue más fácil y divertido. Ustedes merecen mi eterno agradecimiento.

A mis amigos Francisco Moreno y Fernando Moreno expreso mi sincera gratitud por toda la ayuda y paciencia que han tenido conmigo antes y durante mi estancia en Valencia. Nunca olvidaré de todo que han hecho por mí.

Gracias al Doctor Francisco Javier Camacho Torregrosa, responsable por la orientación de mi proyecto. Gracias por aclarar tantas dudas y ser tan atento y paciente.

Estoy agradecida a la coordinadora Belén Calahorro Lizondo de la Agencia Municipal de la Bicicleta de Valencia, que ayudó con informaciones actualizadas sobre la infraestructura ciclista de la ciudad.

RESUMEN

Las bicicletas están siendo cada vez más utilizadas en los desplazamientos diarios y ellas ofrecen muchos beneficios no solo para la calidad de vida de sus usuarios, pero también para el medio ambiente. Las infraestructuras ciclistas pueden ser tanto integradas a los otros modos de transporte (tráfico mixto), cuanto con segregación total.

Las ciclocalles son un tipo de infraestructura que permite la interacción directa entre los vehículos a motor y las bicicletas. Ellas son calles para la circulación compartida entre vehículos a motor y bicicletas, dónde la velocidad máxima permitida suele ser de 30 km/h y las bicicletas tienen preferencia en el paso.

El presente Trabajo de Fin de Máster se dedica a analizar diferentes aspectos sobre la seguridad vial y la funcionalidad de ciclocalles, con el fin de proponer actuaciones para la mejora de varias situaciones de conflictos entre vehículos motor y bicicletas que suelen pasar en este tipo de calle.

Fueron seleccionadas 6 tramos de ciclocalles en la ciudad de Valencia. En cada ciclocalle fueron hechos vídeos de 1 hora para contabilizar la cantidad de bicicletas y vehículos que pasan por el local en el momento más cargado y registrar los conflictos entre ciclistas y conductores.

A través del programa Kinovea fueron hechas dos marcaciones para poder determinar el tiempo inicial y final de cada vehículo y entonces calcular sus velocidades medias. Utilizando diferentes diagramas fue posible determinar los intervalos entre los vehículos, las velocidades medias, la cantidad de usuarios en cola, el tamaño de las colas, así como el reparto modal.

Los resultados obtenidos indicaron que cada ciclocalle presenta diferentes intensidades vehiculares y esto tiene gran influencia sobre el comportamiento de los usuarios. El porcentaje de tráfico retenido por coches es mucho más alto que el porcentaje de tráfico retenido por bicicletas. Las velocidades medias de los coches en las ciclocalles no están condicionadas por el tamaño de la cola que se forma. El porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos en los grupos que están en cola no implica que la cola sea mayor. En todas las ciclocalles las bicicletas y los patinetes eléctricos tuvieron un intervalo anterior medio mayor que los coches. Los coches saltaron el semáforo rojo de cuatro o cinco veces menos que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos.

La calle Vicent Zaragozá fue la ciclocalle en que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos más utilizan la infraestructura ciclista. Fue propuesto la adopción de dos apartaderos, los cuales facilitarían el adelantamiento de las bicicletas por los coches de manera segura. El cambio no ciclo semafórico ayudaría a mejorar la visibilidad y la seguridad de los ciclistas y el pavimento colorido dejaría claro a todos los usuarios de la vía sobre el posible punto de conflicto y también ayudaría la comprensión de los ciclistas por donde deberían circular.

Palabras clave: ciclocalle, retención, intervalos, seguridad, funcionalidad.

RESUM

Les bicicletes estan sent cada vegada més utilitzades en els desplaçaments diaris i elles oferixen molts beneficis no sols per a la qualitat de vida dels seus usuaris, però també per al medi ambient. Les infraestructures ciclistes poden ser tant integrades als altres modes de transport (tràfic mixt), quant amb segregació total.

Les ciclocalles són un tipus d'infraestructura que permet la interacció directa entre els vehicles de motor i les bicicletes. Elles són carrers per a la circulació compartida entre vehicles de motor i bicicletes, on la velocitat màxima permesa sol ser de 30 km/h i les bicicletes tenen preferència en el pas.

El present Treball de Fi de Màster es dedica a analitzar diferents aspectes sobre la seguretat viària i la funcionalitat de ciclocalles, a fi de proposar actuacions per a la millora de diverses situacions de conflictes entre vehicles motor i bicicletes que solen passar en este tipus de carrer.

Van ser seleccionades 6 trams de ciclocalles en la ciutat de València. En cada ciclocalle van ser fets vídeos d'1 hora per a comptabilitzar la quantitat de bicicletes i vehicles que passen pel local en el moment més carregat i registrar els conflictes entre ciclistes i conductors.

A través del programa Kinovea van ser fetes dos marcacions per a poder determinar el temps inicial i final de cada vehicle i llavors calcular les seues velocitats mitges. Utilitzant diferents diagrames va ser possible determinar els intervals entre els vehicles, les velocitats mitges, la quantitat d'usuaris en cua, la grandària de les cues, així com el repartiment modal.

Els resultats obtinguts van indicar que cada ciclocalle presenta diferents intensitats vehiculars i açò té gran influència sobre el comportament dels usuaris. El percentatge de tràfic retingut per cotxes és molt més alt que el percentatge de tràfic retingut per bicicletes. Les velocitats mitges dels cotxes en les ciclocalles no estan condicionades per la grandària de la cua que es forma. El percentatge de bicicletes i patinets elèctrics en els grups que estan en cua no implica que la cua siga major. En totes les ciclocalles les bicicletes i els patinets elèctrics van tindre un interval anterior mig major que els cotxes. Els cotxes van botar el semàfor roig de quatre o cinc vegades menys que els ciclistes i usuaris de patinets elèctrics.

El carrer Vicent Zaragozá va ser la ciclocalle en que els ciclistes i usuaris de patinets elèctrics més utilitzen la infraestructura ciclista. Va ser proposat l'adopció de dos apartadors, els quals facilitarien l'avançament de les bicicletes pels cotxes de manera segura. El canvi no cycle semafòric ajudaria a millorar la visibilitat i la seguretat dels ciclistes i el paviment colorit deixaria clar tots els usuaris de la via sobre el possible punt de conflicte i també ajudaria la comprensió dels ciclistes per on haurien de circular.

Paraules clau: ciclocalle, retenció, intervals, seguretat, funcionalitat.

ABSTRACT

Bicycles are being used more and more in daily commutes and they offer many benefits not only for the quality of life of its users, but also for the environment. Cycling infrastructures can be integrated into other modes of transport (mixed traffic), as well as with total segregation.

Sharrows are a type of infrastructure that allows direct interaction between motor vehicles and bicycles. They are streets for the shared circulation between motor vehicles and bicycles, where the maximum speed allowed is usually 30 km/h and bicycles have preference in the passage.

This Master's Thesis is dedicated to analyzing different aspects of road safety and cycling functionality, in order to propose actions for the improvement of several situations of conflicts between motor vehicles and bicycles that usually occur in this type of street.

Six sharrows were selected in the city of Valencia. In each sharrow, one-hour videos were made to count the number of bicycles and vehicles that pass through the busiest moment and record the conflicts between cyclists and drivers.

Through the Kinovea program, two markings were made to determine the initial and final time of each vehicle and then calculate its average speeds. Using different diagrams, it was possible to determine the intervals between the vehicles, the average speeds, the number of users in queue, the size of the queues, as well as the modal split.

The results obtained indicated that each sharrow has different vehicular intensities and this has a big influence on the behavior of the users. The percentage of traffic retained by cars is much higher than the percentage of traffic retained by bicycles. The average speeds of the cars in the sharrows are not conditioned by the size of the line that is formed. The percentage of bicycles and electric scooters in the groups that are in queue does not imply that the queue is larger. In all the sharrows the bicycles and the electric scooters had a previous average interval greater than the cars. Cars jumped the red traffic light four or five times less than cyclists and users of electric scooters.

Vicent Zaragoza street was the sharrow where cyclists and users of electric scooters most use the cycling infrastructure. It was proposed the adoption of two sidings, which would facilitate the overtaking of bicycles by cars safely. The specific traffic lights for bikes would help to improve the visibility and safety of cyclists and the colorful pavement would make it clear to all road users about the possible point of conflict and it would also help cyclists to understand where they should travel.

Keywords: sharrow, retention, intervals, safety, functionality.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE.....	11
1.1. BICICLETAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE	11
1.2. INFRAESTRUCTURA CICLISTAS EN LAS CIUDADES	12
1.2.1. CARRIL BICI	13
1.2.2. ACERA BICI	15
1.2.3. ZONAS PEATONALES.....	15
1.2.4. CICLOCALLES.....	15
1.3. PROBLEMAS EN CICLOCALLES.....	17
1.4. POSIBLE SOLUCIONES DE INTEGRACIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA EN EL ÁMBITO URBANO.....	18
1.4.1. CICLO SEMAFÓRICO EXCLUSIVO PARA BICICLETAS.....	18
1.4.2. LÍNEAS DE RETENCIÓN PARA BICICLETAS DELANTE LAS LÍNEAS DE PARADA DE COCHES.....	19
1.4.3. PAVIMENTO COLOREADO.....	20
1.4.4. APARTADEROS.....	21
1.4.5. CARRIL MÁS ANCHO	22
1.4.6. CIRCULACIÓN CICLISTA A CONTRACORRIENTE EN CALLES UNIDIRECCIONALES.....	22
1.5. ESTUDIOS Y APLICACIONES SOBRE CICLOCALLES.....	24
1.5.1. ÁMSTERDAM	25
1.5.2. COPENHAGUE.....	28
1.5.3. BERLÍN	30
1.5.4. PARÍS.....	32
1.5.5. VALENCIA.....	34
2. OBJETIVOS	37
2.1. OBJETIVO GENERAL	37
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
3. METODOLOGÍA.....	38
3.1. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE CICLOCALLES	38
3.2. TOMA DE DATOS	39
3.2.1. CICLOCALLES SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO	42
3.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS	54
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	57
4.1. REPARTO MODAL	58
4.2. VELOCIDAD MEDIA	59
4.3. RETENCIÓN DEL TRÁFICO	64
4.3.1. COLA	67
4.3.2. GRUPOS	68
4.4. INTERVALO ENTRE LOS VEHÍCULOS.....	78
4.4.1. INTERVALO ANTERIOR.....	79
4.4.2. INTERVALO POSTERIOR	88
4.5. OTRAS SITUACIONES	96
5. DISCUSIÓN.....	97
6. APLICACIÓN PRÁCTICA.....	102
7. CONCLUSIONES.....	105
8. REFERENCIAS	108
9. ANEJOS	112

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Personas que trabajan o estudian en Copenhague separadas por el modo de transporte y la distancia hacia trabajo/centros educacionales en 2008.....	28
Tabla 2 - Descripción de los tipos de accidentes con ciclistas en Valencia.....	37
Tabla 3 - Información sobre las grabaciones de ciclocalles.....	41
Tabla 4 - Cantidad de vehículos de las ciclocalles.....	58
Tabla 5 - Velocidad media en las ciclocalles.....	59
Tabla 6 - Intensidad vehicular.....	60
Tabla 7 - Retención del tráfico por bicicletas.....	65
Tabla 8 - Retención del tráfico por coches.....	66
Tabla 9 - Total de usuarios en cola.....	67
Tabla 10 - Intervalo de tiempo (en segundos) con el vehículo delante.....	79
Tabla 11 - Intervalo con el vehículo detrás.....	88
Tabla 12 - Otras situaciones percibidas en las ciclocalles.....	96
Tabla 13 - Influencia de la intensidad de vehículos en el porcentaje de vehículos en cola.....	98
Tabla 14 - Influencia del porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos con relación al porcentaje de usuarios en cola.....	99
Tabla 15 - Influencia del porcentaje del tamaño de la cola con relación a la velocidad media de los coches.....	100

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Retos y oportunidades en la infraestructura ciclista durante la planificación de la red	13
FIGURA 2 - Carril bici bidireccional protegido en la ciudad de Columbus, EE. UU.	14
FIGURA 3 - Diferencia entre carril bici obligatorio y de asesoramiento en Cambridge, Inglaterra	14
FIGURA 4 - Acera bici en Barcelona, España	15
FIGURA 5 - Ciclocalle en Burgos, España	16
FIGURA 6 - Vehículos a alta velocidad aumentan la probabilidad de muertes en colisiones con peatones/ciclistas	17
FIGURA 7 - Ejemplo de línea de retención de bicicletas con cinco metros delante de la línea de para de los otros vehículos	20
FIGURA 8 - Aplicación de asfalto rojo para demarcación de carril bici en Ámsterdam	20
FIGURA 9 – Ejemplos de asfaltos coloridos para demarcar infraestructura ciclista verde en Portland, EE.UU y azul en Copenhague, Dinamarca	21
FIGURA 10 - Ejemplos de señalización de bicicletas en contracorriente en Bruselas (BE) y en Ronnes (FR)	23
FIGURA 11 – Ejemplo de carril contracorriente para circulación de bicicletas en calle unidireccional	24
FIGURA 12 – Condiciones atmosféricas que influyen en el uso de bicicletas	25
FIGURA 13 - Rutas ciclistas más cargadas en día laboral en Ámsterdam (2016)	26
FIGURA 14 - Señal de ciclocalle en Ámsterdam (<i>Fietsstraat - Auto te gast = Ciclocalle - Auto como invitado</i>)	27
FIGURA 15 - Calle <i>Sarphatistraat</i> en Ámsterdam que fue convertida a ciclocalle	27
FIGURA 16 - La primera ciclocalle de Copenhague - <i>Vestergade Cykelgade</i>	28
FIGURA 17 - Aparcamiento para cargo bikes - 1 coche equivale a 4 cargo bikes	29
FIGURA 18 - Soporte para descanso de los pies y barandilla (<i>railing</i>) para ciclistas	30
FIGURA 19 - Infraestructura para circulación de bicicletas en Berlín (julio/2018)	31
FIGURA 20 - Señal de ciclocalle en Berlín	32
FIGURA 21 - Vías ciclistas de París	33
FIGURA 22 - Situaciones en que las bicicletas pueden saltar el semáforo rojo propuestas por el plan de estrategias ciclistas de París	34
FIGURA 23 - Calle unidireccional con velocidad máxima de 30 km/h donde es permitido la circulación de bicicletas en sentido contrario al tráfico	34
FIGURA 24 - Infraestructura para circulación de bicicletas en Valencia (enero/2019)	35
FIGURA 25 - Cantidad de accidentes con ciclistas en Valencia	37
FIGURA 26 – Ubicación de las 10 ciclocalles preseleccionadas	39
FIGURA 27 - Herramienta para conocer el tráfico típico de la ciudad en cada hora y día de la semana	40
FIGURA 28 - Cuidados con la puesta de la cámara en la ciclocalle para la toma de datos (Vicent Zaragoza, 75 y 28)	41

FIGURA 29 - Ubicación de las ciclocalles utilizadas en el estudio.....	42
FIGURA 30 - Ubicación de las ciclocalles utilizadas en el estudio - ampliación en Vicent Zaragoza.....	43
FIGURA 31 - Posición de la cámara (Vicent Zaragoza, 70).....	43
FIGURA 32 – Diferentes rutas hechas por los ciclistas en la calle Vicent Zaragoza	44
FIGURA 33 - Posición de la cámara (Quart, 80).....	45
FIGURA 34 - Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera (Quart, 80).....	46
FIGURA 35 – Señalización horizontal de ciclocalle al lado derecho del carril e interrumpida por la parada de autobús (Quart, 80)	47
FIGURA 36 - Posición de la cámara (Marva, 3).....	47
FIGURA 37 - Posición de la cámara (Marva, 3).....	48
FIGURA 38 - Término del carril bici de la Calle Sant Vicent Màrtir (figura izquierda) en la intersección con la Calle de Marva (figura derecha).....	48
FIGURA 39 - Posición de la cámara (Pedro III El Grande, 34)	49
FIGURA 40 - Padres dejando sus niños en la escuela.....	50
FIGURA 41 - Posición de la cámara (Vicent Zaragoza, 75).....	50
FIGURA 42 - Cantidad de bicicletas que siguieron por la Calle Vicent Zaragoza (verde) y que giraron a la derecha en la Calle de Mistral (azul - continuación de la ciclocalle)	51
FIGURA 43 - Bicicletas circulando por la acera (Vicent Zaragoza, 75)	51
FIGURA 44 - Bicicletas paradas detrás de vehículos esperando semáforo rojo (Vicent Zaragoza, 75).....	52
FIGURA 45 - Ubicación de la cámara (Vicent Zaragoza, 28).....	53
FIGURA 46 - Bicicleta circulando por la acera (Vicent Zaragoza, 28).....	53
FIGURA 47 - Marcaciones (puntos fijos) para determinar el tiempo inicial y final de cada vehículo en la ciclocalle (Vicent Zaragoza, 70)	54
FIGURA 48 - Diagrama de espacio-tiempo (Vicent Zaragoza, 75)	55
FIGURA 49 - Diagrama de intervalo-velocidad anterior (Pedro III El Grande, 34).....	56
FIGURA 50 - Diagrama de percentil-intervalo posterior (Vicent Zaragoza, 28).....	56
FIGURA 51 - Diagrama de percentil-velocidad (Marva, 3)	57
FIGURA 52 - Diagrama de Velocidad Grupos (Quart, 80).....	57
FIGURA 53 - Reparto modal de las ciclocalles.....	58
FIGURA 54 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 70)	61
FIGURA 55 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Quart, 80)	62
FIGURA 56 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle de Marva, 3).....	62
FIGURA 57 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Pedro III El Grande, 34).....	63
FIGURA 58 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 75)	63
FIGURA 59 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 28)	64
FIGURA 60 - Relación entre intensidad total de vehículos con el porcentaje de usuarios en cola	68
FIGURA 61 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Vicent Zaragoza, 70)	69
FIGURA 62 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 70).....	69

FIGURA 63 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Quart, 80)	70
FIGURA 64 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Quart, 80).....	70
FIGURA 65 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle de Marva, 3).....	71
FIGURA 66 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle de Marva, 3).....	71
FIGURA 67 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Pedro III El Grande, 34).....	72
FIGURA 68 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Pedro III El Grande, 34) ...	72
FIGURA 69 - Grupo de vehículos formados por cola (Calle Vicent Zaragoza, 75).....	73
FIGURA 70 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 75).....	73
FIGURA 71 - Grupo de vehículos formados por cola (Calle Vicent Zaragoza, 28).....	74
FIGURA 72 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 28).....	74
FIGURA 73 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 70).....	75
FIGURA 74 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Quart, 80)	76
FIGURA 75 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle de Marva, 3)	76
FIGURA 76 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Pedro III El Grande, 34).....	77
FIGURA 77 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 75).....	77
FIGURA 78 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 28).....	78
FIGURA 79 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 70).....	81
FIGURA 80 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Quart, 80).....	81
FIGURA 81 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle de Marva, 3)	82
FIGURA 82 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Pedro III El Grande, 34)	82
FIGURA 83 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 75).....	83
FIGURA 84 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 28).....	83
FIGURA 85 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragoza, 70)	84
FIGURA 86 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Quart, 80).....	85
FIGURA 87 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle de Marva, 3).....	85
FIGURA 88 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Pedro III El Grande, 34).....	86
FIGURA 89 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragoza, 75)	86
FIGURA 90 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)	87
FIGURA 91 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 70).....	89
FIGURA 92 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Quart, 80).....	90
FIGURA 93 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle de Marva, 3).....	90
FIGURA 94 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Pedro III El Grande, 34)	91
FIGURA 95 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 75).....	91
FIGURA 96 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 28).....	92
FIGURA 97 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 70).....	93
FIGURA 98 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Quart, 80).....	93

FIGURA 99 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle de Marva, 3).....	94
FIGURA 100 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Pedro III El Grande, 34)...	94
FIGURA 101 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 75)	95
FIGURA 102 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)	95
FIGURA 103 - Influencia de la intensidad de vehículos en el porcentaje de vehículos en cola en las cicocalles estudiadas	98
FIGURA 104 - Influencia del porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos con relación al porcentaje de usuarios en cola.....	99
FIGURA 105 - Influencia del porcentaje del tamaño de la cola con relación a la velocidad media de los coches	100
FIGURA 106 - Ubicación de los apartaderos.....	103
FIGURA 107 - Medidas de los apartaderos	103
FIGURA 108 - Sección de espacio libre para los ciclistas.....	104

1. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

1.1. BICICLETAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE

Durante muchos años la bicicleta era vista como un objeto para el ocio y actividad física. Pero pasado el tiempo las personas empezaron a ver las bicicletas con otros ojos y les dieron una función que antes no habían planteado: ser un modo de transporte. Las bicicletas están siendo cada vez más utilizadas en los desplazamientos diarios, especialmente en algunos países europeos (Pu, Li, Wang, Ye, & Fan, 2017).

Las bicicletas ofrecen muchos beneficios no solo para sus usuarios, pero también para el medio ambiente. Un grande número de estudios científicos enseñan que el uso de la bicicleta tiene impactos en los niveles de actividad física, tasas de obesidad, salud cardiovascular y morbilidad (Pucher, Dill, & Handy, 2010). Muchas agencias de gobierno y organizaciones públicas de salud han explícitamente incentivado el ciclismo como una manera de mejorar la salud de cada individuo así como reducir la contaminación del aire, las emisiones de carbono, la congestión, los peligros del tráfico y otros impactos perjudiciales por el uso del coche (Pucher et al., 2010).

La bicicleta también puede ser vista como una opción más económica para el desplazamiento, ya que no requiere una alta inversión para su compra cuando comparamos con una moto o un coche. También contribuye para la reducción del ruido provocado por el tráfico y para la reducción del consumo de combustible. Además de esto, de acuerdo con el informe *Future cities are cycling cities!* publicado en 2009 por *European Cyclists' Federation* las bicicletas contribuyen para la disminución de atascos y son muy rentables, ya que para implantación de una infraestructura apropiada el coste es mucho más bajo cuando se compara con la infraestructura para transporte público o para vehículos privados. Se destaca también que el ciclismo tiene la duración del viaje más predecible que los automóviles y el transporte público (a excepción de los sistemas en carriles exclusivos y totalmente separados como por ejemplo el metro). O sea, los ciclistas pueden ser más puntuales y perder menos tiempo.

De acuerdo con la guía política del ciclismo (PRESTO *Cycling Police Guide*, 2010) la bicicleta es considerada un modo de transporte eficiente para desplazamientos a corta distancia. Es decir, desplazamientos hasta 7 kilómetros pueden ser recorridos en bicicleta de manera tranquila y en un tiempo considerablemente bueno cuando comparamos con el tiempo del vehículo privado o del transporte colectivo, los cuales son afectados por los problemas del tráfico como congestión y falta de plazas de aparcamiento.

Sin embargo, las bicicletas también tienen algunas limitaciones en su uso. Como ejemplo se puede mencionar la carga que se puede llevar en una bici, las condiciones orográficas del terreno, las condiciones climáticas de la región, la mayor exposición al riesgo frente a los otros modos de transporte, el sudor que produce al utilizar la bicicleta y el riesgo al robo. Pero con el avance de la tecnología, casi todas estas limitaciones fueron superadas. La bicicleta eléctrica, también conocida como *e-bike*, es una opción que ayuda tanto en el sudor como también en las limitaciones orográficas, pues permite recorrer distancias más largas en cualquier tipo de terreno y sigue aun siendo un modo de transporte sostenible, pues su uso no emite ningún contaminante. Ya sobre la capacidad de carga de las bicicletas hoy en día existen las *cargo bikes*, las cuales son bicicletas con un carrito acoplado en su estructura, permitiendo que sea transportado una mayor cantidad de cosas y también, de acuerdo con el modelo, se puede transportar niños o mascotas de manera segura. Además de esto, las *cargo bikes* están siendo consideradas no solo como un modo de transporte de personas, pero también como una buena opción para auxiliar en la distribución de mercancías dentro de las ciudades en el último kilómetro.

Por otro lado, las bicicletas en la calle enfrentan problemas de seguridad ante a los otros vehículos. Los ciclistas son vulnerables porque ellos frecuentemente comparten la misma infraestructura con vehículos motorizados, y también las bicicletas no ofrecen a sus usuarios protección física en el evento de colisión (Reynolds, Harris, Teschke, Cripton, & Winters, 2009). Por lo tanto, en un accidente, los ciclistas suelen

ser los más perjudicados. La diferencia de velocidad entre los diferentes modos de transporte es el factor que genera la peligrosidad y problemas entre ellos. Cuando no hay una infraestructura segregada para la circulación de las bicicletas, ellas circulan por el carril de los coches o entonces en el carril exclusivo para autobuses y esto genera problemas para el transporte público, pues la baja velocidad de las bicicletas influye en la velocidad comercial de los autobuses. Las aceras también son consideradas una opción para las bicicletas, ya que algunos ciclistas se sienten más seguros circulando por allá. Pero, en esta situación, los peatones son los perjudicados, pues tienen que compartir su espacio con un modo de transporte y esta integración genera muchos conflictos. Por lo tanto, además de ser imprescindible el respeto entre los conductores, motoristas, ciclistas y peatones, ofrecer una infraestructura adecuada para la circulación de las bicicletas en la ciudad es importante para asegurar la seguridad no solo de los ciclistas, pero también de peatones y de los otros modos de transporte.

1.2. INFRAESTRUCTURA CICLISTAS EN LAS CIUDADES

Los principales obstáculos para incentivar el uso de la bicicleta como un modo de transporte regular son las reclamaciones debido a las interacciones con el tráfico motorizado (como se cita en Bagloee, Sarvi, & Wallace, 2016). La bicicleta, por ser un modo de transporte, así como un coche o un autobús, por ejemplo, tiene el derecho de circulación por la calle y por lo tanto está sujeta a una normativa de circulación general. El llamado reglamento general de circulación determina las normas específicas para circulación de todos los usuarios de la vía pública, a fin de generar más seguridad. Sin embargo, para ofrecer más seguridad a sus usuarios y garantizar beneficios al sistema de transporte de manera general, algunas ciudades implementan infraestructuras específicas para este tipo de transporte a fin de minimizar los conflictos en el tráfico.

Según la guía política del ciclismo (PRESTO *Cycling Police Guide – General Framework*, 2010) una red ciclista ideal debe tener en cuenta la seguridad (tráfico mixto y calmado o disposición específica bien diseñada), debe ser directa (llevando los ciclistas hacia sus destinos a través de la ruta más corta y rápida), coherente (conectada con la red urbana), cómoda (con superficies lisas, bien iluminada...) y atractiva (llevando los ciclistas por paisajes agradables). En la figura 1 es posible ver algunas dificultades y oportunidades que normalmente se encuentran en diferentes escenarios durante la planificación de la red ciclista, conforme explica Teije Gorris en los principios holandeses de diseño de infraestructura ciclista (*Dutch bicycle infrastructure design principles*, 2019). Implementar una infraestructura ciclista es más que construir un carril, es también considerar y estudiar el volumen de tráfico, la capacidad de ampliación en el futuro, la presión por aparcamientos, el espacio disponible, las prioridades de otros modos de transporte y los costes.

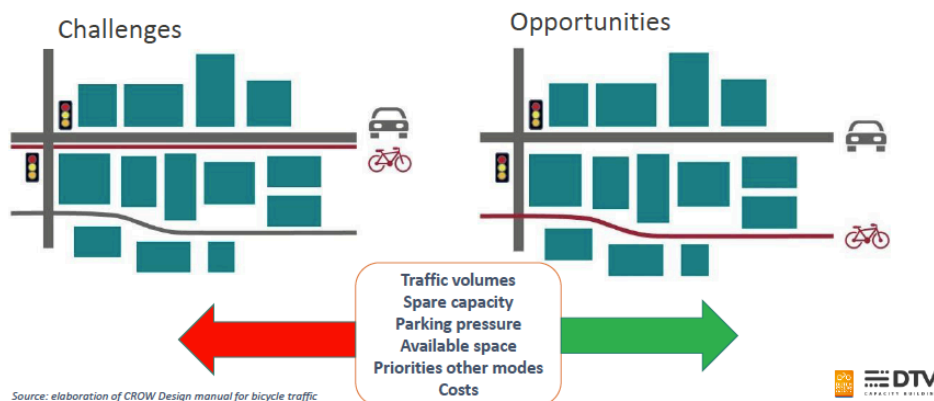


FIGURA 1 - Retos y oportunidades en la infraestructura ciclista durante la planificación de la red

Fuente: *Dutch bicycle infrastructure design principles - DTV Capacity Building, 2019*

Cada ciudad posee sus propias características y cada cual crea infraestructuras para atender las necesidades que sus usuarios tienen de acuerdo con los presupuestos y tiempo disponibles. Hoy en día hay un rango muy grande de infraestructuras para circulación de bicicletas y una variación muy grande de nomenclatura. Según el documento *European Cycling Lexicon* (Glosario Europeo de la bicicleta), publicado por el Comité Económico y Social Europeo en 2016, hay una lista de términos clave para el ciclismo en las 24 lenguas europeas oficiales. Con referencia a la infraestructura el glosario menciona carril bici separado, carril bus-bici compartido, carril a contracorriente y ciclocalle. Sin embargo, hoy en día hay otras infraestructuras que complementan las ya conocidas y ayudan a la bicicleta a ganar su espacio en la ciudad.

La guía española PROBICI Guía de la Movilidad Ciclista, publicada en 2010 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, habla sobre las diferentes perspectivas que cada tipo de infraestructura tiene. De acuerdo con la guía española, las infraestructuras ciclistas pueden ser tanto integradas a los otros modos de transporte (tráfico mixto), cuanto con segregación total. Ambos los tipos presentan filosofías completamente distintas una de la otra. Infraestructuras segregadas ofrecen más seguridad y confort a los ciclistas. Sin embargo, en algunas situaciones no hay espacio suficiente para su construcción y tampoco recursos económicos para tal. Ya las infraestructuras integradas parten del principio de que son los vehículos a motor que deben adaptar a las bicicletas y peatones, disminuyendo sus velocidades y capacitando la convivencia en espacios comunes con calidad.

Para elegir la mejor opción de infraestructura a adoptar en un determinado sitio la guía política de infraestructura del programa PRESTO explica que hay que tener en mente que no hay una única solución ideal. Sin embargo, la decisión debe basarse en una serie de criterios, por ejemplo:

- La función de la ruta, desde la ruta principal de ciclismo hasta la ruta local,
- El entorno espacial, básicamente dentro o fuera del área urbana,
- La situación general del tráfico, especialmente la intensidad y velocidad del tráfico motorizado.

Dentro de áreas urbanas es imposible construir infraestructuras separadas para cada modo de transporte y evitar todos los conflictos entre ellos. Por lo tanto, la misma guía del programa PRESTO menciona que en este tipo de zona hay que trabajar con el principio de “presentación del conflicto”. Este principio tiene el objetivo de hacer con que todos los usuarios de la vía estén en alerta sobre los posibles conflictos en determinados puntos. Esta guía política de infraestructura explica que dentro de áreas urbanas se debe tener como principio básico el tráfico mixto entre bicicletas y coches. Y solamente optar por una infraestructura ciclista segregada caso la velocidad de la vía sea mayor o igual a 50 km/h, o cuando haya altas intensidades de vehículos motorizados o cuando sea realmente necesario.

A continuación, serán descritos algunas de las infraestructuras ciclistas más utilizadas en las ciudades.

1.2.1. CARRIL BICI

Quizás, lo tipo más común de intervención son aquellos que objetivan separar los ciclistas de los vehículos motores. Carril bici, o ciclo carril es una franja de la calzada destinada para el uso exclusivo de las bicicletas. Puede ser separada de los otros carriles convencionales a través de pintura en el pavimento o por separación física. También puede permitir la circulación en solo uno sentido o en los dos. Los carriles bici suelen estar a la derecha de la calzada y esto hace con que haya conflictos con la

apertura de puerta de los coches aparcados y en los giros a la derecha de los otros modos de transporte y en rotondas. Carriles bici pintados en el pavimento y carriles segregados son comunes en Norteamérica y Europa (Pucher et al., 2010).



FIGURA 2 - Carril bici bidireccional protegido en la ciudad de Columbus, EE. UU.

Fuente: *The city of Columbus website* (columbus.gov).

Además de esto, en algunos países hay una diferencia entre carriles bici obligatorios y carriles bici de asesoramiento. En Inglaterra, los carriles bici obligatorios son parte de la calzada destinada a los ciclistas y demarcada con una línea blanca continua, donde los conductores son obligados a no circular o aparcar por allá. Ya los carriles bici de asesoramiento son parte de la calzada destinada a los ciclistas y demarcada con una línea blanca discontinua, la cual permite que los coches circulen o aparken por allá. La implementación de cada tipo de carril bici varía de acuerdo con el espacio que se tiene disponible en la vía, los recursos económicos, la cantidad de bicicletas que pasan por la ruta entre otros.



FIGURA 3 - Diferencia entre carril bici obligatorio y de asesoramiento en Cambridge, Inglaterra

Fuente: *Cambridge Cycle Campaign website* (camcycle.org.uk).

1.2.2. ACERA BICI

La acera bici o también llamada como carril bici a nivel de acera es la destinación de una parte del espacio de la acera para circulación de bicicletas con una velocidad menor que la velocidad permitida en un carril bici segregado. Puede ser unidireccional o bidireccional. Suelen ser pintadas con un color diferente y sin diferencia de nivel entre el paso peatonal y de las bicicletas. Pero la prioridad de paso sigue siendo de los peatones. Es una opción barata para implementar, pero demanda aceras más anchas y provoca una interacción grande con los peatones. Las terrazas, la presencia de niños, los peatones distraídos son factores que pueden generar problemas en este tipo de infraestructura, pues las bicicletas circulan a una velocidad más alta y muy próximas a ellos.



FIGURA 4 - Acera bici en Barcelona, España

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona (ajuntament.barcelona.cat).

1.2.3. ZONAS PEATONALES

Ya en las zonas o calles peatonales, cuando no haya señal de prohibición del paso de bicicletas, es permitido la circulación de bicicletas a una velocidad muy baja de modo que los peatones siempre tengan prioridad frente a la bicicleta. La diferencia entre las aceras bici y las calles o zonas peatonales es que en las calles peatonales no hay un camino definido para la circulación de la bicicleta y por lo tanto la interacción con los peatones es mayor. En las zonas y calles peatonales las bicicletas pueden circular en los dos sentidos.

1.2.4. CICLOCALLES

Otro tipo de infraestructura para el paso de bicicleta son las ciclocalles. Las ciclocalles, también conocidas como calles bici, son calles para la circulación compartida entre vehículos a motor y bicicletas, dónde la velocidad máxima permitida suele ser de 30 km/h y las bicicletas tienen preferencia en el paso. En algunas ciudades es permitido la circulación de las bicis en el sentido del tráfico o en el sentido opuesto.

Las ciclocalles suelen tener una marcación en el pavimento con dos flechas y una bicicleta. Hasta en calles estrechas, donde el espacio es escaso, una sencilla marcación de ciclocalle en el carril puede

contribuir inmensamente para la mejora del comportamiento de los conductores y, por lo tanto, la seguridad (como se cita en Bagloee et al., 2016). Las ciclocalles son actuaciones que no demandan mucha inversión para su implantación, pues solo requieren señalización vertical y horizontal. Este tipo de infraestructura también es utilizada como una herramienta para calmar el tráfico, ya que trabaja con una velocidad baja y organiza el tráfico de bicicletas por una determinada ruta. Es una actuación que permite la conexión entre las infraestructuras de paso de bicicletas, promoviendo la continuidad. Además de esto, en una ciclocalle los ciclistas están más protegidos contra los choques con las puertas de los coches aparcados, ya que en este tipo de calle se incentiva el tráfico de bicis al centro de calzada.



FIGURA 5 - Ciclocalle en Burgos, España

Fuente: Burgos con Bici *website* (www.burgosconbici.org).

Entre muchas de sus características, la velocidad 30 km/h es compatible con muchas actividades que coexisten en una ciudad, según afirma el informe *Cycling: The way ahead for towns and cities* publicado en 1999 por la Comisión Europea. Los vehículos circulando a 30 km/h hacen con que el nivel de ruido baje considerablemente. Y además de esto, los conductores y motoristas tienen más capacidad de percibir su entorno, pueden reaccionar más rápidamente frente a eventos inesperados, los accidentes de tráfico son menos graves y el tráfico es más calmo. El mismo documento afirma que la moderación del tráfico tiene un efecto muy notable en la percepción de los peatones y ciclistas sobre el espacio urbano, o sea, el tráfico lento es menos estresante que el tráfico rápido.



FIGURA 6 - Vehículos a alta velocidad aumentan la probabilidad de muertes en colisiones con peatones/ciclistas

Fuente: *Cities Safer Design 2015 (World Resources Institute)*.

1.3. PROBLEMAS EN CICLOCALLES

Las ciclocalles fueron creadas con el intuito de ayudar y mejorar el sistema de transporte por bicicletas y son muchos los beneficios que esta actuación ofrece a la sociedad, como fue mencionado anteriormente. Sin embargo, en las ciclocalles también hay puntos débiles que pueden ser mejorados.

El éxito de una actuación está relacionado con diferentes factores, como por ejemplo la efectividad, el coste, la sencillez de aplicación y muchos otros. Pero, además de esto, la comprensión y entendimiento social sobre el problema y la solución adoptada tiene mucha importancia para lograr el éxito. En el caso de las ciclocalles esto también se aplica. Es esencial que haya respecto entre los conductores, motociclistas, ciclistas y peatones. De modo con que cada uno cumpla su papel en el tráfico, y siempre priorizando los peatones, ciclistas y motociclistas respectivamente. Sin esto, cualquier infraestructura implantada no será suficiente para las demandas de la sociedad.

Como fue dicho anteriormente, las ciclocalles pueden ayudar a conectar todas las infraestructuras de paso de bicicletas. Es decir, donde no hay carril bici o acera bici, la ciclocalle puede ser utilizada como un instrumento para dar continuidad en la ruta de los ciclistas, generando así una ruta más segura para todos. Pero, algunas veces esto no es hecho. Hay situaciones en que los usuarios de bicicletas empiezan a utilizar una ciclocalle y al final de ella no hay ninguna otra opción de camino destinado a las bicis. En situaciones como esta los ciclistas se ven obligados a seguir por la calle junto de los vehículos de mayor velocidad o entonces se van por la acera, pues a pesar de ser prohibido muchos ciclistas se sienten más seguros circulando por allá, poniendo en riesgo los peatones. Por lo tanto, es interesante que haya un planeamiento de ruta ciclística, de modo que antes de transformar una calle en ciclocalle sean estudiadas todas las características del tráfico, de la ciudad, la necesidad de las bicicletas, o sea, integrando el sistema de transporte por bicicleta al planeamiento urbano.

Las estimativas tanto de América del Norte como de Europa sugieren que ciclistas tienen 70 veces más probabilidad de sufrir alguna injuria por viaje o por kilómetro viajado, que los ocupantes de coches (Reynolds et al., 2009). Las ciclocalles son un tipo de infraestructura que permite la interacción directa entre los vehículos a motor y las bicicletas, pues todos circulan en el mismo espacio. A pesar de las normas y leyes que obligan a los conductores a priorizar las bicicletas y respetar las distancias mínimas de seguridad (1,50 metros) frente a los ciclistas, aún hay muchos problemas y conflictos en este tipo de calle compartida.

A fin de ofrecer más seguridad a los ciclistas muchas actuaciones son llevadas a cabo. La reducción de velocidades máximas para vehículos motores, conforme fue dicho anteriormente, permite un buen desarrollo para el vehículo a motor y proporciona una menor gravedad de los accidentes entre bicicletas y los otros vehículos (Sharpin, Banerjee, Adiazola-Steil y Welle, 2017). Es decir, a 30 km/h el porcentaje de muerte es menor que a velocidades superiores (Figura 6). Además de esto, esta actuación también favorece el uso de bicicletas, pues aumenta la velocidad de la bicicleta con la velocidad de los vehículos. La mayoría de los estudios, pero ni todos, presentan un aumento en el uso de bicicleta con menores velocidades máximas (Pucher et al., 2010).

Hay algunos estudios observacionales que están más acostumbrados a analizar las marcas de los pavimentos con el objetivo de reducir conflictos entre los conductores y ciclistas, incluyendo carriles pintados con colores diferentes, señalización horizontal de carril compartido, y cajas para bicicletas (también conocidas como líneas de retención delanteras). Algunos, pero no todos, estudios concluyen que tales tratamientos reducen el comportamiento que puede llevar a choques, tal como los conductores que no ceden a los ciclistas (Pucher et al., 2010).

Con el objetivo de dar más seguridad a los ciclistas muchas normas y leyes son establecidas, pero algunas promueven efectos que no son esperados. Las leyes de tráfico afectan el uso de las bicicletas en diferentes maneras. Las leyes del uso de casco son contradictorias. Mientras los cascos son eficientes en reducir la gravedad de lesiones en la cabeza, ellos no protegen contra los impactos en las otras partes del cuerpo (Reynolds et al., 2009). Los cascos pueden ayudar a prevenir lesiones en la cabeza en caídas y choques, pero las leyes que exigen el uso del casco también presentaron una reducción en el uso de bicicletas (Clarke, 2006; Robinson, 2006).

1.4. POSIBLE SOLUCIONES DE INTEGRACIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA EN EL ÁMBITO URBANO

Cada situación de conflicto percibida entre vehículo a motor y bicicleta demanda una actuación apropiada para su solución. Algunos conflictos están relacionados a la funcionalidad de la vía, mientras otros afectan la seguridad de los usuarios. En muchas ciudades por el mundo se puede observar buenas prácticas en el tráfico para la solución de conflictos. Pero ni todas las herramientas y actuaciones tendrán el mismo potencial o prioridad en todos los sitios. Antes de adoptar una buena práctica, es necesario hacer un análisis local de las condiciones ciclistas, los destinos, las necesidades y deseos, las culturas y acciones, pues cada ciudad tiene que encontrar su propio equilibrio entre la infraestructura y los esfuerzos de promoción en la política de ciclismo, teniendo una visión estratégica y monitoreando los resultados a lo largo del camino.

1.4.1. CICLO SEMAFÓRICO EXCLUSIVO PARA BICICLETAS

La adopción de un semáforo solo para ciclistas es una actuación que ayuda la seguridad de los usuarios de la vía. Este tipo de actuación aumenta la visibilidad sobre las bicicletas y también acorta el tiempo de espera en el tráfico de los ciclistas.

La diferenciación semafórica para los ciclistas puede ser dada de muchas maneras. Una opción es permitir que las bicicletas salgan antes de los coches, garantizando así que los ciclistas se muevan de manera segura en la intersección y sean altamente visibles. Otra opción es permitir el movimiento de las bicicletas junto a los movimientos no conflictivos del tráfico. Por ejemplo: permitir el giro a la derecha para los ciclistas mientras el ciclo rojo del semáforo. Siguiendo con las opciones hay también la luz verde para todas las direcciones. En esta opción los ciclistas pueden cruzar, girar a la derecha,

girar a la izquierda desde todas las direcciones en el mismo momento con todo el tráfico motorizado parado. En esta situación no hay el peligro de accidentes entre coches y bicicletas, pero hay el riesgo de colisiones entre bicicletas, pero que son menos graves. Esta medida aumenta mucho el tiempo de espera para los vehículos a motor.

La Comisión Europea financia un proyecto llamado PRESTO, lo cual promueve el ciclismo como un modo de transporte diario para todos. En la guía *Fact Sheet on Traffic-Light Intersections* hecha por este proyecto en 2010 se explica que cuando hay un contador de tiempo en el ciclo semafórico rojo de las bicicletas, los ciclistas tienen la sensación de que el tiempo de espera es más corto, según un estudio hecho en los Países Bajos. De acuerdo con este estudio, los ciclistas también suelen ignorar menos las fases rojas, o sea, respetan más el semáforo cuando hay el contador de tiempo.

Otra medida que se puede aplicar en los ciclos semafóricos es la onda verde para los ciclistas. Según explica la guía *Fact Sheet on Traffic-Light Intersections* del programa PRESTO, este tipo de actuación es recomendada para rutas con un alto flujo de bicicletas y para intersecciones que no estén demasiado lejos unas de las otras (aproximadamente 100 metros), pues de lo contrario, los grupos ciclistas se estiran debido a las diferentes velocidades. Esto se puede combinar con una señal de detección, de modo que la onda verde se interrumpa cuando el flujo de ciclistas es pequeño.

A pesar de ser una medida que favorece mucho la seguridad ciclista, también es importante tener en cuenta que un ciclo semafórico exclusivo para bicicletas aumenta el tiempo de espera para los vehículos a motor, y esto solo puede ser justificado cuando el flujo de ciclista es importante.

1.4.2. LÍNEAS DE RETENCIÓN PARA BICICLETAS DELANTE LAS LÍNEAS DE PARADA DE COCHES

Otra actuación común en algunas ciudades y que visa la seguridad vial son las líneas de parada para bicicletas delante de la línea de parada de los coches. De acuerdo con el artículo *Three Design Elements for Safer Intersections* publicado en 2016 por la empresa Copenhagenize.com la medida de diseño sencilla mejora la seguridad sin afectar los tiempos de viaje de los automóviles. Estableciendo la línea de parada para vehículos motor 5 metros atrás de la línea de parada de bicicletas garantiza que los ciclistas estén fuera de los puntos sin visibilidad de un vehículo que espera para girar a la derecha.

Según explica la guía PRESTO *Cycling Policy Guide – Cycling Infrastructure* 2010 este tipo de medida es útil cuando la diferencia de velocidad entre coches y bicicletas no es tan grande, o sea, menor que 50 km/h. Para intersecciones más cargadas y complejas, lo mejor es separar los ciclistas de los carriles.



FIGURA 7 - Ejemplo de línea de retención de bicicletas con cinco metros delante de la línea de para de los otros vehículos

Fuente: *Three Design Elements for Safer Intersections* - Copenhagenize.com

Aún conforme presenta el artículo *Three Design Elements for Safer Intersections*, publicado en 2016 por la página *online* Copenhagenize.com en la ciudad de Copenhague se encuentra la intersección más cargada de bicicletas del mundo, Sotorvet, con aproximadamente 42.600 ciclistas todos los días. Según la página, 86% de todo el tráfico que circula por allá se mueve en bicicleta. En esta intersección se tiene un ejemplo de buena práctica, donde el gobierno adoptó dos actuaciones para garantizar la seguridad y la funcionalidad de la vía. En esta intersección hay una línea de retención de bicicletas con 5 metros de más delante de la línea de retención de los vehículos a motor. También un ciclo semafórico exclusivo para los ciclistas, lo cual permite que las bicicletas crucen la intersección antes que los otros vehículos.

1.4.3. PAVIMENTO COLOREADO

En muchas ciudades es posible ver el pavimento con un color diferente del negro tradicional. Normalmente, se decide cambiar el color del asfalto para dejar claro a los usuarios de las vías públicas los puntos de conflictos en el tráfico. Además de esto, el cambio de color del pavimento puede ayudar a demarcar la infraestructura ciclista.

Para cambiar el color del pavimento algunas veces se utiliza asfalto colorido, lo cual es necesario añadir pigmentos en su composición. Otras veces, el cambio de color del pavimento es hecho pintando la superficie con tinta en el color deseado. Esta última opción de actuación puede ser peligrosa, principalmente para los motociclistas y ciclistas, pues genera riesgo de deslizamientos.

Como ejemplo se tiene la ciudad de Ámsterdam. Por allá suele utilizar el pavimento de color rojo. Esta solución adoptada por los holandeses garantiza la seguridad de circulación de todos los usuarios de la vía, de modo que deja claro los puntos de conflictos en intersecciones, ayuda los ciclistas a comprender donde están las rutas ciclistas principales y también orienta los conductores sobre donde pueden encontrarse con ciclistas, según afirma el artículo *Rolling out a red carpet for cyclists* publicado en 2011 por la página *online* *Bicycle Dutch*.



FIGURA 8 - Aplicación de asfalto rojo para demarcación de carril bici en Ámsterdam

Fuente: *Rolling out a red carpet for cyclists* (BicycleDutch.com)

Aún según el artículo mencionado anteriormente, ni siempre el asfalto es rojo. Pero no hay una norma específica sobre cual color debe tener la infraestructura ciclista en Ámsterdam. De acuerdo con el

artículo, cada Administración decide como actuar. Normalmente, las rutas ciclistas son rojas y las rutas secundarias pueden ser negras (el asfalto tradicional), pero en los puntos de conflicto suelen cambiar para rojo.

Ya en algunos sitios en Estados Unidos se utiliza el color verde. De acuerdo con la guía *Urban Bikeway Design Guide* publicada en 2014 por la página online NACTO (*National Association of City Transportation Officials*) se utiliza el pavimento verde para demarcar los carriles bici, puntos de conflicto, intersecciones, cajas de espera de para ciclistas y marcas viales para el cruce de bicicletas. Esta medida es utilizada para aumentar la visibilidad de la infraestructura ciclista. Además de esto, la guía afirma que el uso consistente de esta medida es muy importante para promover el entendimiento claro para todos los usuarios.



FIGURA 9 – Ejemplos de asfaltos coloridos para demarcar infraestructura ciclista verde en Portland, EE.UU y azul en Copenhague, Dinamarca

Fuentes: *Urban Bicycle Design Guide* – (nacto.org) y *The City of Copenhagen's Bicycle Strategy 2011 - 2025*.

Ya en Dinamarca se utiliza el color azul para delimitar el paso de las bicicletas en las intersecciones a fin de aumentar la visibilidad sobre los ciclistas en el tráfico, según explica la Estrategia Ciclista de la ciudad de Copenhague 2011 - 2015.

El cambio de color del pavimento puede ser hecho de diversas maneras (caliente o en frío) y utilizando diferentes materiales como resinas, betún tradicional o betún transparente, por ejemplo. Cada material utilizado presenta diferentes características mecánicas y los precios también varían. En general, el pavimento colorido es más costoso que el pavimento negro tradicional. Pero es válido destacar que para este tipo de propuesta se considera que el pavimento colorido será aplicado solamente en la capa de rodadura, no necesitando ser una capa muy espesa. Esto hace con que el precio sea más competitivo con el asfalto negro tradicional. Esta es una eficiente actuación para cuestiones de seguridad vial.

1.4.4. APARTADEROS

Cuando se plantea la construcción de una infraestructura ciclista segregada es necesario tener espacio suficiente. Para esto, en muchas situaciones se opta por quitar los aparcamientos de la calle. Esta medida sufre con la presión de los conductores por plazas para estacionar sus vehículos. La propuesta de los apartaderos surge como una idea para equilibrar la demanda por una mejora en la infraestructura ciclista y también intenta no traer grandes perjuicios a los conductores.

Los apartaderos son espacios fuera del carril donde los vehículos pueden dislocar para que se facilite la maniobra de adelantamiento. Esta actuación puede ser hecha quitando parte de los aparcamientos de la calle y creando un pequeño carril en sitios de conflictos entre coches y bicicletas. Se puede aplicar esta medida al lado derecho o izquierdo de la calle. Cuando se quita parte de los aparcamientos del lado derecho de la calle las bicicletas pueden utilizar este espacio para seguir pedaleando, manteniendo así los coches a la izquierda ya que pueden desarrollar mayores velocidades y posibilitando el adelantamiento de los ciclistas que están en el apartadero. Por otro lado, si se quita parte del aparcamiento del lado izquierdo, los conductores pueden utilizar este espacio para seguir conduciendo en su mayor velocidad, adelantando así a los ciclistas con más seguridad. Se debe tener en cuenta que para los apartaderos al lado izquierdo de la calle es necesario un espacio mayor, debido el tamaño y la mayor velocidad de los coches.

Longitudinalmente, los apartaderos pueden ser ubicados en dos sitios diferentes: al medio de la calle o en la esquina. Los apartaderos al medio de la calle facilitan el adelantamiento con el tráfico en movimiento. Ya los apartaderos en la esquina proporcionan una separación del tráfico en la intersección.

Además de esto, cuando haya congestión en la vía los apartaderos pueden servir como un carril de ciclo alimentación (*feeder cycle lane*), donde los ciclistas pueden escapar del tráfico parado y llegar a un área avanzada. De acuerdo con las recomendaciones hechas en la guía *Fact Sheet on Traffic-Light Intersections* publicada en 2010 por el proyecto PRESTO, un carril de ciclo alimentación debe tener la longitud máxima de la cola de tráfico. Normalmente, este tipo de carril se encuentra al borde de la calzada y también puede ser utilizado el carril de autobuses. Es importante resaltar que este tipo de carril debe ser señalizado de manera clara a los conductores y ciclistas para que no sea utilizado por los vehículos a motor y tampoco para carga y descarga.

Los apartaderos tienen como objetivo mejorar la funcionalidad de la calle y proporcionar más seguridad y comodidad para todos los usuarios de la vía, principalmente los ciclistas.

1.4.5. CARRIL MÁS ANCHO

Durante las grabaciones en diferentes ciclocalles fue visto que cada calle tenía un ancho diferente. Carriles más estrechos no permiten que los coches adelanten las bicicletas. Por un lado, este tipo de situación es buena, pues garantiza la seguridad de los ciclistas. Por otro lado, esta situación no ayuda la fluidez del tráfico.

Ya los carriles más anchos ofrecen más espacio para que los vehículos a motor puedan adelantar las bicicletas, pero también incentiva el aparcamiento en doble fila, como fue visto en la Calle Quart. Y además de esto, si pensamos que hay espacio, en lugar de hacer un carril más ancho, sería mejor construir un carril bici, pues así el tráfico sería más fluido y los ciclistas estarían más seguros.

1.4.6. CIRCULACIÓN CICLISTA A CONTRACORRIENTE EN CALLES UNIDIRECCIONALES

La circulación de bicicletas en contracorriente es una actuación que facilita la conexión de rutas ciclistas, permitiendo que los usuarios de las bicicletas hagan recorridos más cortos y directos. Es una actuación que fomenta el uso de la bicicleta, pero que demanda además de una señalización clara, una concientización de todos los usuarios de la vía pública.

Según el documento *Cycling: the way ahead for towns and cities* de la Comisión Europea publicado en 1999, la experiencia de las ciudades que aplican el sistema contracorriente para ciclistas en calles unidireccionales prueba la eficiencia de esta medida para fomentar el ciclismo y los beneficios que esto

representa para la seguridad. Pero el documento también afirma que una campaña informativa es esencial para que los conductores se familiaricen con la nueva situación.

Una de las guías publicadas en 2010 por el proyecto PRESTO es el *Fact Sheet Contra-Flow Cycling*. En este documento el programa aclara que en ninguna parte el ciclismo de contraflujo ha conducido a un aumento en los accidentes. Al contrario de lo que se piensa, esta medida ha demostrado ser más segura que el ciclismo en flujo normal en calles de un solo sentido. Sin embargo, el mismo documento explica que la mejor manera de aumentar la seguridad y alcanzar los máximos beneficios para el ciclista es generalizar el principio del ciclismo a contracorriente en todas las calles unidireccionales. Si se introduce esta medida poco a poco, en un número limitado de calles de un solo sentido y dispersas, la situación se queda impredecible. O sea, los ciclistas deben recordar dónde se permite o no la circulación contracorriente. Y esto también les puede incitar a viajar contra el flujo donde no esté permitido. Por otro lado, si se aplica esta medida de manera general, la situación se queda más predecible, fácil de comprender y más segura para todos los usuarios de la vía.



FIGURA 10 - Ejemplos de señalización de bicicletas en contracorriente en Bruselas (BE) y en Ronnes (FR)

Fuente: *Contraflow Cycling – European Commission*.

No solo en París, como fue dicho anteriormente, pero también en otras ciudades como Frankfurt también es permitido el flujo de bicicletas en contracorriente. Según afirma el artículo *Traffic rules and regulations for cyclists and their vehicles* publicado por la Comisión Europea, Alemania ha cambiado sus leyes permitiendo que los ciclistas circulen en contracorriente en determinadas calles de solo un sentido. En algunas ciudades de Dinamarca, como Aalborg, se ha adoptado esta medida, principalmente en el centro de la ciudad, donde hay un tráfico más calmado. De acuerdo con la página *online Bicycle Network*, en Aalborg el gobierno prefirió utilizar esta idea que quitar los aparcamientos de coches en la calle para construir un carril bici.

En el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia (PMUS) de 2013 ya había propuestas para implementar este tipo de actuación en la ciudad. Pero hasta el momento, no hay ninguna calle donde esto sea permitido.



FIGURA 11 – Ejemplo de carril contracorriente para circulación de bicicletas en calle unidireccional

Fuente: Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia 2013.

La medida de flujo de bicicletas a contracorriente puede ser desarrollada de dos formas: como tráfico mixto o como carril bici.

De acuerdo con el documento *Fact Sheet Contra-Flow Cycling*, la mayoría de las veces el ciclismo a contracorriente puede ser organizado sin ninguna actuación especial, como si fuera un tráfico mixto. Esto es posible en zonas de baja velocidad, es decir hasta 30 km/h. Como recomendación para adoptar esta medida, las calles deben tener por lo menos 3 metros de ancho.

Para zonas con velocidad máxima superior a 30 km/h o cuando la intensidad de vehículos es muy alta el programa PRESTO recomienda la demarcación de un carril bici para el flujo de bicicletas a contracorriente. Quitar los aparcamientos también es una medida aconsejable para garantizar la seguridad de los ciclistas, mejorar la visibilidad y para aprovechar el espacio para la construcción del carril bici. El carril bici de contra flujo debe ser hecho como cualquier otro carril bici, con un ancho recomendado de 1,5 metros. Pero en la práctica, hay ciudades que utilizan carriles de 1,2 metros o hasta de 0,90 metros en calles estrechas o donde no hay mucho espacio disponible.

1.5. ESTUDIOS Y APLICACIONES SOBRE CICLOCALLES

Cuando se habla sobre bicicletas como modo de transporte es común escuchar ejemplos sobre las ciudades de Ámsterdam (Países Bajos) y Copenhague (Dinamarca). Pues como ya se sabe, pedalear exige un esfuerzo físico y en ciudades dónde la orografía es llana esto se torna una ventaja para incentivar la práctica del ciclismo. Pero además de esto, también se sabe que no solo estos países tienen buenos ejemplos de infraestructura y práctica ciclista. Hay países desde el Norte hasta el Sur de Europa que están desarrollando sus ciudades y estrategias de transportes teniendo la bicicleta como actriz principal. Según el informe *Cycling: The way ahead for towns and cities* publicado en 1999 por la Comisión Europea, hay algunos factores que no influyen tanto el uso de la bicicleta. El informe afirma que solamente la lluvia y la nieve tienen efectos disuasivos sobre el ciclismo.

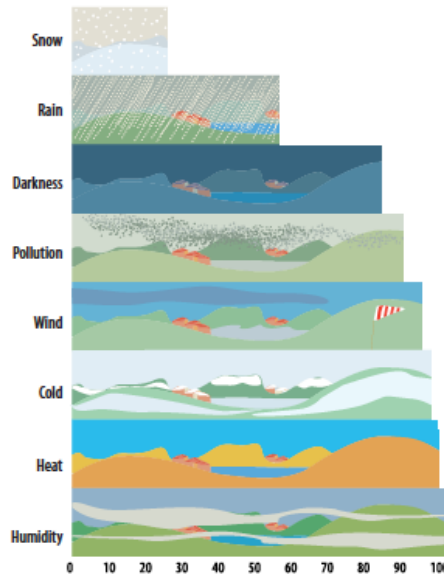


FIGURA 12 – Condiciones atmosféricas que influyen en el uso de bicicletas

Fuente: *Cycling: The way ahead for towns and cities (European Commission)*.

En los siguientes párrafos será hablado sobre algunas ciudades europeas y sus diferentes perspectivas sobre infraestructuras e inversiones en el sistema de transporte por bicicletas.

1.5.1. ÁMSTERDAM

La ciudad de Ámsterdam es la capital de los Países Bajos y posee más de 860.000 habitantes. Tiene una orografía que facilita el uso de la bicicleta como modo de transporte, pues es una ciudad básicamente llana. A pesar de las bajas temperaturas y nieve, la población de Ámsterdam sigue utilizando las bicicletas como el principal modo de transporte en sus desplazamientos diarios.

Ámsterdam es muy conocida por ser una ciudad amigable para bicicletas, siendo un ejemplo y modelo para muchas otras ciudades en el mundo. Pero, para lograr este título, según el artículo *5 Reasons Why Amsterdam Works So Well for Bikes* escrito por el profesor Norman Garrick en 2017, el gobierno de Ámsterdam desde 1970 viene promoviendo actuaciones para cambiar el escenario del tráfico. Fue necesario una combinación entre presión pública, formulación de políticas y planificación física. Todos estos factores dieron la garantía que, a pesar del incremento de los coches, las bicicletas no serían expulsadas de las calles y se convertirían en la parte más importante de la movilidad de Ámsterdam. Según la página *online* de la ciudad de Ámsterdam (*City of Amsterdam*), la bicicleta es el modo de transporte que crece más rápidamente entre la población de allá. De acuerdo con el *website lamsterdam.com* la ciudad posee aproximadamente 767 kilómetros de infraestructura para circulación de ciclistas. El gobierno de la ciudad viene invirtiendo en nuevas infraestructuras ciclistas y soluciones para aparcamientos de las bicicletas. Todas las actuaciones referentes a este modo de transporte son llevadas a cabo con el auxilio del Plan de Movilidad para Ámsterdam en 2030 y el Plan de Bicicleta a Largo Plazo (2017 – 2022).

El Plan de Movilidad para Ámsterdam en 2030 explica las directrices que determinan cual modo de transporte tendrá más espacio en cada área de la ciudad. Mientras el Plan de Bicicleta a Largo Plazo describe las formas en que el ciclismo y el estacionamiento de bicicletas cambiarán en los próximos años, teniendo en cuenta el mantenimiento del tráfico fluido de bicicletas, la mejora del aparcamiento para bicicletas y el fomento del ciclismo. Además de esto, el gobierno viene revisando la infraestructura

ciclista ya existente para hacerla más ancha, fluida, rápida y más fácil de ser reconocida por los ciclistas. Los principales proyectos ciclistas de la ciudad se centran en la creación de rutas ciclistas bien conectadas a través de prohibiciones en el tráfico y la reducción la velocidad máxima para los coches en 30 km/h.

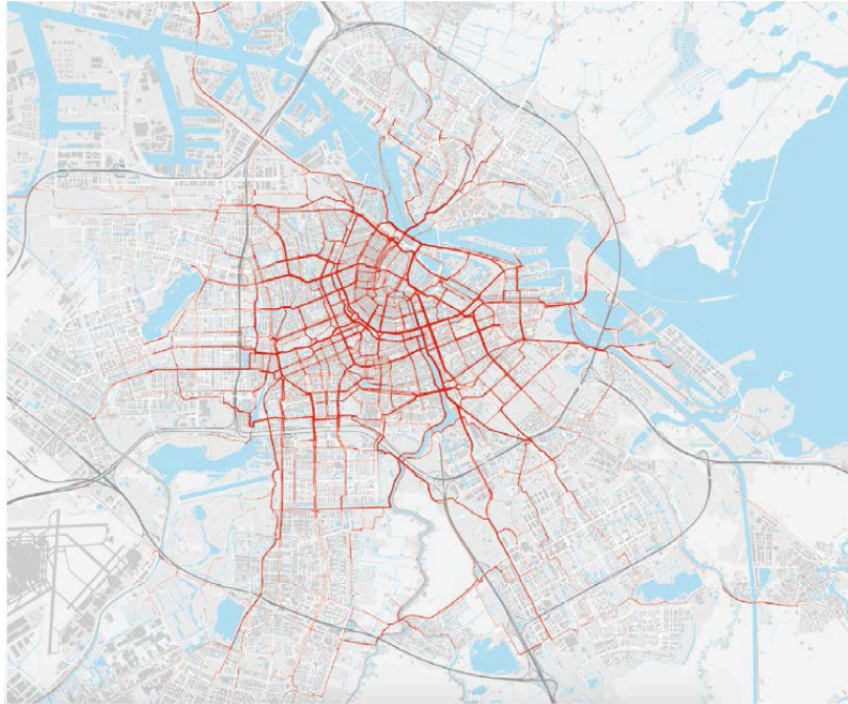


FIGURA 13 - Rutas ciclistas más cargadas en día laboral en Ámsterdam (2016)

Fuente: *Plan Amsterdam*.

De acuerdo con el *Plan Amsterdam*, la ciudad tiene 847.000 bicicletas. Esto equivale a una media de 1,91 bicis por familia. En el año de 2015 fue contabilizado en Ámsterdam una distancia de 760.000.000 de kilómetros recorridos por bicicletas y esto representa un incremento de 56% comparado con 2010.

Ámsterdam también incentiva la integración entre bicicletas y el transporte público para viajes de distancias más largas. Para esto, están invirtiendo en aparcamientos cercanos a las estaciones de transporte público, según explica el *Plan Amsterdam*.

Aún de acuerdo con el *Plan Amsterdam*, en junio de 2016 la ciudad empezó con una prueba piloto en la calle *Sarphatistraat* para testar si la implementación de una ciclocalle (*fietsstraat* en holandés) irá proveer más confort y seguridad en la ruta ciclista. El documento explica que en este tipo calle los coches son invitados y tienen la velocidad máxima reducida a los 30 km/h. Solamente el tranvía está permitido circular más rápido, con un máximo de 50 km/h.



FIGURA 14 - Señal de ciclocalle en Ámsterdam (*Fietsstraat - Auto te gast* = Ciclocalle - Auto como invitado)

Fuente: *Road Signs for Cyclists (Holland-Cycling.com)*.

Los efectos de las medidas fueron determinados comparando una medición cero hecha antes de que la prueba piloto arrancara. Los investigadores también entrevistaron a ciclistas, residentes y conductores sobre cómo fueron sus experiencias en la prueba piloto. La conclusión fue que las medidas funcionaron. El número de ciclistas que utilizan la ciclocalle *Sarphatistraat* aumentó un 23% (de 17.265 a 21.262) por día. El número de automóviles disminuyó un 2% en la sección más transitada y en un 9% en la parte más tranquila. La velocidad media de los ciclistas aumentó levemente, mientras que la velocidad media de los coches ha caído. Y la velocidad de los tranvías se ha mantenido igual.

La encuesta también indicó que la nueva situación no es menos segura para los ciclistas. La gran mayoría (88%) de los ciclistas entrevistados piensan que el nuevo diseño es una mejora respecto a la situación anterior. La mayoría considera que la ciclocalle es cómoda (94%) y que se sienten seguros allá (82%). Gran parte de los residentes locales y de los comercios también son positivos. La mayoría de los peatones indican que no han notado ninguna diferencia respecto a la situación anterior. Esto significa que la prueba piloto ha sido un gran éxito.

Basándose en los resultados, una serie de mejoras será introducida, incluyendo un paso de peatones extra y señales de tráfico para indicar más claramente que es un ciclocalle. Donde sea posible, también se mejorará con asfalto rojo y reductores de velocidad para ciclistas.



FIGURA 15 - Calle *Sarphatistraat* en Ámsterdam que fue convertida a ciclocalle

Fuente: *Plan Amsterdam*.

1.5.2. COPENHAGUE

Copenhague es la capital y la ciudad más grande de Dinamarca y posee más de 1.200.000 habitantes. Ubicada al norte de Europa, la ciudad tiene un clima frío durante el invierno y templado en el verano, pero independientemente si hace frío, si hay lluvia o nieve, los daneses consideran la bicicleta como su principal modo de transporte. Otro factor que contribuye para la promoción del uso de bicicletas es la orografía de Copenhague que es mayoritariamente llana.

Tabla 1 - Personas que trabajan o estudian en Copenhague separadas por el modo de transporte y la distancia hacia trabajo/centros educacionales en 2008

	0 - 2 km	2 - 4.9 km	5 - 9.9 km	10 - 14.9 km	> 15 km	ALL
WALK	30,000	6,000	0	0	0	36,000
BICYCLE	35,000	67,000	43,000	9,000	1,000	155,000
CAR	3,000	18,000	27,000	23,000	67,000	138,000
BUS	1,000	9,000	14,000	3,000	1,000	29,000
TRAIN	1,000	4,000	13,000	13,000	43,000	74,000
OTHER	0	0	1,000	1,000	4,000	6,000
ALL	70,000	105,000	98,000	49,000	116,000	438,000

Fuente: *Copenhagen's cycling Strategy* (eltis.org).

Según el documento *El conteo de la Bicicleta 2014* publicado en mayo de 2015 por la Administración del Ambiente, Movilidad y Espacio Urbano de la Municipalidad de Copenhague, la primera ciclocalle (*cykelgade* en danés) de la ciudad fue inaugurada en 2014. La ciclocalle *Vestergade* tenía el objetivo de promover la conexión fácil y segura entre otras calles para los ciclistas. En esta ciclocalle mientras las bicicletas pueden circular en los dos sentidos, los coches pueden circular solamente en un sentido a una velocidad inferior y ahora son considerados como “invitados”. En la página *online Cycling Embassy of Denmark* explica que después de la implantación de la primera ciclocalle la circulación de ciclistas en días laborales aumentó de 4.600 para 7.600 (65%) y también la cantidad de coches disminuyó de 2.400 para 900 (37%).



FIGURA 16 - La primera ciclocalle de Copenhague - Vestergade Cykelgade

Fuente: *Cycling Embassy of Denmark*.

De acuerdo con la página *online Visit Denmark*, la ciudad de Copenhague posee aproximadamente 400 kilómetros de vías para circulación de ciclistas, siendo todas las vías claramente separadas de las aceras y de los carriles de los otros vehículos. En estos carriles bici hay la presencia de ITS (*Intelligent Traffic System*) para promover la seguridad de los ciclistas en el tráfico, como por ejemplo espiras en el pavimento que captan la circulación de bicicletas y emite una luz a los conductores para que tengan cuidado al girar a la derecha, ya que hay bicicletas viniendo.

La ciudad de Copenhague cuenta con la disponibilidad de alquiler de bicicletas privadas y públicas. También es permitido llevarlas en los recorridos en metro y en trenes de cercanías cuando se compra un *ticket* especial para la bicicleta.

Según la página *online* oficial de Dinamarca, las escuelas danesas enseñan a los niños desde pequeños sobre las normas de tráfico, la seguridad en las carreteras y también sobre la importancia de los cascos al utilizar bicicletas. La página también habla sobre el planeamiento urbano que está siendo desarrollado en Copenhague, teniendo la bicicleta como el centro de las actuaciones. La ciudad está aumentando el ancho de los carriles bici, construyendo puentes exclusivos para el paso de ciclistas y expandiendo las rutas de bicicletas, llamadas de *cycle superhighways*. Estas rutas buscan conectar las áreas residenciales con el centro de la ciudad, facilitando el acceso a las escuelas y trabajos y también intentando con que la población cambie del coche para la bicicleta. En las *cycle superhighways* los ciclistas pueden pedalear con seguridad, confort y prioridad en el tráfico. Son rutas que conectan los otros sistemas de transporte público.



FIGURA 17 - Aparcamiento para cargo bikes - 1 coche equivale a 4 cargo bikes

Fuente: *Collection of cycle concepts 2012 - Cycle Embassy of Denmark website.*



FIGURA 18 - Soporte para descanso de los pies y barandilla (*railing*) para ciclistas

Fuente: *Denmark.dk website* (supercykelstier.dk).

Como es descrito en el documento *El Conteo de la Bicicleta 2014*, publicado en 2015 por la Administración del Ambiente, Movilidad y Espacio Urbano de Copenhague, en 2014 había 454 kilómetros de infraestructura ciclista en la ciudad. Es decir, 368 kilómetros de ciclo vías, 28 kilómetros de carriles bici y más 58 kilómetros de ciclo rutas verdes.

En 2011 fue publicado por la Administración Técnica y Ambiental la Estrategia Ciclística de la ciudad de Copenhague, la cual habla sobre las propuestas para mejorar y promover el uso de bicicleta en la ciudad. De acuerdo con este documento, 36% de los desplazamientos en la ciudad por trabajo o estudio son hechos en bicicleta. Esta Estrategia Ciclística tiene un alcance hacia 2025 y se habla sobre diferentes propuestas como: ampliación y duplicación los carriles bici, utilización ITS (*Intelligent Traffic System*) para priorizar el paso de peatones y ciclistas en horas punta, promoción de la compra de *cargo bikes*, las cuales son consideradas un sustituto del coche; integración del sistema de bicicleta pública con el transporte público, autorización de circulación por bicicletas en el sentido contraflujo en calles unidireccionales. Al final también se habla sobre las llamadas Conexiones ciclistas verde y azul, las cuales son la creación de carriles bici cerca de áreas verdes y del agua para aumentar la sensación de seguridad y libertad entre los usuarios de bicicleta y también sobre actuaciones que dan preferencia en intersecciones a los ciclistas.

Colville-Andersen (2014) afirma un dato interesante sobre la ciudad de Copenhague publicado por el periódico *The Guardian*: solamente 7% de los ciclistas no respetan las leyes de tráfico y solo 1% hace algo como saltar el semáforo rojo.

1.5.3. BERLÍN

Berlín es la capital de Alemania y también es considerada como la ciudad más poblada del país, ya que tiene más de 3.700.000 de habitantes. La ciudad está ubicada a noreste de Alemania y tiene un clima continental, caracterizado por sus inviernos muy fríos y veranos cálidos. La temperatura media anual de la ciudad es de 12°C.

Berlín cuenta con una estrategia ciclista para ayudar en el desarrollo de transporte de la ciudad para una movilidad más sostenible. El documento *New Cycling Strategy for Berlin* fue publicado y adoptado por el Senado de Berlín en marzo de 2013 y es el documento vigente actualmente con alcance hasta 2025. Pero su primera estrategia ciclista data desde 2004 y pasados los años todas las actuaciones han contribuido sustancialmente a un aumento en la actividad de ciclismo. Según el Departamento del Senado para Medio Ambiente, Transporte y Protección del Clima (*Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection*) en Berlín, en el año de 2008, más de 1,5 millones (13%) de viajes diarios se realizan en bicicleta.

Aún de acuerdo con el Departamento, la ciudad tiene 620 kilómetros de infraestructuras para circulación de bicicletas, siendo 50 km de acera bici, 100 km de zonas peatonales con permiso de circulación de bicicletas, 70 km de carril bici compartido con autobuses, 60 km de carril bici en la calzada, 190 km de carril bici en áreas rurales y más 150 km de rutas para bicicletas. Además de esto, aún hay en la ciudad las ciclocalles (*Fahrradstrassen* en alemán), donde las bicicletas tienen prioridad de paso y los coches están limitados a una velocidad de 30 km/h. Sin embargo, la estrategia ciclista de Berlín (*New Cycling Strategy for Berlin*) plantea un incremento en las infraestructuras para circulación de bicicletas hasta 2025 de 210 kilómetros a más de lo que ya existe. Es decir, en 2025 se espera tener 830 kilómetros de infraestructura ciclista.



FIGURA 19 - Infraestructura para circulación de bicicletas en Berlín (julio/2018)

Fuente: *Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection* (Berlim.de).

De acuerdo con el documento *Fact Sheet on Cycle Streets* del proyecto PRESTO, en Alemania las ciclocalles fueron introducidas como una categoría en el código de tráfico en 1997, lo cual determina que en este tipo de calle el tráfico motorizado debe estar debajo de los 3.000 vehículos/día.

Según un artículo *online* publicado por la página BZ Berlín en septiembre de 2015, Berlín tiene aproximadamente 350 kilómetros de ciclocalles. Estas ciclocalles poseen como mínimo 5,0 metros de ancho y son en vías secundarias. En las ciclocalles de Berlín solo es permitido el aparcamiento y circulación de coches de residentes. El mismo artículo también explica que la idea de establecer ciclocalles en vías secundarias es para desahogar el tráfico de bicicletas por las vías principales de la ciudad, ayudando la fluidez del tráfico en las vías arteriales y ofreciendo más seguridad para los ciclistas.



FIGURA 20 - Señal de ciclocalle en Berlín

Fuente: BZ *website* (bz.berlin.de).

1.5.4. PARÍS

París es la capital de Francia y cuenta con más de 2.200.000 de habitantes. La ciudad posee una orografía mayoritariamente llana y su clima es oceánico semicontinental, con invierno y verano bien definidos.

París cuenta con un sistema de alquiler de bicicletas públicas llamado *Vélib'*. Este sistema surgió en la ciudad en el año de 2007, y por una década fue operado por la empresa *JCDecaux*. Después del término del contrato con *JCDecaux*, el consorcio entre dos empresas francesa y española llamado Smovengo se quedó responsable por la operación del sistema de alquiler de bicicletas públicas en París por 15 años.

De acuerdo con la página *online Vélib'*, el sistema de alquiler de bicicletas públicas ofrece bicicletas manuales y eléctricas a los usuarios. Y además de esto, ha sido implementado en las estaciones un nuevo sistema para aparcamiento de bicicletas, lo cual permite que los usuarios de *Vélib'* aparquen las bicicletas una en la otra cuando no hay plazas para aparcamiento disponibles. Todo esto para incentivar el uso de la bicicleta como modo de transporte.



FIGURA 21 - Vías ciclistas de París

Fuente: *Paris Bike Map* (Parismap360.com).

En el informe *Paris Cycling Policies*, publicado en por el Ayuntamiento de París (*Maire de Paris*) junto a la Federación de Ciclistas Europeos (*European Cyclists' Federation - ECF*) se explica que París es una ciudad de corta distancias, donde es posible caminar desde un extremo de la ciudad hasta el otro en menos de 2 horas. El informe también cuenta que de 3 a 5% de los desplazamientos diarios, es decir, desplazamientos para trabajo y casa, son hechos en bicicletas.

En este documento también enseña algunas ventajas y desventajas de pedalear en la ciudad. Como puntos positivos para la bicicleta se puede considerar el terreno llano, el clima templado, la alta densidad en la ciudad con cortas distancias y un bonito paisaje urbano. Por otro lado, París tiene una alta densidad de tráfico, una alta densidad de transporte público con precios relativamente baratos y espacios urbanos congestionados que dificultan el aparcamiento.

París cuenta con un plan de estrategia ciclista (2015-2020), lo cual tiene como objetivo triplicar el uso de bicicletas y alcanzar un 15% de cota modal para 2020. En este plan se habla sobre la duplicación de los 700 kilómetros de carriles bicis existentes para 1.400 kilómetros. También se pretende crear una vía expresa de bicicleta para conectar la ciudad desde el norte hasta el sur y desde el este hasta el oeste. En respeto a la seguridad ciclista, el plan de estrategia propone permitir el flujo de ciclistas en el sentido contrario del tráfico en todas las zonas 30 (zonas con velocidad máxima de 30 km/h). Además de esto, hay propuestas para permitir el paso de bicicletas en la fase roja del semáforo en algunas situaciones de giro a la derecha o para ir recto. Y también será implementado más 7.000 líneas de retención avanzadas para las bicicletas.

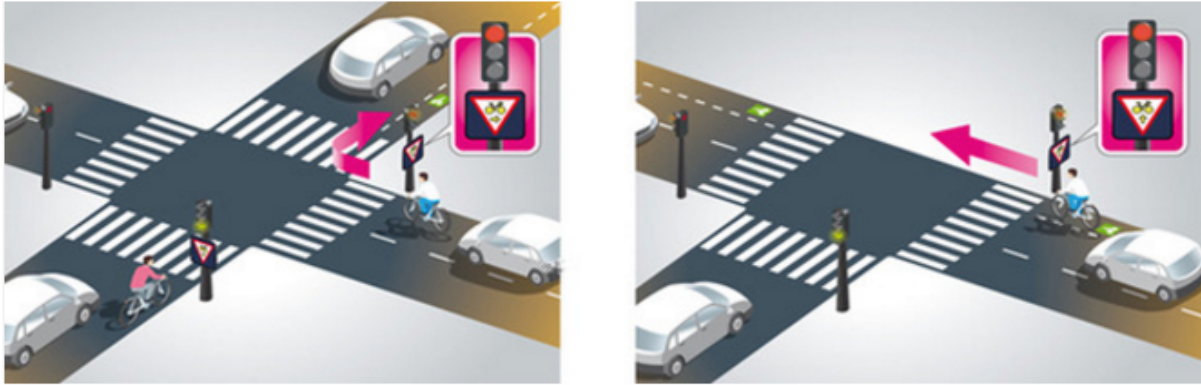


FIGURA 22 - Situaciones en que las bicicletas pueden saltar el semáforo rojo propuestas por el plan de estrategias ciclistas de París

Fuente: *Paris à vélo* (paris.fr/velo).



FIGURA 23 - Calle unidireccional con velocidad máxima de 30 km/h donde es permitido la circulación de bicicletas en sentido contrario al tráfico

Fuente: *Paris à vélo* (paris.fr/velo).

1.5.5. VALENCIA

Valencia es una ciudad con aproximadamente 792.000 habitantes, de acuerdo con el Ayuntamiento de la ciudad. Y considerando su área metropolitana se calcula que la población llega a más de un millón y medio de personas. Este número representa 16% de la población de la Comunidad Valenciana y pone Valencia como la tercera mayor ciudad de España después de Madrid y Barcelona.

Valencia posee características que favorecen el uso de bicicletas pues es una ciudad no muy extensa (aproximadamente 12 kilómetros de punta a punta), tiene la orografía relativamente llana y el clima con poca lluvia. Por lo tanto, promover el uso de este modo de transporte es una excelente idea.

Como es descrito en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia (PMUS) 2013, desde 1995 Valencia viene desarrollando una infraestructura ciclista. Pero en 2008 hubo un salto en la promoción del uso de bicicletas debido la construcción de ciclocalles y la mejora de la red viaria ciclista existente, gracias a inversiones del gobierno autonómico y estatal.

Según datos del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia (PMUS), en 2012 la ciudad tenía aproximadamente 75.114 desplazamientos diarios en bicicleta, siendo 44.900 desplazamientos en bicicleta privada. Es decir, 59,7% de las bicicletas que circulaban en Valencia en esta época era privada.

Otra actuación que ayudó a promover el uso de la bicicleta en Valencia fue la implantación del sistema público de alquiler de bicicleta en junio de 2010. Este sistema nombrado Valenbisi y gestionado por la empresa *JCDecaux* cuenta hoy en día con 276 estaciones distribuidas por toda la ciudad y 2.750 bicicletas disponibles para alquiler, según la página *online* de Valenbisi. Conforme el PMUS 2013 de

Valencia, el sistema Valenbisi tenía en 2013 más de 95.000 abonados con más de 30.000 usos diarios de bicicletas.

En los tres primeros años de actuación del sistema de alquiler de bicicletas públicas, el PMUS de Valencia afirma que hubo un incremento de 17,3% en el uso de bicicletas, lo que representa 11.000 nuevos desplazamientos diarios en bicicleta, teniendo más cargada la zona universitaria (Blasco Ibáñez y Tarongers).

En Valencia es posible encontrar muchos tipos de infraestructura para el paso de bicicletas, como el carril bici separado, acera bici, zonas peatonales y ciclocalles. Según datos de la Agencia Municipal de la Bicicleta (Ayuntamiento de Valencia) la ciudad tiene un total de 144,50 kilómetros de infraestructura ciclista, es decir, de carril bici separado y acera bici. Además de esto, Valencia tiene 43,50 kilómetros de espacios pacificados a 30km/h y más 6,0 kilómetros de calles peatonales a 10 km/h. La coordinadora de la Agencia Municipal de la Bicicleta de Valencia (VLC AMBICI), Belén Calahorro Lizondo, también informó que desde 2015 hasta hoy hubo un incremento de 21,259 kilómetros de carril bici. Otro dato es que desde 2018 están en desarrollo nueve nuevos proyectos que suponen 17,03 kilómetros más de carril bici, estando algunos de ellos ya finalizados. Y a partir de 2019 se realizarán 12 más ampliaciones de la red. La coordinadora Belén Calahorro Lizondo también declara que muchos de los proyectos provienen de propuestas ciudadanas a través de los presupuestos participativos. Y esto confirma que la ciudadanía Valenciana solicita espacio de calidad para la bicicleta.

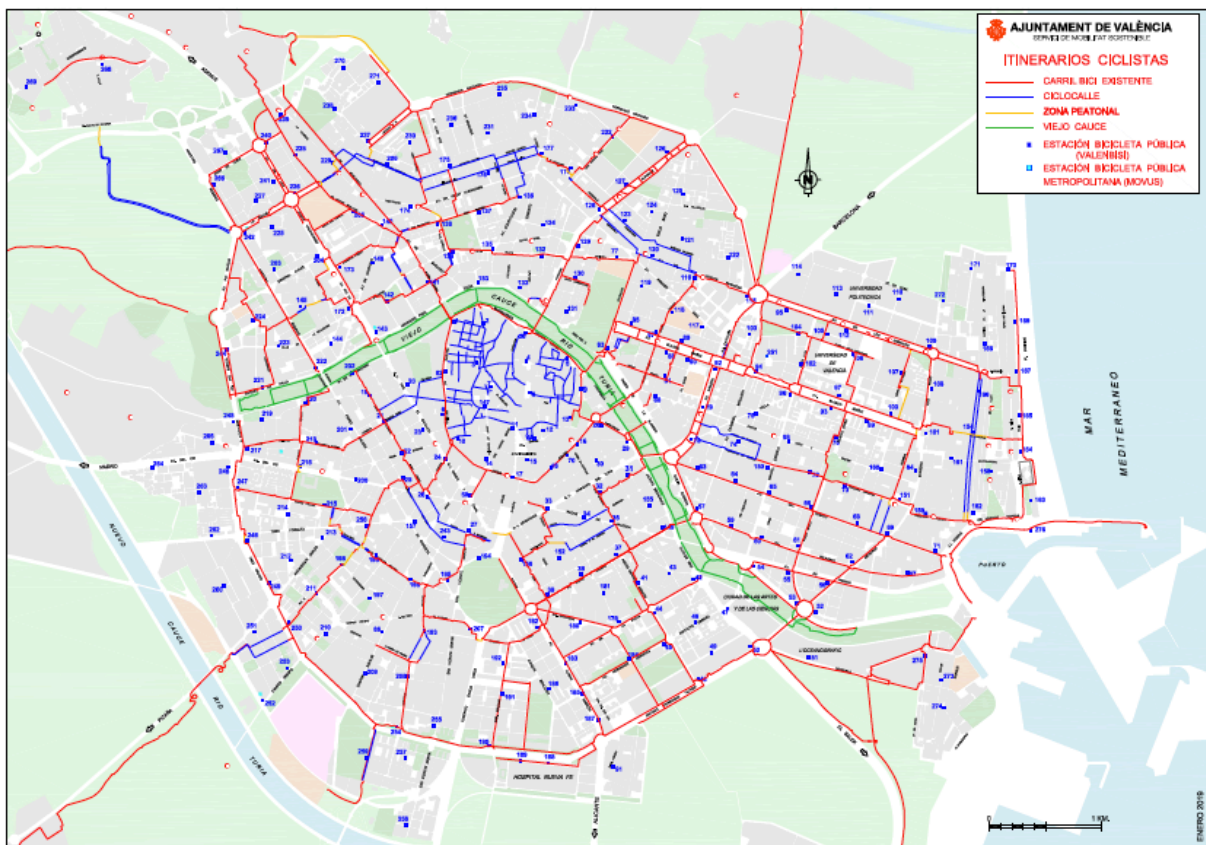


FIGURA 24 - Infraestructura para circulación de bicicletas en Valencia (enero/2019)

Fuente: Ayuntamiento de Valencia – Movilidad.

De acuerdo con la Ordenanza de Circulación publicada en 2010 por el Ayuntamiento de Valencia, carril bici es una franja señalizada en la vía pública para la circulación de bicicleta. Así como acera bici es

una franja señalizada en la acera para la circulación de bicicleta con velocidad máxima permitida de 20 km/h. En las zonas o calles peatonales, la Ordenanza menciona que las bicicletas deben mantener una distancia mínima de 1 metro de distancia con los peatones y con los edificios por seguridad, y la velocidad de circulación debe ser baja. Ya la ciclocalle es definida como una calle con calzada destinada al uso preferente de la bicicleta y cuya la velocidad máxima permitida al tráfico general es de 30 km/h.

Las ciclocalles nacieron en Valencia en noviembre de 2008 con el objetivo de conectar entre sí los tramos existentes de carril bici y fomentar el número de usuarios de bicicletas por un itinerario seguro. Ellas fueron determinadas en calles dentro de los barrios y fuera de las vías principales de la ciudad. La primera ruta de ciclocalle establecida en Valencia fue la unión entre Avenida Alfahuir y Avenida de los Naranjos. Por lo tanto, las primeras ciclocalles de Valencia son Vicent Zaragoza, Mistral, Enrique Navarro, Leonor Jovani, Albocácer y Benicarló, conforme fue reportado por el periodista Carlos N. C. en el periódico 20minutos en 14 de noviembre de 2008 en la página online www.20minutos.es/noticia/428722/0/bicis/calles/valencia/. Esta primera actuación implementó un total de 2.100 metros de ciclocalles.

Pasado los años Valencia fue invirtiendo más en las infraestructuras para circulación de las bicicletas para proporcionar más seguridad a los ciclistas y los otros usuarios del tráfico.

En el Plan Director de Seguridad Vial de Valencia (PDSV) 2018-2023 se hace un estudio sobre la seguridad de todos los usuarios de las vías urbanas de la ciudad. En este documento se presenta algunos de los principales conflictos entre ciclistas, peatones y vehículos a motor. Como ejemplos de conductas peligrosas comunes entre los ciclistas se puede citar:

- Circular por espacios exclusivos para peatones (aceras).
- Alternar circulación por calzada con circulación por la acera.
- Realizar cambios de dirección sin señalizar.
- Actuar frente a semáforos rojos o señales de Stop como si fuera un Ceda el paso.

Sin embargo, la selección de un itinerario más corto/rápido es el principal motivo de estas conductas de riesgo, según explica el Plan Director de Seguridad Vial. Por lo tanto, se nota que la falta de infraestructuras adecuadas para la circulación de bicicletas es algo que lleva a esto comportamiento peligroso.

Las entidades consultadas en el PDSV afirman que falta coherencia en la red ciclista, es decir, un mismo trazado puede variar de forma intermitente su anchura, su firme, su diseño y sus características. La falta de visibilidad en intersecciones es otro problema muy importante en la infraestructura y que debe ser considerado.

Además, el mismo documento aborda el tema de seguridad en otras perspectivas, enseñando que no solamente los ciclistas actúan de manera peligrosa, pero también los otros usuarios frente a la bicicleta:

- Peatones: cruzar el carril bici sin precaución
- Peatones: Andar por el carril bici
- Peatones: Invadir el carril bici realizando maniobras de carga y descarga de mercancías
- Vehículos motorizados: no respetar la velocidad máxima de circulación en carriles compartidos
- Vehículos motorizados: Adelantar sin guardar separación de seguridad (1,5 m)
- Vehículos motorizados: Impacientar con ciclistas en carriles compartidos

De acuerdo con el Plan Director de Seguridad Vial de Valencia hubo una pequeña queda en la cantidad de accidentes con ciclistas (Figura 25) en la ciudad. Ya en la Tabla 2 se puede detallar los tipos de accidentes y la cantidad de cada uno entre los años 2014 y el primer semestre de 2017*.

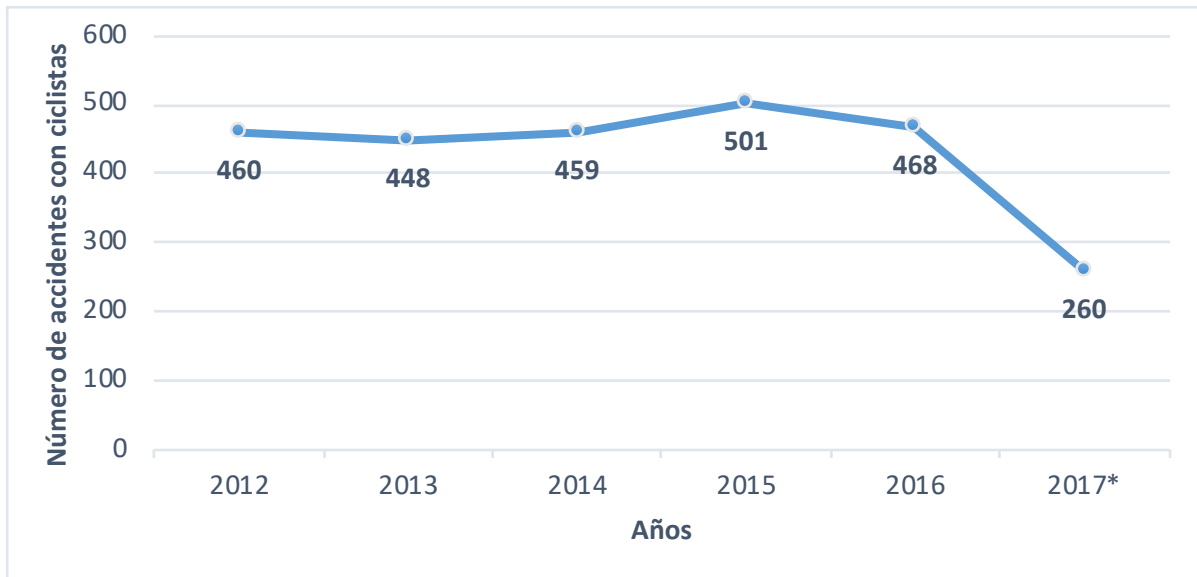


FIGURA 25 - Cantidad de accidentes con ciclistas en Valencia

Fuente: Plan Director de Seguridad Vial de Valencia – adaptado.

Tabla 2 - Descripción de los tipos de accidentes con ciclistas en Valencia

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Alcance	3	4	7	2	2	4	22
Atropello	432	422	434	476	444	243	2451
Caída casual	2	2	1	3	7	1	16
Choque	3	4	1	1	1	0	10
Embestida	4	2	4	3	5	2	20
Otros	12	12	9	11	8	9	61
Rascada	0	0	0	1	0	0	1
Salida de la vía	1	1	2	1	0	0	5
Se desconoce	3	1	1	3	1	1	10

Fuente: Plan Director de Seguridad Vial de Valencia

A pesar de la queda en la cantidad de accidentes que envuelven los ciclistas en los últimos años, tanto el Plan de Movilidad Urbana Sostenible 2013 de Valencia cuanto el Plan Director de Seguridad Vial 2018 de la ciudad proponen programas para disminuir aún más estos números y promover el uso de la bicicleta. Como ejemplo se puede citar: continuación con el desarrollo de la red de vías ciclistas, mantenimiento y mejora de la red existente, favorecer intermodalidad con la bicicleta y actuaciones contra el robo de bicicletas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Como objetivo general de este trabajo se pretende analizar diferentes aspectos sobre la seguridad vial y la funcionalidad de ciclocalles, con el fin de proponer actuaciones para la mejora de varias situaciones

de conflictos entre vehículos motor y bicicletas que suelen pasar en este tipo de calle. Para esto, se necesita establecer una metodología de identificación de conflictos y definir cual la mejor solución para cada tipo de situación.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar el objetivo general se desarrollan los siguientes objetivos específicos:

- Implementar la propuesta seleccionada para mejorar la afección.
- Mejorar de la seguridad vial en la ciclocalle.
- Estudiar la posibilidad de mejorar la funcionalidad de la ciclocalle.

3. METODOLOGÍA

3.1. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE CICLOCALLES

Como fue explicado anteriormente, la ciudad de Valencia tiene una gran variedad de infraestructura ciclista. Con el auxilio del mapa de la red de itinerarios ciclistas (Agencia Municipal de la Bicicleta de Valencia) y la pagina *online* OpenStreetMap fue posible identificar la ubicación de casi todas las ciclocalles de la ciudad.

A través de la herramienta *Street View* de Google Maps, cada ciclocalle fue recorrida virtualmente y todas las características notadas fueron puestas en una plantilla, por ejemplo: si hay aparcamiento en la calle, el tipo de aparcamiento (en línea, batería o cordón), la anchura de la calle, las características del entorno (comercial, residencial, mixto), si hay señalización vertical y horizontal.

En seguida, fueron seleccionadas 10 posibles ciclocalles para el estudio, teniendo como criterio diferentes regiones de la ciudad y diferentes características de la calle, a fin de poder percibir las más variadas situaciones que se pasan entre coches y bicicletas. Fue hecho un recorrido en cada una de las ciclocalles preseleccionadas, a fin de si conocer las características no solo de las calles, pero también del tráfico que circula por allá. Durante las visitas también fue posible escoger los mejores sitios para poner la cámara y hacer los futuros conteos.

Las 10 ciclocalles preseleccionadas (Figura 26) fueron:

1. Calle Padre Barranco: por estar ubicada en una carretera.
2. Carrer del Periodista Gil Sumbiela: por ser una ciclocalle con dos sentidos.
3. Carrer del Doctor Vicent Zaragozá: por la cantidad de bicicletas que circulan por allá.
4. Carrer del Progrés: por estar cerca de la playa.
5. Calle de Pedro III El Grande: por estar en una zona con muchos bares y restaurantes.
6. Carrer del Doctor Vila Barberà: por ser una ciclocalle con carril bici.
7. Pasaje Ventura Feliú: por haber un estrechamiento en parte de la calle.
8. Carrer Quart: por ser una calle con mucho tráfico y tener un punto turístico.
9. Carrer del Mar: por las características peatonales de la calle.
10. Carrer de la Universitat: por estar en el centro de la ciudad.

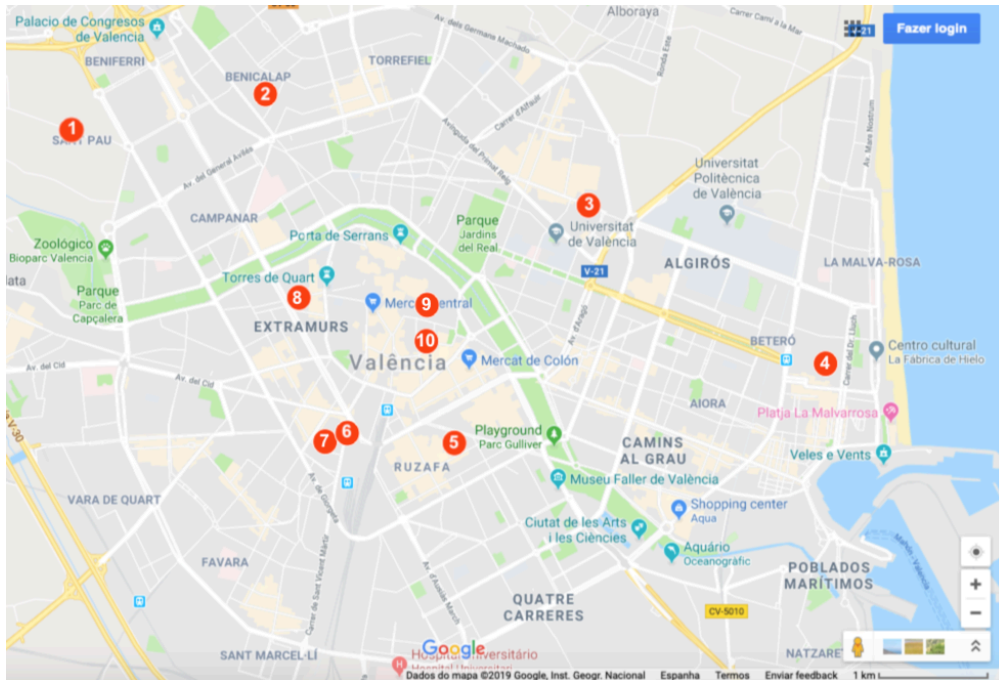


FIGURA 26 – Ubicación de las 10 ciclocalles preseleccionadas

Fuente: Google Maps - adaptado.

Después de la visita en cada una de las ciclocalles preseleccionadas, fue posible percibir que algunas de ellas no sería un buen sitio para la grabación de los vídeos debido la baja cantidad de bicicletas y del tráfico. Y, por lo tanto, solamente 5 ciclocalles fueron seleccionadas para el estudio.

1. Calle Padre Barranco - ELIMINADA
2. Carrer del Periodista Gil Sumbiela
3. Carrer del Doctor Vicent Zaragoza
4. Carrer del Progrés - ELIMINADA
5. Calle de Pedro III El Grande
6. Carrer del Doctor Vila Barberà
7. Pasaje Ventura Feliú - ELIMINADA
8. Carrer Quart
9. Carrer del Mar - ELIMINADA
10. Carrer de la Universitat - ELIMINADA

3.2. TOMA DE DATOS

Durante la visita en cada una de las 5 ciclocalles seleccionadas fueron escogidos sitios estratégicos para poner la cámara y registrar la mayor cantidad de información posible. Los sitios cerca de estaciones de Valenbisi, de escuelas, de puntos turísticos y que están conectados a otras infraestructuras ciclistas fueron considerados como puntos de atracción y por lo tanto tenía una mayor posibilidad de haber más bicicletas circulando. Otra cuestión que fue considerada en la toma de datos fueron los días y los horarios para las grabaciones. Fue determinado que los días laborales (con excepción de viernes) mejor caracterizarían la situación cotidiana de los usuarios de las vías públicas. Ya los horarios de grabación variaron de acuerdo con cada ciclocalle debido a los puntos de atracción que cada una tenía. O sea, si la ciclocalle tenía una escuela cerca, el horario con más tráfico sería el horario de entrada en la escuela, por ejemplo. Además de esto, también fue utilizado el recurso de tráfico (Figura 27) disponible en Google Maps, lo cual permite ver los horarios en que el tráfico está más cargado en cada región.

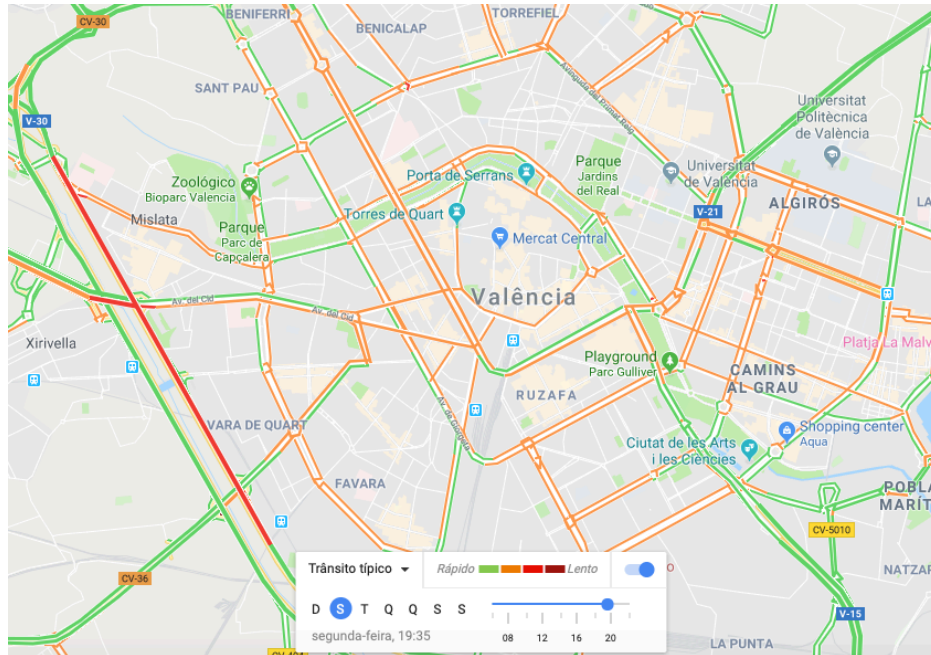


FIGURA 27 - Herramienta para conocer el tráfico típico de la ciudad en cada hora y día de la semana

Fuente: Google Maps.

Antes de empezar la toma de datos fue hecha una grabación piloto en la calle Vicent Zaragozá. Esta prueba piloto fue importante pues ayudó a ver las situaciones en el tráfico que podrían pasar durante las grabaciones oficiales, a encontrar el mejor ajuste para la cámara y a tener en cuenta algunos detalles.

Tanto para la prueba piloto como para las otras grabaciones oficiales fue utilizado una cámara Garmin Virb Elite y un trípode Manfrotto 290 light para hacer los vídeos, un grabador para registrar las situaciones percibidas fuera del ámbito de la cámara y un cuaderno para contabilizar la cantidad de bicicletas y otros vehículos en actuaciones diferentes del normal.

Para la grabación, la cámara era puesta en un sitio donde no llamara tanto la atención de los conductores para no incentivar el cambio de comportamiento de los usuarios de la vía. Además, también era importante haber dos puntos fijos delante la cámara, pues esto ayudaría en el análisis de los datos posteriormente. Cuando hubiera semáforos, era interesante registrar los ciclos semafóricos para dejar más completo el estudio.



FIGURA 28 - Cuidados con la puesta de la cámara en la ciclocalle para la toma de datos (Vicent Zaragoza, 75 y 28)

Para las grabaciones oficiales en las ciclocalles seleccionadas fue presentada al departamento de Registro del Ayuntamiento de Valencia una solicitud para la realización de rodajes audiovisuales y reportajes fotográficos que no requieren autorización municipal. Este documento era un tipo de comunicación al Centro de Gestión sobre los motivos de la grabación y donde y cuando sería hecho cada vídeo.

Teniendo en cuenta todo esto, en cada ciclocalle fueron hechos dos vídeos: uno cuantitativo de 1 hora para contabilizar la cantidad de bicicletas y vehículos que pasan por el local en el momento más cargado, y un vídeo cualitativo de 1 hora, lo cual tenía como objetivo registrar conflictos entre ciclistas y conductores no solo en el punto de grabación, pero también en otros puntos cerca de la ciclocalle seleccionada.

Tabla 3 - Información sobre las grabaciones de ciclocalles

FECHA	HORARIO	CICLOCALLE	TIPO	OBSERVACIONES	ESTADO
19/09/2018	7:37	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 70	Prueba Piloto	Habian charcos de agua en la calle	OK
05/12/2018	7:50	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 70	Conteo Oficial	Dueño del bar pide para cambiar la posición de la cámara 2 veces	ANULADA
09/01/2019	7:30	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 70	Conteo Oficial	Camión de limpieza ha pasado en muy baja velocidad limpiando la calle	OK
23/01/2019	10:09	Carrer Quart, 80	Conteo Oficial	-	OK
28/01/2019	10:06	Carrer del Periodista Gil Sumbiela, 56	Conteo Oficial	En 1 hora de grabación ha pasado 2 bicicletas	ANULADA
30/01/2019	9:50	Carrer del Doctor Vila Barberà, 2	Conteo Oficial	A los 38 min de grabación la memoria de la cámara se queda llena y solo ha pasado 2 bicis	ANULADA
31/01/2019	8:41	Carrer de Marva, 3	Conteo Oficial	-	OK
05/02/2019	8:30	Calle de Pedro III El Grande, 34	Conteo Oficial	-	OK
12/02/2019	17:29	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 75	Conteo Oficial	-	OK
18/02/2019	7:35	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 20	Conteo Oficial	La cámara fue puesta muy cerca de la calle	ANULADA
25/02/2019	7:24	Carrer del Doctor Vicent Zaragozá, 28	Conteo Oficial	-	OK

La Tabla 3 muestra que fue necesario, en algunas ciclocalles, hacer nuevas grabaciones, ya que ha pasado situaciones que no se esperaba. En las calles Periodista Gil Sumbiela y Doctor Vila Barberà se nota que han pasado poquísimas bicicletas, solamente 2, y esto no sería suficiente para el estudio. Por lo tanto, esto dos puntos de grabación fueron desconsiderados. Por otro lado, mientras se grababa en la calle del Doctor Vila Barberà fue percibido que en la manzana siguiente (calle de Marva) había una gran

cantidad de bicicletas y que también era una ciclocalle. Por lo tanto, la calle de Marva fue añadida en las ciclocalles seleccionadas para el estudio.

En la Tabla 3 también se nota que en la calle del Doctor Vicent Zaragoza fueron hechas más grabaciones, pero en diferentes sitios. Se decidió hacer esto por haber notado que en esta ciclocalle hay un porcentaje mayor de ciclistas circulando.

3.2.1. CICLOCALLES SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO

Como fue dicho anteriormente, durante la selección de las posibles ciclocalles que serían analizadas en el trabajo, no se conocía el real comportamiento de cada una. Las grabaciones de los videos fueron determinantes para escoger las que atendían a las necesidades del estudio. Abajo, en la figura 29, se puede observar los seis puntos de grabación. A continuación, habrá más detalles sobre cada ciclocalle.

- Punto de grabación A1: Carrer del Doctor Vicent Zaragoza, 70
- Punto de grabación A2: Carrer del Doctor Vicent Zaragoza, 75
- Punto de grabación A3: Carrer del Doctor Vicent Zaragoza, 28
- Punto de grabación B: Carrer Quart, 80
- Punto de grabación C: Carrer de Marva, 3
- Punto de grabación D: Calle Pedro III El Grande, 34

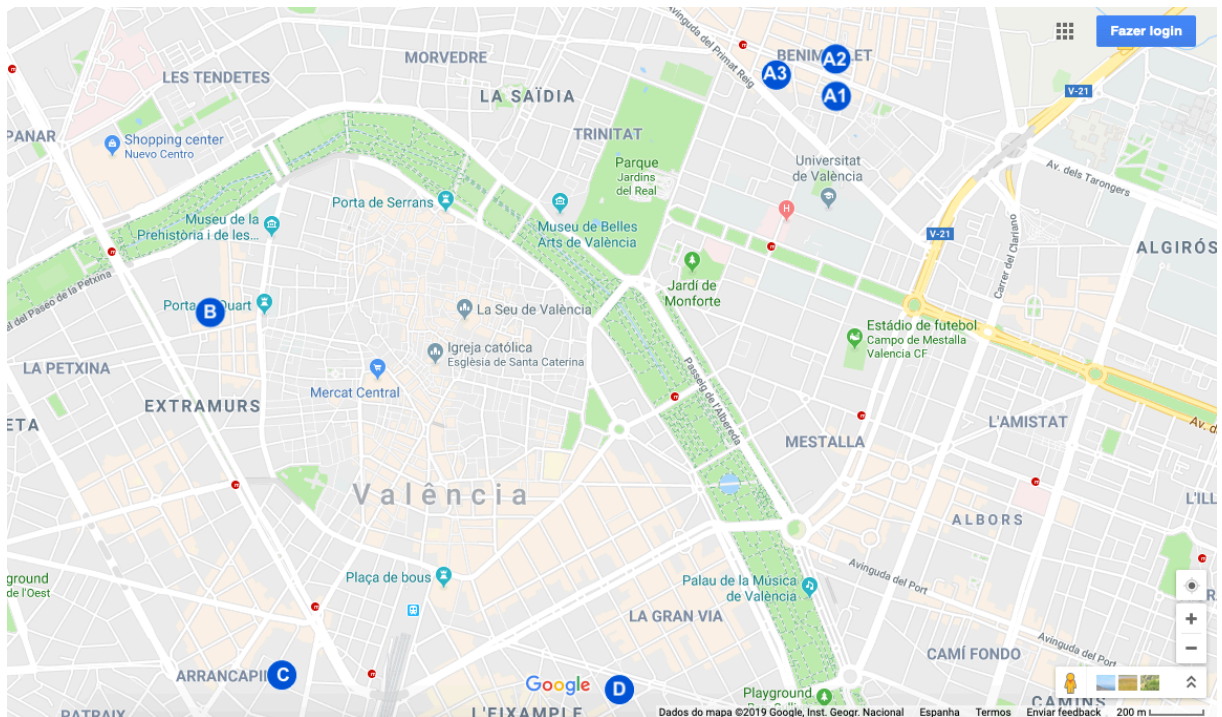


FIGURA 29 - Ubicación de las ciclocalles utilizadas en el estudio

Fuente: Google Maps – adaptado.

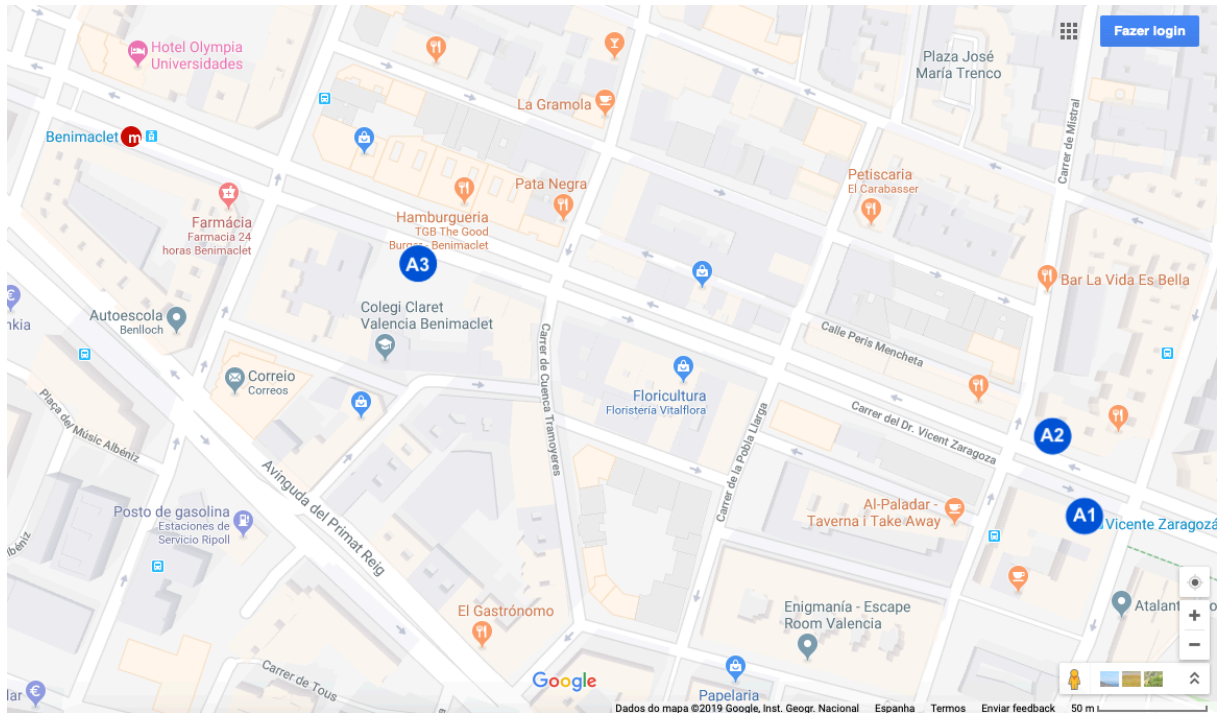


FIGURA 30 - Ubicación de las ciclocalles utilizadas en el estudio - ampliación en Vicent Zaragoza

Fuente: Google Maps – adaptado.

- **VICENT ZARAGOZÁ, 70 (Punto A1)**

En el día 09 de enero de 2019 (miércoles) desde las 07:30 hasta las 08:30 de la mañana fue hecho un video en la Calle del Doctor Vicent Zaragoza, 70 (sentido oeste – este). El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 5 grados Celsius aproximadamente y sin charcos de agua en la calle.



FIGURA 31 - Posición de la cámara (Vicent Zaragoza, 70)

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 16 bicis circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 03 bicis circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 01 patinete eléctrico circulando por la acera.
- 09 patinetes eléctricos circulando por la ciclocalle.
- 15 bicis siguieron en la calle y no utilizaron el carril bici.
- 02 siguieron en la calle y no utilizaron el carril bici.
- 04 ciclistas señalaron con los brazos sus giros a la derecha.
- 01 patín circulando por la ciclocalle.

Fue visto que las bicicletas que siguieron por la calle (no prefiriendo ir por el carril bici al lado) no suelen ser Valenbisi, y la mayoría estaba a velocidades más altas.

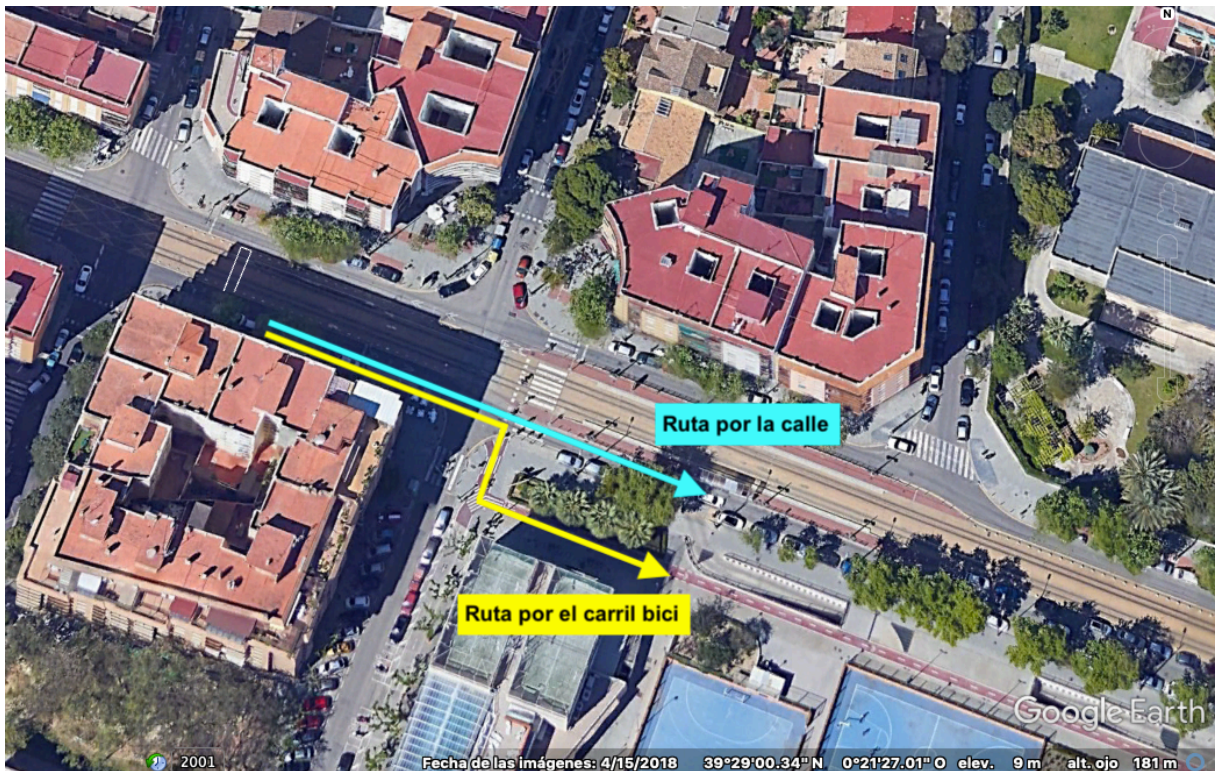


FIGURA 32 – Diferentes rutas hechas por los ciclistas en la calle Vicent Zaragoza

En esta grabación fue visto una situación que no había sido planteada:

- Con 40 minutos de grabación aproximadamente, un camión de limpieza de las calles pasó delante del punto dónde estaba la cámara. Junto de este camión había un hombre que tiraba agua en la acera para limpiarla. He pedido para que saltara donde estaba la cámara y así lo hizo. Pero el camión, por su muy baja velocidad, retuvo los vehículos, generando una drástica disminución de la velocidad de todos. Frente a esto, algunas bicicletas circularon por la acera.

Es importante que no haya charcos de agua en la calle pues esto hace con que los ciclistas disminuyen sus velocidades o circulen por la acera en vez de la calzada.

- **QUART, 80 (Punto B)**

En el día 23 de enero de 2019 (miércoles) desde las 10:09 hasta las 11:09 de la mañana fue hecho un video en la Calle Quart, 80 (delante del Museo del Jardín Botánico). El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 13 grados Celsius aproximadamente y sin charcos de agua en la calle.



FIGURA 33 - Posición de la cámara (Quart, 80)

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 02 bicis circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 03 bicis circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 03 patinetes eléctricos circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico
- 02 bicis giraron a la izquierda (para la iglesia).
- 01 ciclista señaló con los brazos su giro a la izquierda.
- 00 patinetes eléctricos circulando por la ciclocalle.



FIGURA 34 - Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera (Quart, 80)

Solamente dos bicicletas giraron a la izquierda (para la iglesia). Todas las otras siguieron en la calle Quart, aún que la calle ya no siguiera siendo ciclocalle.

Esta ciclocalle se diferencia de las otras porque en el comienzo de la calle (más cerca de las Torres de Quart), el carril es más ancho y la señal de ciclocalle está pintada en el pavimento al lado derecho del carril (Figura 35). Sin embargo, un poco más adelante, la calle se estrecha y la señal de ciclocalle sigue al lado derecho. Se comprende que esto puede explicar porque la mayoría de los ciclistas no circulan en el centro de la calle (como deberían) y sí por la derecha. Esto parece una invitación a los conductores para adelantaren las bicicletas, mismo no habiendo espacio suficiente. Además, pareció peligroso al ciclista ir tan cerca de los coches aparcados debido la apertura de puertas. Esta es una calle donde la rotación de coches aparcados es muy grande.



FIGURA 35 – Señalización horizontal de ciclocalle al lado derecho del carril e interrumpida por la parada de autobús (Quart, 80)

- **MARVA, 3 (Punto C)**

En el día 31 de enero de 2019 (jueves) desde las 08:41 hasta las 09:41 de la mañana fue hecho un video en la Calle de Marva, 3. El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 15 grados Celsius aproximadamente.



FIGURA 36 - Posición de la cámara (Marva, 3)

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 01 bici circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 01 patinete circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 04 patinetes circulando por la ciclocalle.

Durante la grabación, hubo dos bicicletas que no pudieron ser registradas pues un coche había aparcado delante la cámara, tapando la visión sobre los puntos fijos.

Esta ciclocalle se diferencia de las otras porque es una calle con solo un carril, pero un carril más ancho, y esto hace con que los conductores intenten adelantar las bicicletas.

La baja velocidad de los coches la mayoría de las veces ocurre porque ellos quieren entrar en el garaje de aparcamiento público que hay allá.



FIGURA 37 - Posición de la cámara (Marva, 3)

Fue percibido un flujo más grande de bicicleta en esta calle, pues en la Calle de Sant Vicent Màrtir (ortogonal a la Calle de Marva) hay un carril bici, dónde fue visto muchas bicicletas circulando por allá. Este carril bici termina en la intersección con la Calle de Marva. Por lo tanto, muchas bicicletas siguen su camino por la calle de Marva



FIGURA 38 - Término del carril bici de la Calle Sant Vicent Màrtir (figura izquierda) en la intersección con la Calle de Marva (figura derecha)

- **PEDRO III EL GRANDE, 34 (Punto D)**

En el día 05 de febrero de 2019 (martes) desde las 08:30 hasta las 09:30 de la mañana fue hecho un video en la Calle Pedro III El Grande, 34, frente a una escuela. El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 8 grados Celsius aproximadamente.



FIGURA 39 - Posición de la cámara (Pedro III El Grande, 34)

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 02 bicis circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 02 patinetes circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 01 patinete circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 02 patinetes circulando por la ciclocalle.

La cámara fue puesta delante una escuela de niños, por lo tanto, fue visto algunos coches parando al medio de la calle para dejar sus hijos en la escuela.

En total fueron contabilizadas 20 bicicletas, las cuales no parecieron retener el tráfico.



FIGURA 40 - Padres dejando sus niños en la escuela

- **VICENT ZARAGOZÁ, 75 (Punto A2)**

En el día 12 de febrero de 2019 (martes) desde las 17:29 hasta las 18:30 de la tarde fue hecho un video en la Calle del Doctor Vicent Zaragoza, 75 (sentido este – oeste). El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 14 grados Celsius aproximadamente.



FIGURA 41 - Posición de la cámara (Vicent Zaragoza, 75)

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 07 bicis circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 02 bicis circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 01 patinete eléctrico circulando por la acera en el sentido del tráfico.

- 01 patinete eléctrico circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 11 patinetes eléctricos circulando por la ciclocalle.
- 01 bici circulando por el carril de tranvía.
- 03 bicis que adelantaron los coches en el semáforo rojo.
- 03 bicis que señalizaron con las manos sus giros.
- 01 patín circulando por la ciclocalle.
- 43 bicis siguieron en la calle y no giraron a la derecha siguiendo el camino de ciclocalle.

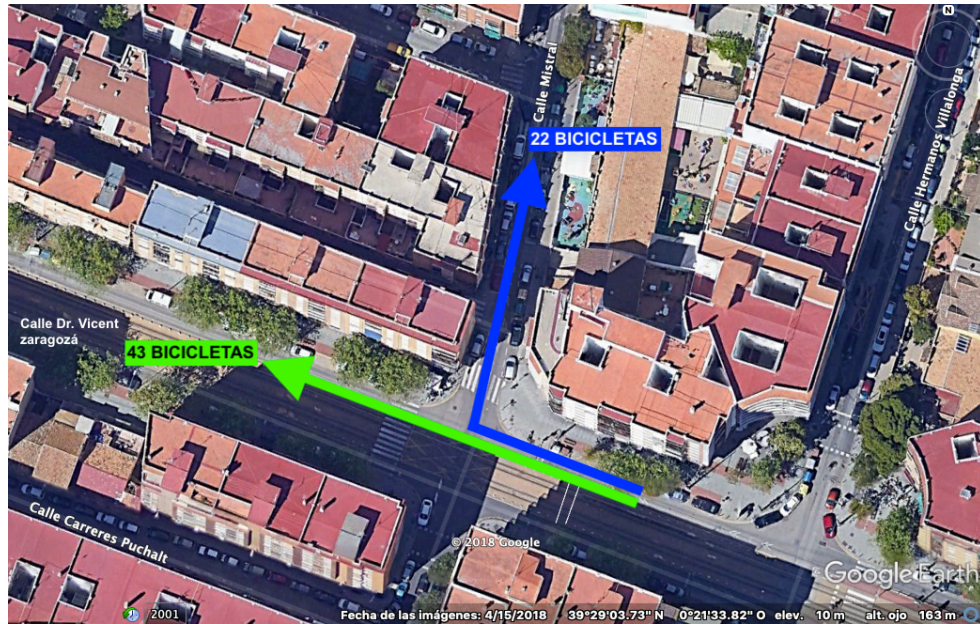


FIGURA 42 - Cantidad de bicicletas que siguieron por la Calle Vicent Zaragoza (verde) y que giraron a la derecha en la Calle de Mistral (azul - continuación de la ciclocalle)



FIGURA 43 - Bicicletas circulando por la acera (Vicent Zaragoza, 75)



FIGURA 44 - Bicicletas paradas detrás de vehículos esperando semáforo rojo (Vicent Zaragoza, 75)

Fue percibido que cuando hay más de una bicicleta circulando próxima de otra bicicleta en la ciclocalle, ellas suelen ir en paralelo, pues a pesar del carril no ser muy ancho, aún hay espacio para dos bicis circularen juntas.

Otra observación es que todas las bicicletas que se quedan delante en la cola no respetaron la fase roja del semáforo. Este tipo de situación puede generar conflictos con los coches que vienen de la calle ortogonal (Carrer de Jaume Esteve Cubells).

También fue visto que no hay sincronización semafórica en este sentido de la Calle Vicent Zaragoza. Esto puede ser una causa por la menor cantidad de coches. Sin embargo, en la calle ortogonal (Carrer de Jaume Esteve Cubells) también hay un gran flujo de vehículos, por lo tanto, quizás los semáforos estén programados para otras preferencias.

- **VICENT ZARAGOZÁ, 28 (Punto A3)**

En el día 25 de febrero de 2019 (lunes) desde las 07:24 hasta las 08:24 de la mañana fue hecho un video en la Calle del Doctor Vicent Zaragoza, 28 (sentido oeste – este), a algunas manzanas más atrás donde fueron hechos los videos anteriormente. El cielo estaba limpio y con sol, con temperatura de 6 grados Celsius aproximadamente.



FIGURA 45 - Ubicación de la cámara (Vicent Zaragoza, 28)

La ubicación de la cámara estaba cerca de la estación de metro Benimaclet y cruzando la calle, en la esquina, había una estación de Valenbisi.

Durante el conteo fueron percibidas algunas situaciones:

- 01 bici circulando por la acera en el sentido del tráfico.
- 02 patinetes eléctricos circulando por la acera en el sentido contrario del tráfico.
- 10 patinetes eléctricos circulando por la ciclocalle.
- 03 bicis circulando por el carril de tranvía.



FIGURA 46 - Bicicleta circulando por la acera (Vicent Zaragoza, 28)

Se pudo notar que había muchas bicicletas circulando en el otro carril de calle que no es ciclocalle (sentido opuesto a lo sentido analizado).

Algunos coches pararon al medio de la calle para dejar los niños en la escuela. Esto hizo con que una bici fuera para el carril de tranvía para adelantar los coches parados.

3.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Después de las grabaciones hechas fue el momento de transferir todos los datos de los vídeos para una plantilla de Excel y así poder hacer el análisis de cada ciclocalle. Para esto fue utilizado el software Kinovea, lo cual permite ver con más precisión los tiempos de cada vehículo que ha pasado en la calle. Al utilizar este programa fueron hechas dos marcaciones en los puntos fijos de las ciclocalles para facilitar la visualización del momento en que cada vehículo pasa por ellos. En una plantilla fueron apuntados los tiempos iniciales y finales de todos los vehículos, o sea, cuando los vehículos pasaron por la primera y la segunda marcación.

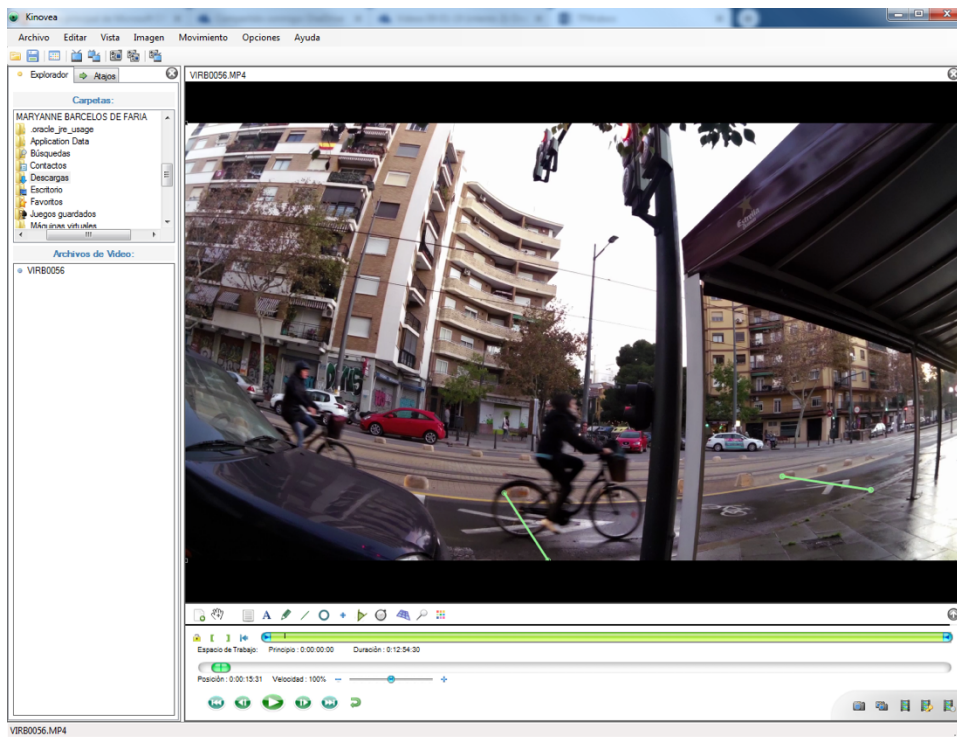


FIGURA 47 - Marcaciones (puntos fijos) para determinar el tiempo inicial y final de cada vehículo en la ciclocalle (Vicent Zaragoza, 70)

Fuente: Kinovea – adaptado.

Con la ayuda del Google Earth fue posible medir la distancia entre las marcaciones. Por lo tanto, teniendo el tiempo inicial y final en que cada vehículo pasa por las marcaciones y conociendo la distancia entre los puntos fijos fue posible calcular la velocidad media de cada vehículo.

Para facilitar el análisis de los vídeos también fue hecha una macro en el Excel, la cual integra los datos de la circulación de los vehículos con las velocidades calculadas, convirtiendo los datos provenientes de los vídeos en diferentes diagramas:

- Diagramas de espacio-tiempo, los cuales permiten observar la evolución en espacio y tiempo de cada uno de los vehículos (coches, bicicletas y otros) de acuerdo con el ciclo semafórico de cada ciclocalle. A través de este diagrama se puede ver cuando hay colas en el tráfico y como se distribuyen los vehículos durante el horario de grabación (Figura 48).
- Diagramas de intervalo-velocidad anterior y posterior, ayudan a identificar que tipo de usuario se encuentra delante o detrás de cada vehículo, además del intervalo de tiempo entre ellos. A través de estos diagramas se puede identificar algunas situaciones de peligro en el tráfico (Figura 49).
- Diagramas de percentil-intervalo anterior y posterior dan más detalles sobre el comportamiento de los conductores y ciclistas mediante el intervalo que guardan frente al usuario delante o detrás. Y debido estar en percentil permite la comparación con otras ciclocalles (Figura 50).
- Diagramas de percentil-velocidad, permiten visualizar la velocidad media de los conductores y ciclistas y la diferencia entre ellos (Figura 51).
- Diagramas de Velocidad Grupos enseña la cantidad de grupos, el tamaño y la velocidad de cada grupo de usuarios que están en cola (Figura 52).

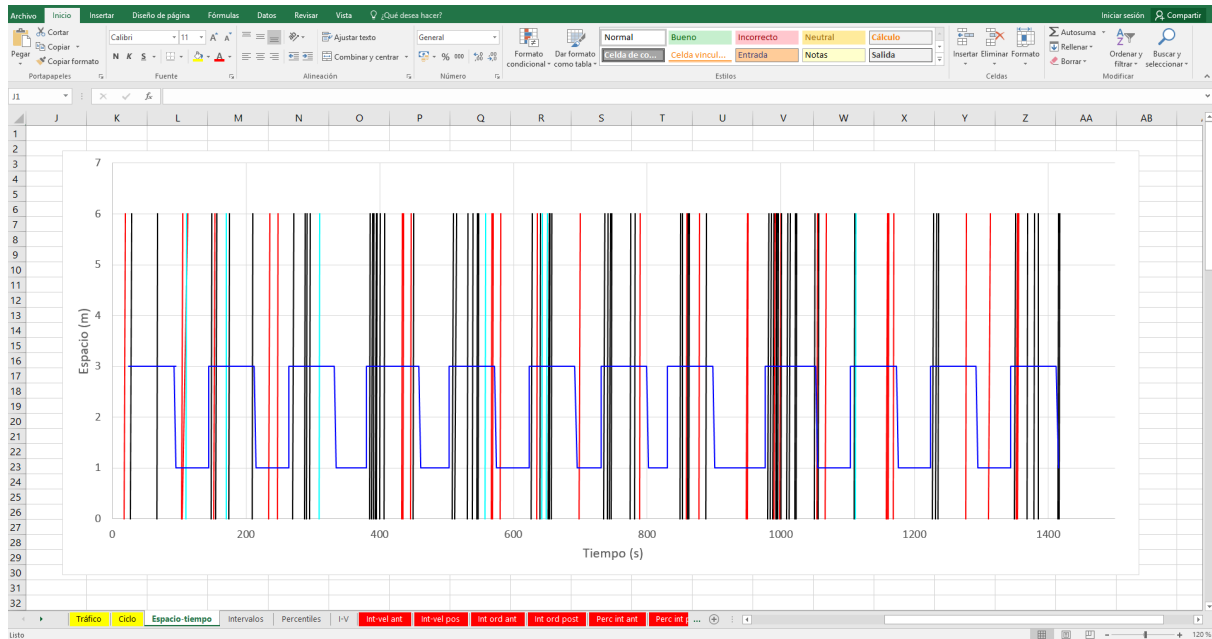
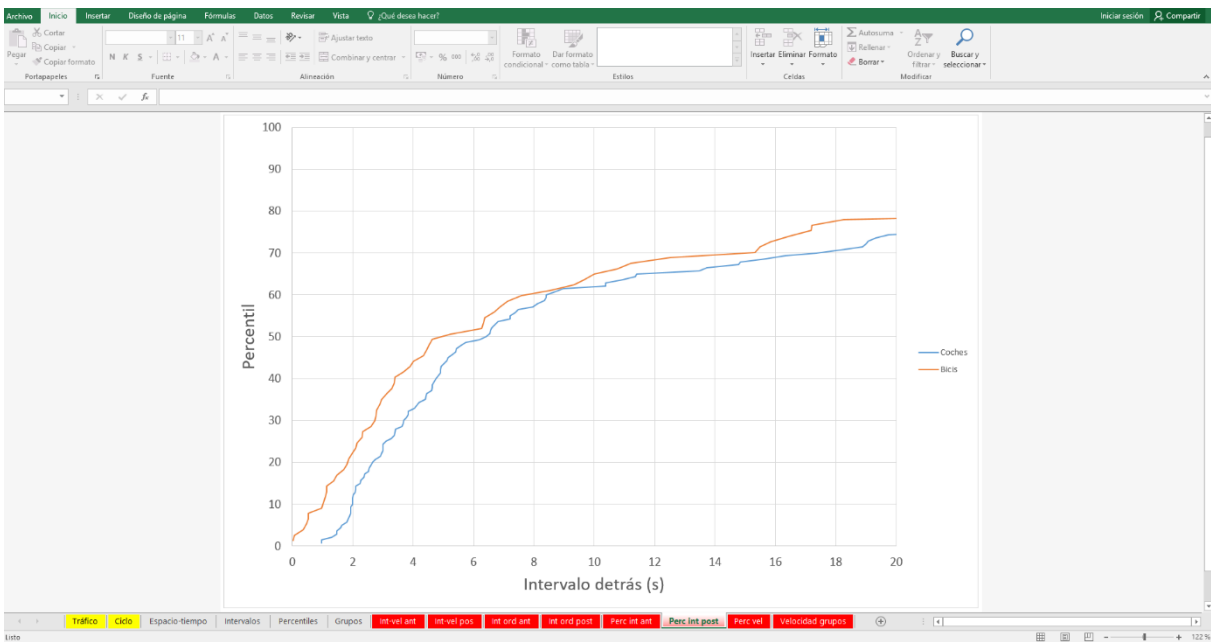
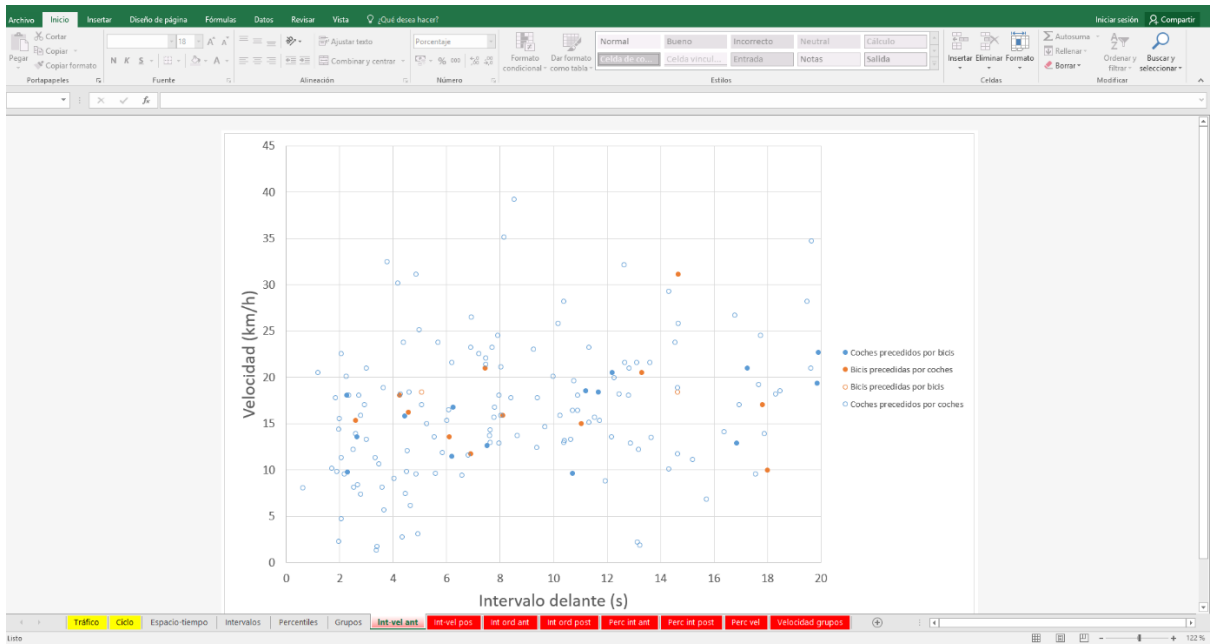


FIGURA 48 - Diagrama de espacio-tiempo (Vicent Zaragoza, 75)



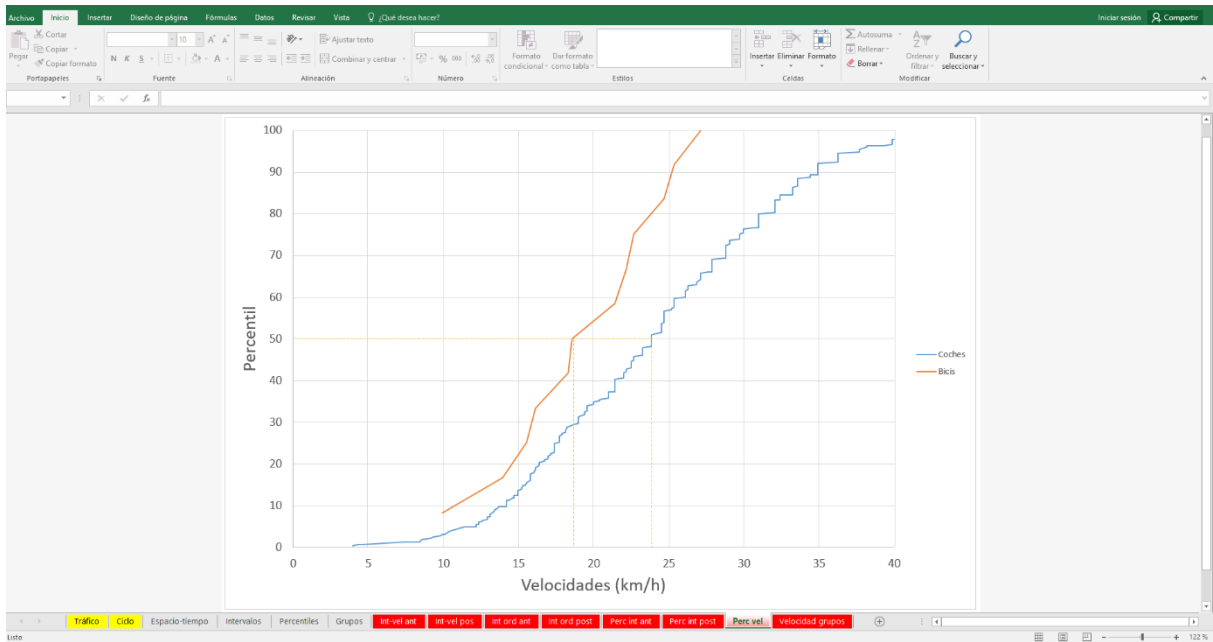


FIGURA 51 - Diagrama de percentil-velocidad (Marva, 3)

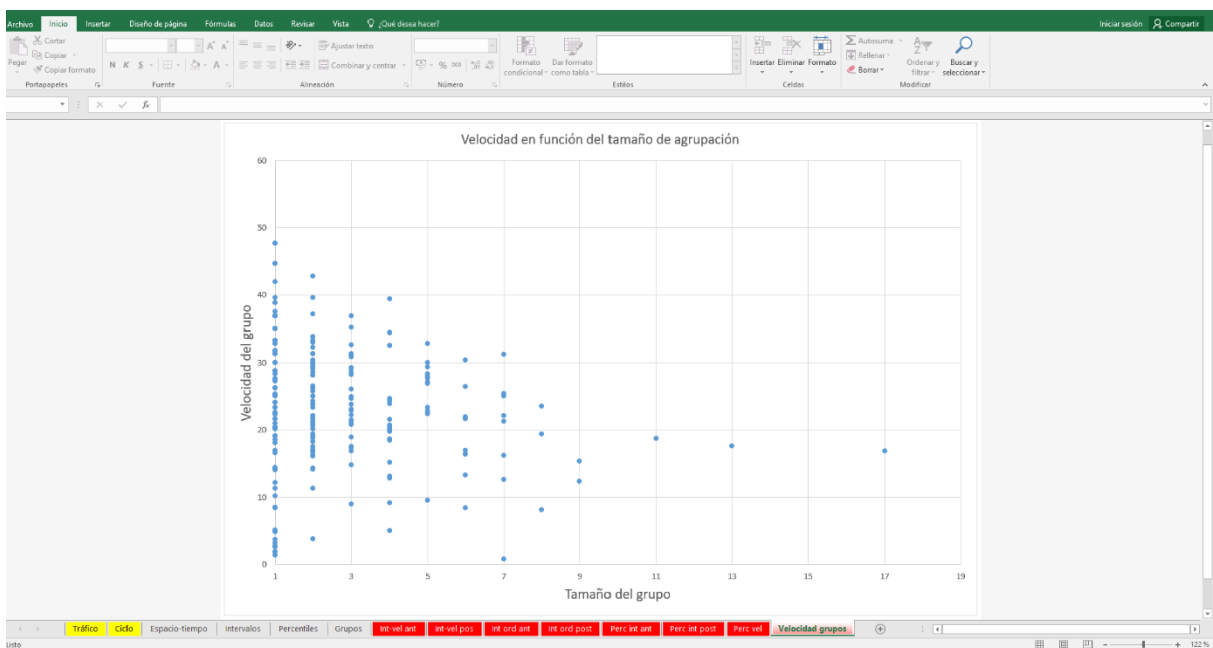


FIGURA 52 - Diagrama de Velocidad Grupos (Quart, 80)

Además de toda información proveniente de los diagramas, durante las grabaciones también fue contabilizada la cantidad de ciclistas y patinetes que circulaban por la acera, situación la cual no era posible registrar con la cámara.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este apartado se presenta todos los datos obtenidos durante los análisis de las ciclocalles.

4.1. REPARTO MODAL

En la tabla de abajo (Tabla 4) se tiene la discriminación de la cantidad de vehículos que fueron contabilizados en cada ciclocalle, así como su reparto modal. Dentro del grupo nombrado “Coches” están todos los vehículos a motor, no solo coches, pero también motocicletas, camiones, furgonetas y autobuses. Ya en el grupo “Bicis” están las bicicletas convencionales y también las bicicletas eléctricas. Por último, en el grupo “Otros” están los patines eléctricos.

Tabla 4 - Cantidad de vehículos de las ciclocalles

CICLOCALLE	COCHES		BICIS		OTROS		TOTAL		TIEMPO DE GRABACIÓN
	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	
Vicent Zaragoza, 70	212	71%	75	25%	11	4%	298	100%	1 hora
Quart, 80	582	96%	25	4%	0	0%	607	100%	1 hora
Marva, 3	358	96%	12	3%	4	1%	374	100%	1 hora
Pedro III El Grande, 34	197	90%	20	9%	2	1%	219	100%	1 hora
Vicent Zaragoza, 75	156	67%	65	28%	11	5%	232	100%	1 hora
Vicent Zaragoza, 28	142	62%	78	34%	9	4%	229	100%	1 hora

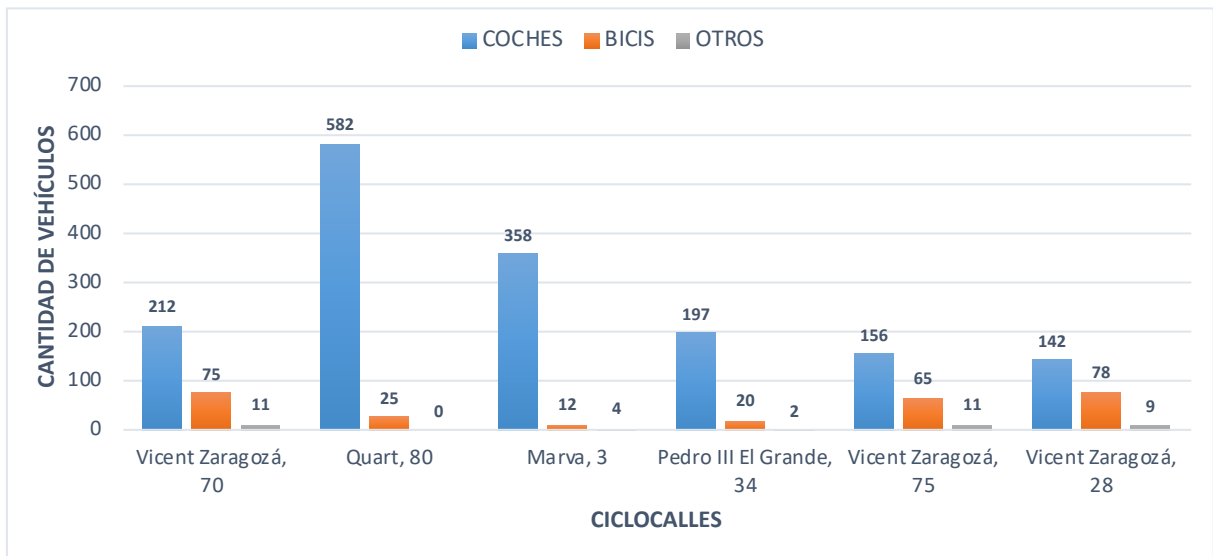


FIGURA 53 - Reparto modal de las ciclocalles

Se nota que la calle Vicent Zaragoza, considerando los tres puntos de grabación, es la ciclocalle que presenta el mayor porcentaje de bicicletas frente a las otras ciclocalles estudiadas. Vicent Zaragoza 28, es el sitio que presenta el mayor porcentaje de ciclistas y tiene 11 veces más bicicletas que la calle Marva 3, que por su vez presenta el menor porcentaje de bicicletas entre sus usuarios. En los tres puntos de grabación de la calle Vicent Zaragoza fue calculado el mayor porcentaje de patinetes eléctricos circulando por la calzada. Sin embargo, el porcentaje de patinetes es de seis a ocho veces menor que el porcentaje de bicicletas en la misma calle.

La Tabla 4 enseña la diferencia de casi 10% en el porcentaje de bicicletas y coches entre los puntos de grabación del sentido oeste – este (Vicent Zaragoza 70 y Vicent Zaragoza 28). Pero, al observar la columna de cantidad de estos dos sitios, se percibe que la cantidad de ciclistas sigue casi la misma, hubo hasta un aumento. Por otro lado, lo que promueve el cambio en los porcentajes de los modales es la

cantidad de coche. O sea, desde el número 28 de la ciclocalle Vicent Zaragoza hasta el numero 70 hay un incremento de vehículos motorizados.

Mientras esto, en el sentido opuesto de la calle (este – oeste) está el punto de grabación A2 (Vicent Zaragoza, 75). Se percibe que en este punto es donde menos hubo bicicletas circulando, comparando con los otros dos puntos del sentido contrario.

Ya la calle Quart 80 es la que tiene la mayor cantidad de vehículos, casi el doble de vehículos comparando con la segunda calle con más vehículos (Marva 3). A pesar de la gran cantidad de vehículos, Quart 80 presenta un bajo porcentaje de ciclistas entre sus usuarios, pareciendo con la situación de la calle Marva 3. Se nota que no fue contabilizado ningún patinete eléctrico circulando por la calle Quart 80.

Por otro lado, Pedro III El Grande 34 es la calle que presenta la menor cantidad de vehículos, pero sin mucha diferencia con Vicent Zaragoza 28. Sin embargo, el porcentaje de bicicletas que circulan por allá equivale a casi un cuarto del porcentaje de bicis contabilizadas en Vicent Zaragoza 28.

Intentando comprender la diferencia en el reparto modal de cada ciclocalle algunas consideraciones fueron tomadas en cuenta.

La calle Vicent Zaragoza, en los tres puntos de grabación, es considerada una ruta muy importante para el acceso a las universidades en Valencia. Por lo tanto, la mayor cantidad de ciclistas por allá puede ser debido a este polo de atracción. Además de esto, en las calles cerca de Vicent Zaragoza no hay otros tipos de infraestructura ciclista, tornando así la ciclocalle como la mejor ruta para los ciclistas.

Ya en la calle Quart 80, fueran vistas muchas bicicletas circulando por el carril bici en la Calle de Guillem de Castro (calle ortogonal a la calle Quart).

En la calle Marva 3 el alto flujo de coches se da debido al aparcamiento público que hay allá. Por otro lado, fueron vistos muchos ciclistas circulando por el carril bici de la Calle de Sant Vicent Màrtir (calle ortogonal a la calle de Marva).

Por último, en la calle Pedro III El Grande había una escuela, la cual podría ser un punto de atracción. Allá fue visto que la mayoría de los padres dejaron sus niños en coche o caminando.

O sea, se nota que cuando hay alguna infraestructura ciclista separada de los vehículos a motor, los ciclistas tienden a escoger estos caminos.

4.2. VELOCIDAD MEDIA

Utilizando los diagramas de percentil – velocidad fue posible obtener la velocidad media de cada una de las ciclocalles estudiadas. A través de la velocidad media es posible tener una idea sobre la funcionalidad de la calle.

Tabla 5 - Velocidad media en las ciclocalles

CICLOCALLE	VELOCIDAD MEDIA (km/h)	
	BICIS + OTROS	COCHES
Vicent Zaragoza, 70	17,5	18
Quart, 80	18	23
Marva, 3	19	24
Pedro III El Grande, 34	17	17
Vicent Zaragoza, 75	16	18
Vicent Zaragoza, 28	19	26

A fin de no desconsiderar los patinetes eléctricos del estudio, ya que ellos también participan del tráfico, los datos de las bicicletas fueron agrupados con los datos de los patinetes eléctricos (“Otros”), pues ambos presentan velocidades parecidas y también son usuarios vulnerables.

En la Tabla 5 se nota que en todas las ciclocalles los conductores desarrollan velocidades medias superiores o iguales a las velocidades de los ciclistas. Sin embargo, en todas las ciclocalles las velocidades entre bicicletas son muy parecidas, habiendo una diferencia de al máximo 3 km/h entre Vicent Zaragoza 75 (ciclocalle con menor velocidad media de bicicletas) y Marva 3 (ciclocalle con mayor velocidad media de bicicletas).

Cuando la velocidad media de los coches y bicicletas son parecidas esto indica que las bicicletas pueden estar afectando el tráfico debido su baja velocidad.

Además de esto, la presencia de bicicletas no es el único factor que influencia en la velocidad media de los usuarios de la calle. Fue visto que la intensidad vehicular (Tabla 6) es muy diferente entre las ciclocalles y esto tiene una gran influencia sobre los resultados. Es decir, la mayor cantidad de vehículos también es un condicionante para la menor velocidad en el tráfico.

Tabla 6 - Intensidad vehicular

CICLOCALLE	INTENSIDAD HORARIA		
	DE COCHES	DE BICIS + OTROS	TOTAL
Vicent Zaragoza, 70	212 co/h	86 bic/h	298 veh/h
Quart, 80	582 co/h	25 bic/h	607 veh/h
Marva, 3	358 co/h	16 bic/h	374 veh/h
Pedro III El Grande, 34	197 co/h	22 bic/h	219 veh/h
Vicent Zaragoza, 75	156 co/h	76 bic/h	232 veh/h
Vicent Zaragoza, 28	142 co/h	87 bic/h	229 veh/h

Se percibe que en las calles Vicent Zaragoza 70, Pedro III El Grande 34 y Vicent Zaragoza 75 los coches presentan velocidades medias muy parecidas con las bicicletas y patinetes eléctricos, a pesar de sus bajas intensidades vehiculares.

Contrastando las calles Quart 80 y Marva 3 con la calle Vicent Zaragoza 28 se nota que tanto los coches cuanto las bicicletas y los patinetes eléctricos presentan altas velocidades medias. Sin embargo, Quart 80 y Marva 3 son las calles con mayor intensidad vehicular y menor intensidad de bicicletas + patinetes

eléctricos (Tabla 6). Mientras esto, Vicent Zaragoza 28 es la segunda calle con menor intensidad vehicular, pero con la mayor intensidad de bicicletas + patinetes eléctricos.

A continuación están los diagramas de Percentil – Velocidad, los cuales permiten ver la distribución de las velocidades de los conductores y de los ciclistas en cada una de las ciclocalles. Es posible percibir que en tres de los seis diagramas abajo la velocidad media de los coches aumenta mucho comparando con la velocidad de las bicicletas. Es decir, la línea de coches (azul) tiene mayor inclinación que la línea de bicicletas (naranja). En esta situación están las calles Quart 80 (Figura 55), Marva 3 (Figura 56) y Vicent Zaragoza 28 (Figura 59). Ya en las otras tres ciclocalles esto no se pasa.

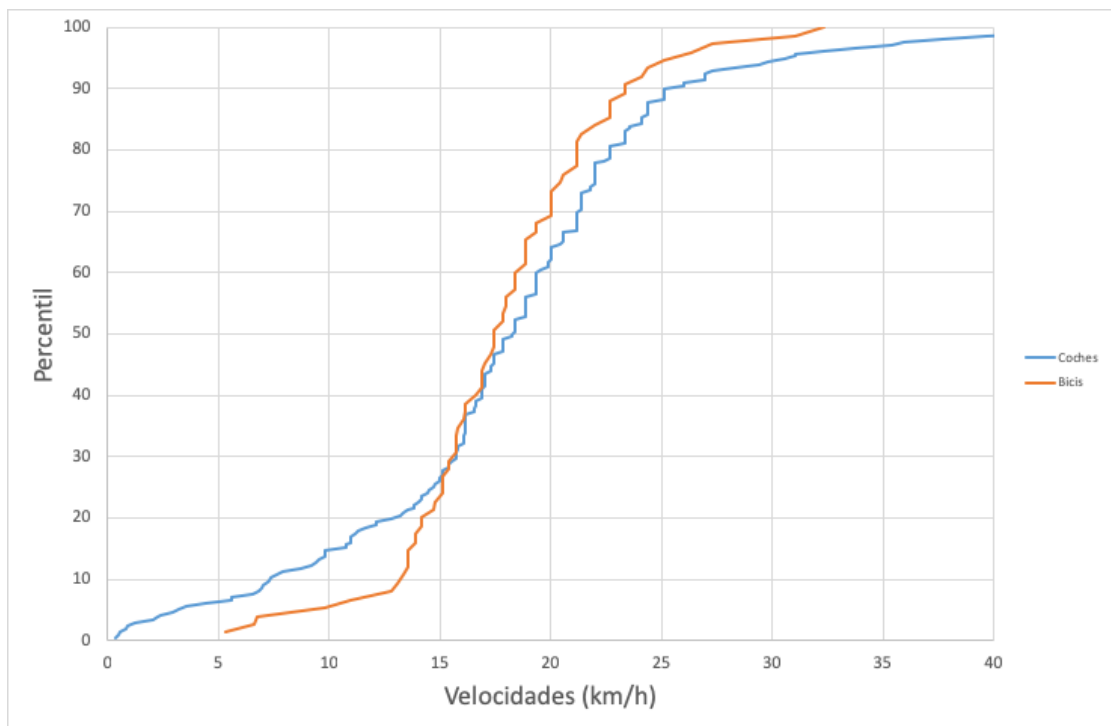


FIGURA 54 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 70)

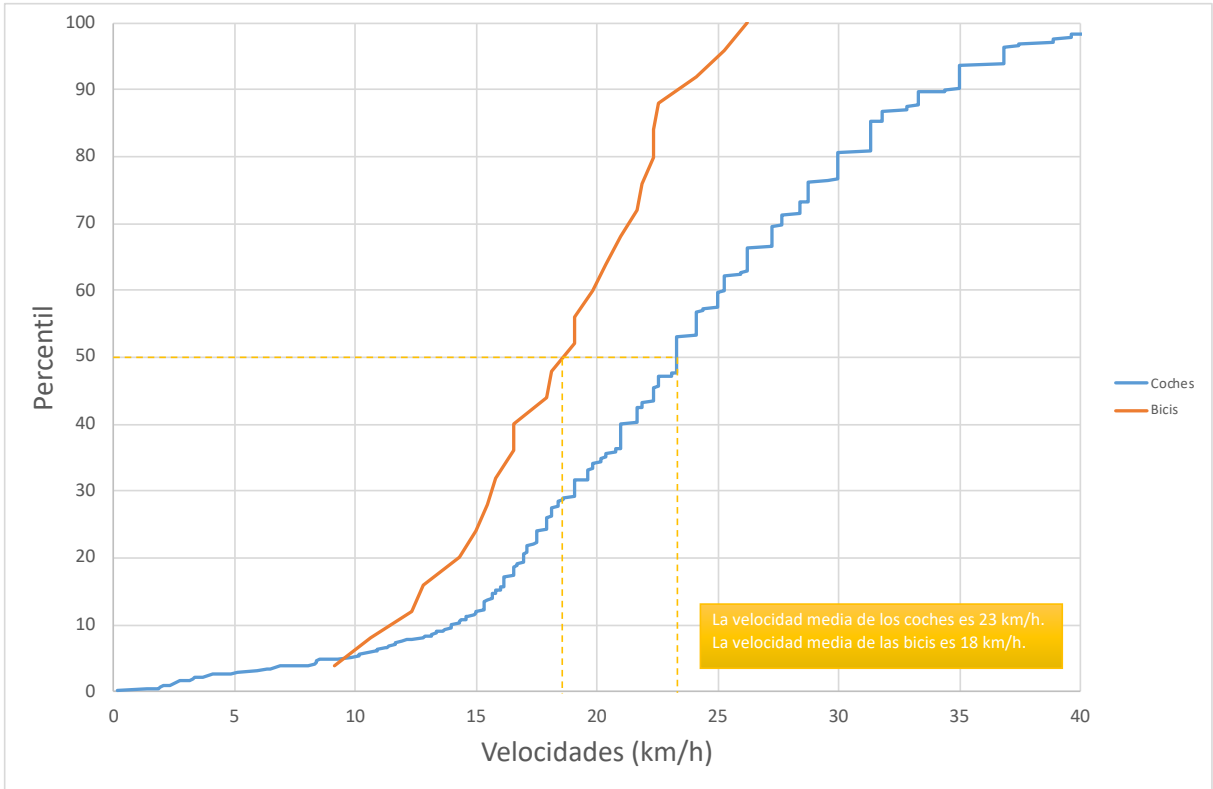


FIGURA 55 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Quart, 80)

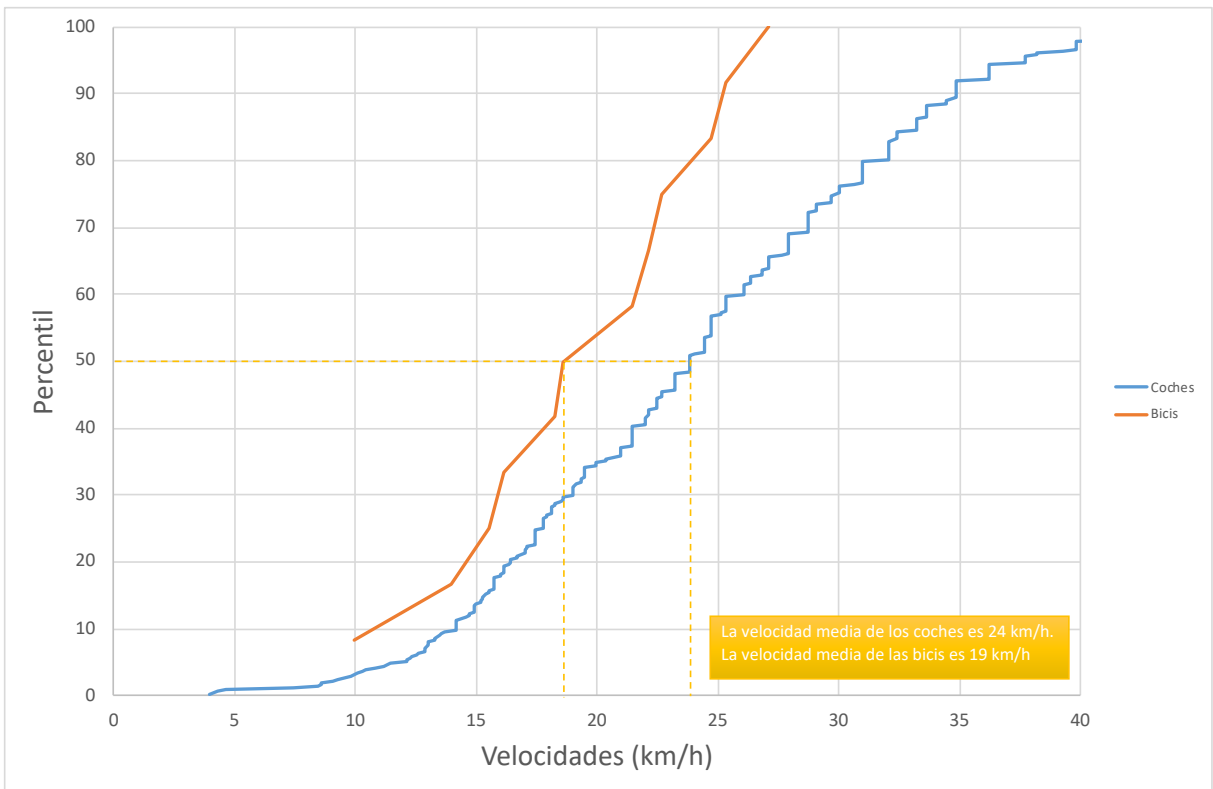


FIGURA 56 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle de Marva, 3)

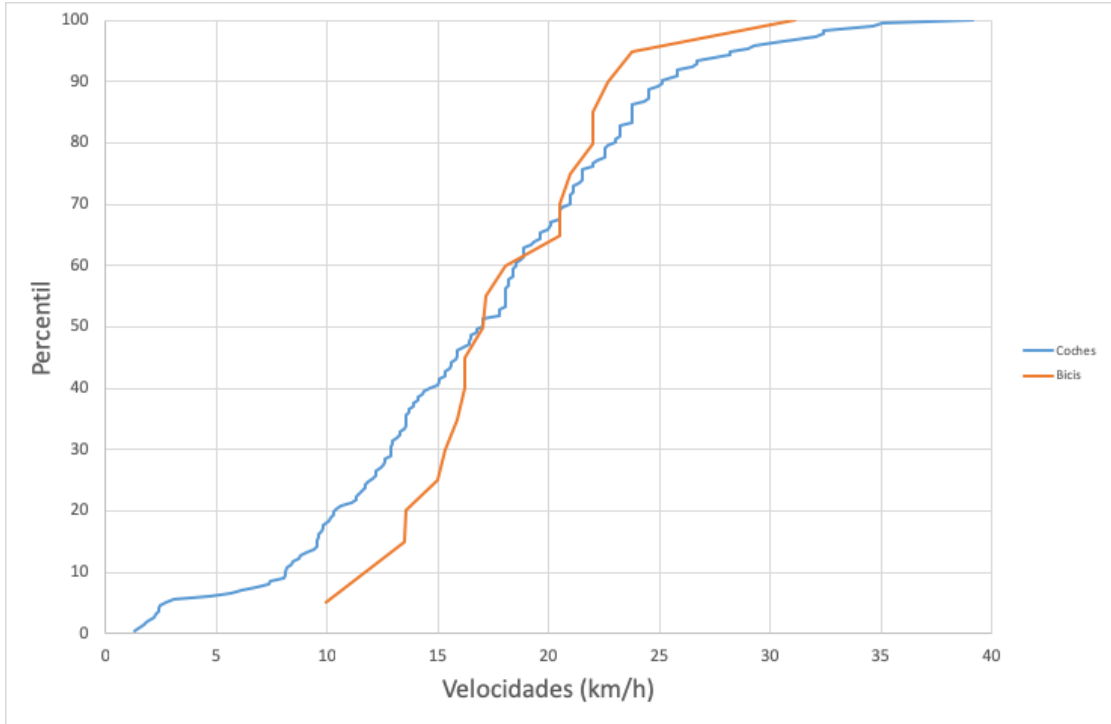


FIGURA 57 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Pedro III El Grande, 34)

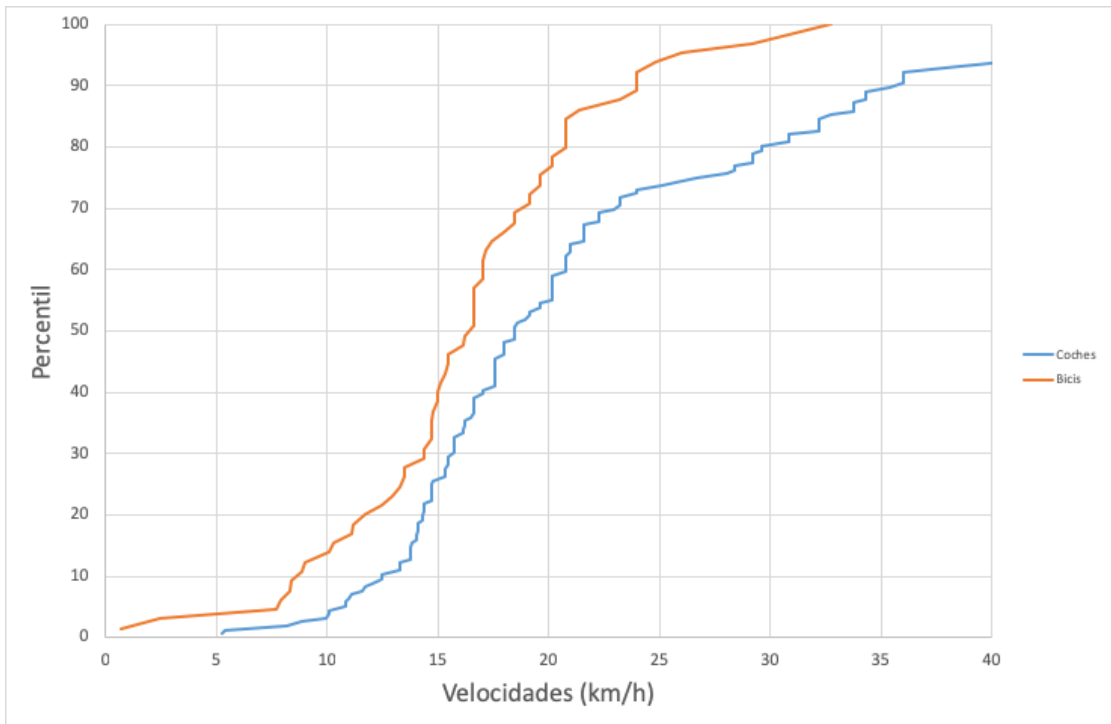


FIGURA 58 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 75)

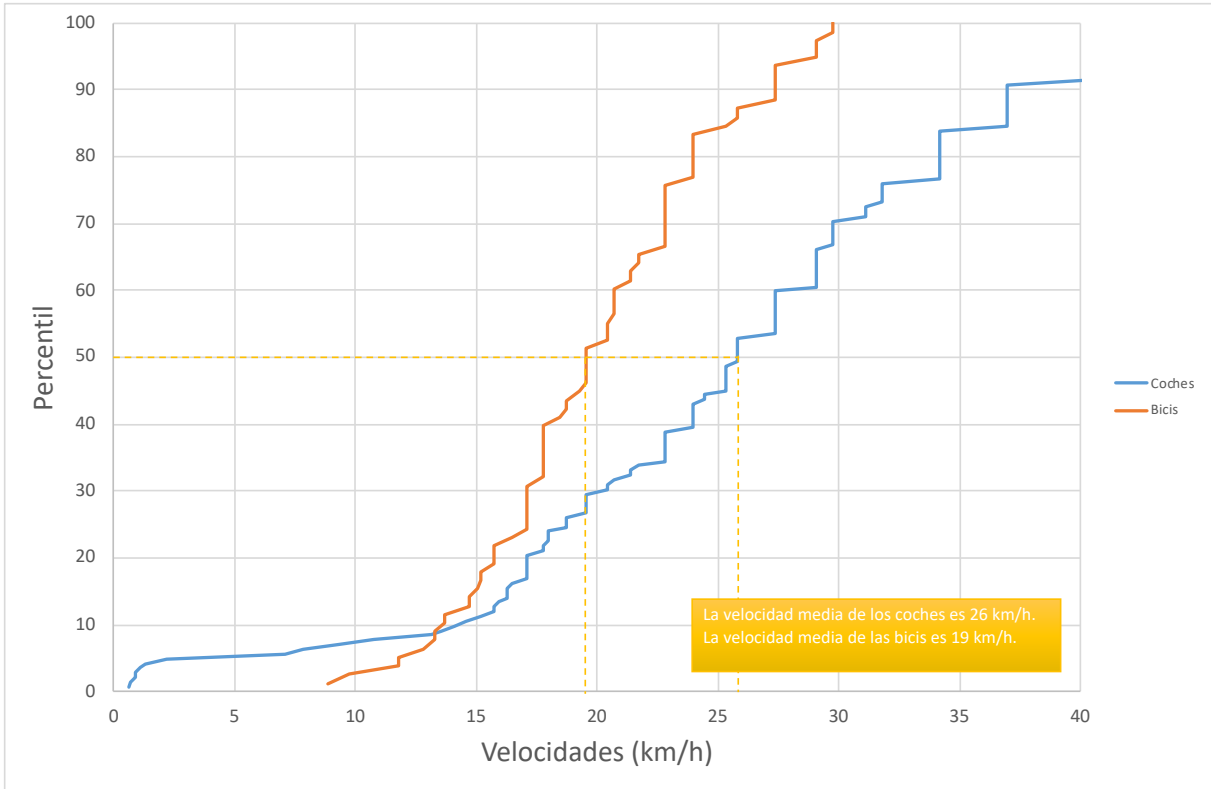


FIGURA 59 - Diagrama de Percentil - Velocidad (Calle Vicent Zaragoza, 28)

4.3. RETENCIÓN DEL TRÁFICO

De acuerdo con el Orden FOM/273/2016 de 19 de febrero, por la que se aprobó la norma 3-1 IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, todos los usuarios de la vía deben mantener una distancia de seguridad para detener el vehículo a tiempo ante una emergencia. Esta distancia de seguridad, también llamada de distancia de parada, es determinada de acuerdo con la velocidad de circulación del vehículo, el coeficiente de rozamiento longitudinal, la inclinación de la rasante y el tiempo de percepción y reacción del conductor.

Ecuación 1 - Distancia de parada

$$Dp = \frac{V \cdot tp}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (fl + i)}$$

Fuente: Norma 3-1 IC “Trazado” (Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero).

La normativa determina que el tiempo medio que un conductor lleva para percibir y reaccionar frente a una situación inesperada es de 2 segundos. Por lo tanto, vehículos que guardan menos de 2 segundos de intervalo con el usuario delante se encuentran en situación de peligro, pues pueden no tener tiempo suficiente para reaccionar caso pase algo.

Otra situación importante para considerar es la densidad vehicular en las calles. Cuando la densidad es pequeña, o sea, cuando hay pocos vehículos circulando, ellos pueden circular muy separados y llevar la velocidad que quisiera sin que ningún otro vehículo les interfiera. Por lo tanto, para que los vehículos

puedan circular a la velocidad deseada (respectando la máxima permitida) es necesario haber un intervalo mínimo con el vehículo precedente. El *Highway Capacity Manual* 6.0 de 2016, en su capítulo 15, determina un coeficiente PTSF (*Percent Time-Spent Following*) que simboliza la libertad de maniobra y confort del viaje. El PTSF representa el porcentaje aproximado de vehículos que viajan en pelotones. Para calcular este coeficiente es necesario conocer el porcentaje promedio del tiempo que los vehículos viajan en pelotones detrás de vehículos más lentos debido a la incapacidad de adelantamiento. Esta es una característica difícil de medir y, por lo tanto, este manual sugiere considerar que los vehículos que viajan en espacios de menos de 3,0 segundos se encuentran retenidos por el usuario anterior.

Se sabe que debido a la velocidad más baja de las bicicletas ellas pueden ser responsables por la retención del tráfico en vías de un solo carril donde no hay espacio para adelantamientos. Pero ni siempre son los ciclistas los responsables por esto. A continuación habrá un análisis sobre la retención del tráfico en todas las ciclocalles estudiadas.

Tabla 7 - Retención del tráfico por bicicletas

CICLOCALLE	BICIS + OTROS RETENIENDO EL TRÁFICO		TRÁFICO RETENIDO POR BICIS + OTROS	
	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje
Vicent Zaragoza, 70	17	20%	38	13%
Quart, 80	12	48%	18	3%
Marva, 3	9	56%	12	3%
Pedro III El Grande, 34	2	9%	2	1%
Vicent Zaragoza, 75	6	8%	9	4%
Vicent Zaragoza, 28	10	11%	19	8%

En las tablas 7 y 8 se puede observar dos diferentes aspectos sobre la retención del tráfico: la cantidad de vehículos (coches, bicicletas o patinetes eléctricos) que afectan el flujo libre de los usuarios de la vía y la cantidad de usuarios retenidos por estos vehículos. El intervalo de 3,0 segundos fue fundamental para tal análisis, siendo:

- Intervalo posterior menor a 3,0 segundos: el vehículo retiene el tráfico – pues el usuario detrás no desarrolla la velocidad que quiere.
- Intervalo posterior igual o mayor a 3,0 segundos: el vehículo no retiene el tráfico – pues el usuario detrás circula a la velocidad que desea.

El mismo parámetro fue utilizado para calcular la cantidad de tráfico, tomando las siguientes consideraciones:

- Intervalo anterior menor a 3,0 segundos: usuario está en cola.
- Intervalo anterior igual o mayor a 3,0 segundos: usuario circulando libremente.

Para este análisis el grupo “Otros” (los patinetes eléctricos) fueron incorporados como si fueran bicicletas debido a su menor velocidad frente a los vehículos a motor y el espacio que ocupa en la calzada, ya que aún no tienen una reglamentación específica.

Analizando la Tabla 7 se nota que Vicent Zaragoza 70 y 28 son los sitios con mayor porcentaje de tráfico retenido por bicicletas y patinetes eléctricos, pero aun así con un porcentaje pequeño, 13% o menos.

Por otro lado, Pedro III El Grande 34 es la calle que menos tiene tráfico retenido por ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos. En otras palabras, en esta calle 99% del tráfico circula con un intervalo anterior igual o mayor a 3 segundos frente una bicicleta o patinete eléctrico.

Ya en Quart 80, Marva 3 y Vicent Zaragoza 75, el sentido contrario (este – oeste) de los otros dos puntos de grabación en Vicent Zaragoza, el porcentaje de tráfico retenido por ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos son muy parecidos entre 3% y 4%.

Las ciclocalles Marva 3 y Quart 80 son las calles que presentan los mayores porcentajes de “bicis + otros” reteniendo el tráfico. Comparando este dato con la intensidad ciclista (bicicletas + patinetes eléctricos) de cada una de estas calles se nota que ambas tienen un pequeño número de bicicletas y patinetes eléctricos. Frente a esto se puede inferir que los ciclistas no suelen circular en paralelo en estas calles. Pues cuando hay bicicletas circulando en paralelo se considera que un ciclista no retiene otro ciclista, ya que debido a la anchura del carril ellos pueden adelantar uno a los otros. Por otro lado, si los ciclistas circulan individualmente, una sola bicicleta impactará el tráfico de la misma forma si hubiera dos ciclistas circulando juntos, por ejemplo.

Tabla 8 - Retención del tráfico por coches

CICLOCALLE	COCHES RETENIENDO EL TRÁFICO		TRÁFICO RETENIDO POR COCHES	
	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje
Vicent Zaragoza, 70	37	17%	80	27%
Quart, 80	122	21%	185	30%
Marva, 3	60	17%	75	20%
Pedro III El Grande, 34	21	11%	24	11%
Vicent Zaragoza, 75	31	20%	46	20%
Vicent Zaragoza, 28	19	13%	26	11%

A fin de intentar establecer un parámetro para el análisis de los porcentajes de retención del tráfico por los ciclistas, o sea para saber si este porcentaje podría ser considerado alto o no, fue hecho un análisis separado para los coches. A pesar del hecho que los coches pueden desarrollar una velocidad mayor que las bicicletas, ellos también pueden retener el tráfico con sus bajas velocidades o debido a otras situaciones que pasan en el tráfico. La Tabla 8 enseña el porcentaje que los coches (vehículos a motor) retienen en el tráfico de las ciclocalles estudiadas.

Se nota que en todas las calles el porcentaje de tráfico retenido por coches (Tabla 8) es mucho más alto que el porcentaje de tráfico retenido por bicicletas (Tabla 7), siendo que en la calle Vicent Zaragoza 70 los coches retienen más del doble de veces el tráfico que las bicicletas y patinetes eléctricos. En la calle Quart 80 las bicis y patinetes eléctricos retienen 10 veces menos que los coches. En la calle Marva 3 la retención del tráfico por los coches es casi 7 veces mayor que la retención del tráfico por bicicletas y patinetes eléctricos. Ya en la calle Pedro III El Grande 34 los conductores interfieren 11 veces más en el tráfico que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos. Vicent Zaragoza 75 muestra que los coches retienen cinco veces más el tráfico que las bicicletas y patinetes eléctricos. Por último, en Vicent Zaragoza 28 coches y “bicis + otros” retienen casi el mismo porcentaje, con 11% y 8% del tráfico retenido respectivamente. La mayor retención del tráfico por coches está relacionada con la mayor cantidad de coches, pero no se encuentra proporcionalidad entre los valores.

Como fue explicado anteriormente, la velocidad media de una calle está relacionada no solo con la presencia de bicicletas, pero también con la intensidad de vehículos. La baja velocidad puede ser un factor para considerar en el análisis de la retención del tráfico. Es decir, la diferencia de velocidades entre coches y bicicletas puede generar la retención.

A pesar del hecho que los ciclistas pueden retener el tráfico debido su baja velocidad, se nota en la Tabla 8 que los coches ejercen un papel mucho mayor en este aspecto, disminuyendo la funcionalidad de la vía. Durante las grabaciones fueron vistas algunas situaciones que identifican la baja velocidad de los coches y, consecuentemente, la posible retención del tráfico por coches:

- Coches buscando aparcamiento
- Coches parando para dejar los niños en la escuela
- Coches parando para el paso peatonal
- Coches disminuyendo la velocidad para girar

Otro punto importante es que diferentemente de los conductores, se ha observado varias veces que ante un semáforo rojo es más probable que los ciclistas pasen en rojo. Por lo tanto, frente a la fase roja del semáforo los conductores disminuyen sus velocidades para parar y después llevan más tiempo para arrancar otra vez. Las calles Vicent Zaragoza 70 y Vicent Zaragoza 75 pueden estar influenciadas por esto.

4.3.1. COLA

Sumando la cantidad de tráfico retenido por bicicletas y patinetes eléctricos (Tabla 7) y coches (Tabla 8) se encuentra la cantidad de total de usuarios en cola.

Tabla 9 - Total de usuarios en cola

CICLOCALLE	TOTAL EN COLA		INTENSIDAD HORARIA		
	cantidad	porcentaje	DE COCHES	DE BICIS + OTROS	TOTAL
Vicent Zaragoza, 70	118	40%	212 co/h	86 bic/h	298 veh/h
Quart, 80	203	33%	582 co/h	25 bic/h	607 veh/h
Marva, 3	87	23%	358 co/h	16 bic/h	374 veh/h
Pedro III El Grande, 34	26	12%	197 co/h	22 bic/h	219 veh/h
Vicent Zaragoza, 75	55	24%	156 co/h	76 bic/h	232 veh/h
Vicent Zaragoza, 28	45	20%	142 co/h	87 bic/h	229 veh/h

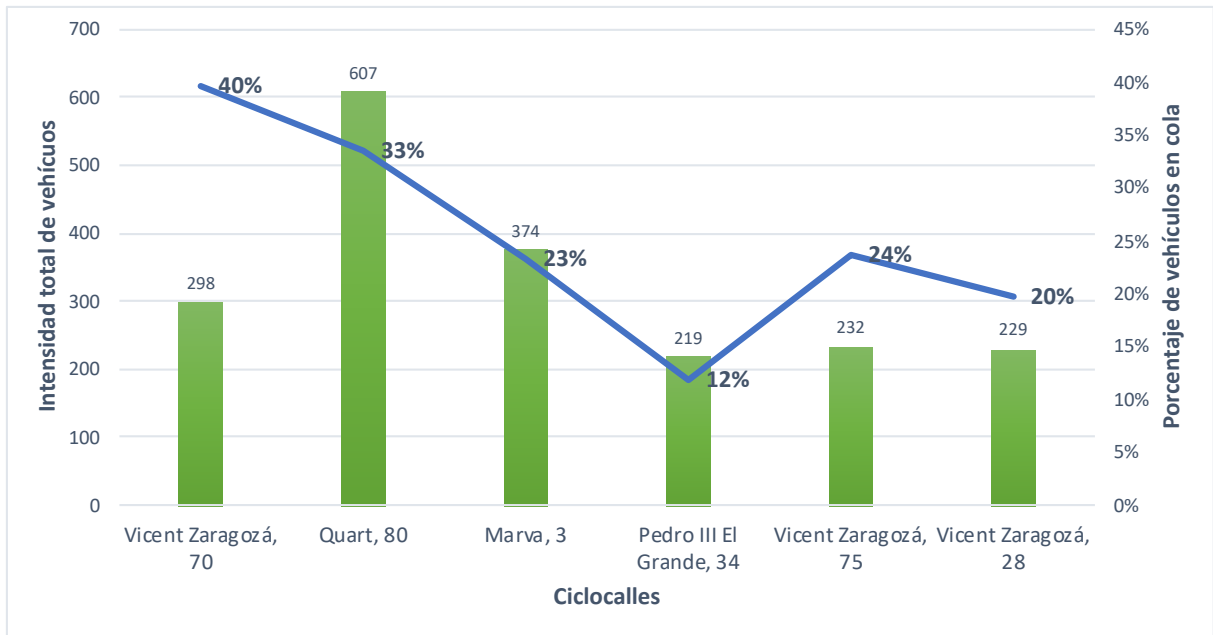


FIGURA 60 - Relación entre intensidad total de vehículos con el porcentaje de usuarios en cola

En la Tabla 9 se ve que la calle Pedro III El Grande 34 es la que menos tiene usuarios en cola, mientras Quart 80 tiene el primer lugar con 39% más de usuarios en cola. Lo mismo se pasa con la intensidad total de vehículos en estas ciclocalles, siendo Pedro III El Grande 34 la calle con menos vehículos y la calle Quart 80 la que tiene mayor intensidad vehicular.

Se nota una gran diferencia entre los porcentajes de usuarios en cola de la calle Vicent Zaragoza en el sentido oeste – este (puntos de grabación A1 y A3). Vicent Zaragoza 70 (punto A1) tiene casi el doble de usuarios en cola que Vicent Zaragoza 28 (punto A3), a pesar de la intensidad de bicis + patinetes eléctricos ser parecidas entre estos dos puntos de la calle, la intensidad de coche es la que más se destaca.

Otro punto observado es que las ciclocalles que presentan mayores intensidades totales también presentan los porcentajes más altos de usuarios en cola (Figura 60). Excepto por Vicent Zaragoza 70. En esta ciclocalle el semáforo tiene influencia sobre la retención de los vehículos, pues agrupan artificialmente el tráfico para menores intensidades. Sin embargo, a pesar de el menor porcentaje de usuarios en cola en la calle Pedro III El Grande 34 aun así las otras ciclocalles desarrollan velocidades medias superiores a la calle Pedro III El Grande 34 (Tabla 5).

4.3.2. GRUPOS

Además de la información sobre la cantidad de usuarios en cola, utilizando el diagrama de Velocidad Grupos fue posible determinar el tamaño de las colas en cada sitio de grabación.

Cuando se forman colas, el tamaño de la cola también es otro factor considerado para un mejor análisis de cada ciclocalle. Los diagramas abajo fueron hechos de acuerdo con el intervalo posterior. Es decir, todos los vehículos que se encuentran detrás de otro vehículo con un intervalo menor a 3 segundos están en cola y son considerados como un grupo.

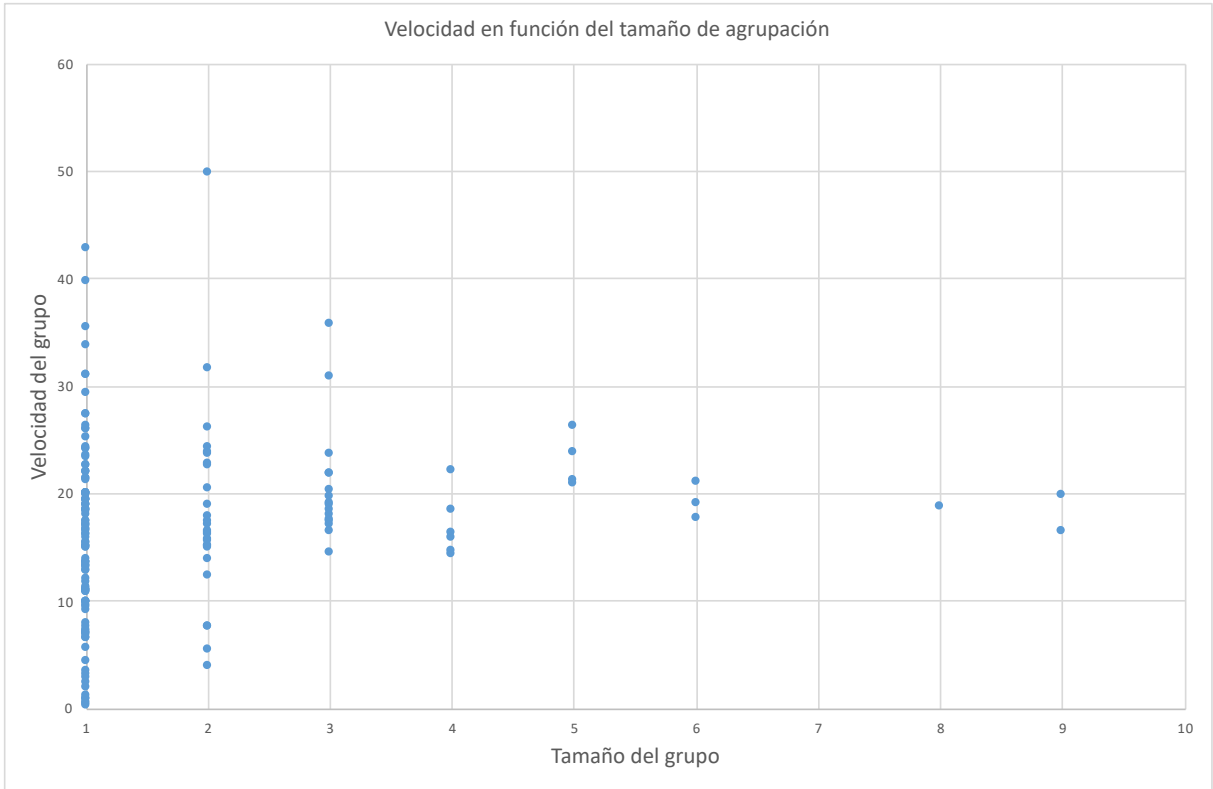


FIGURA 61 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Vicent Zaragoza, 70)

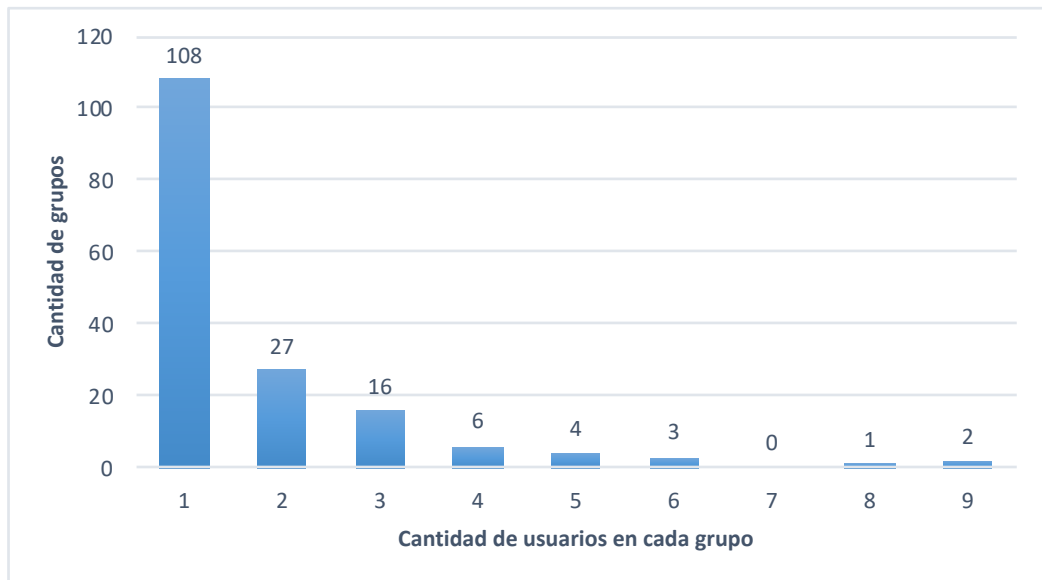


FIGURA 62 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 70)

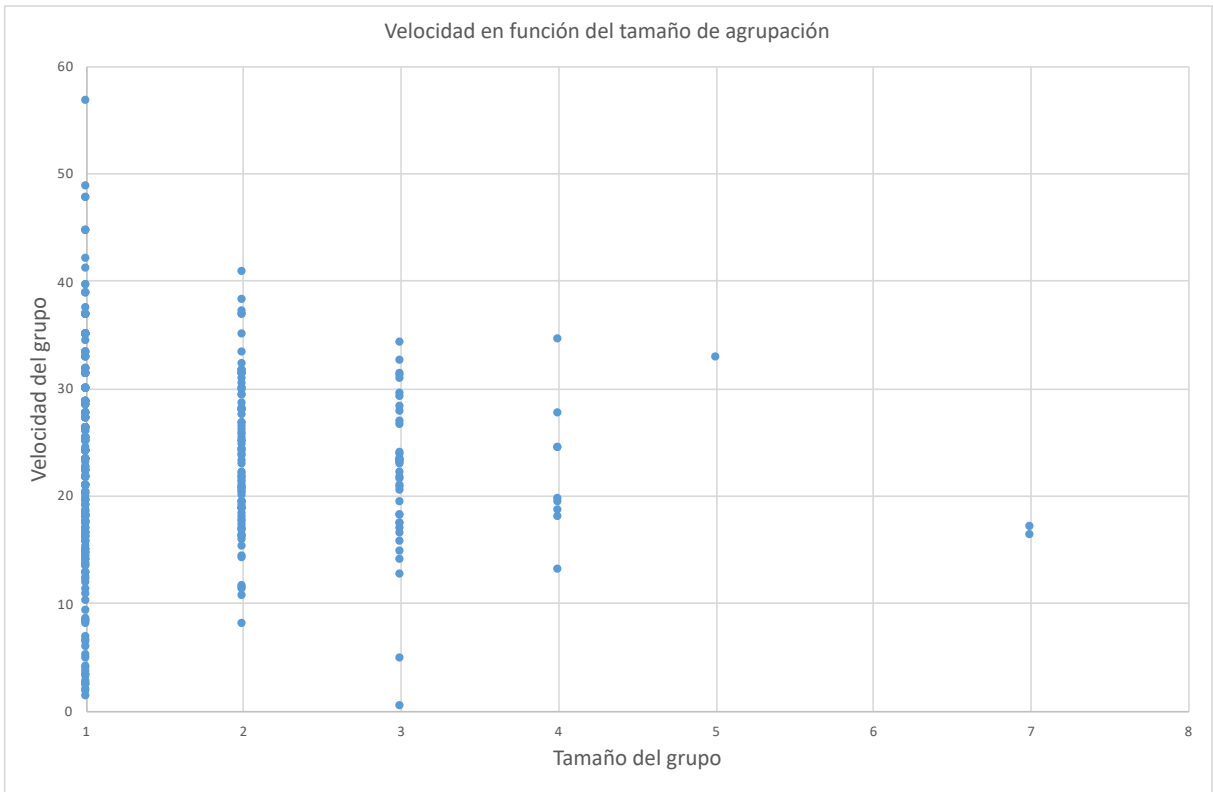


FIGURA 63 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Quart, 80)

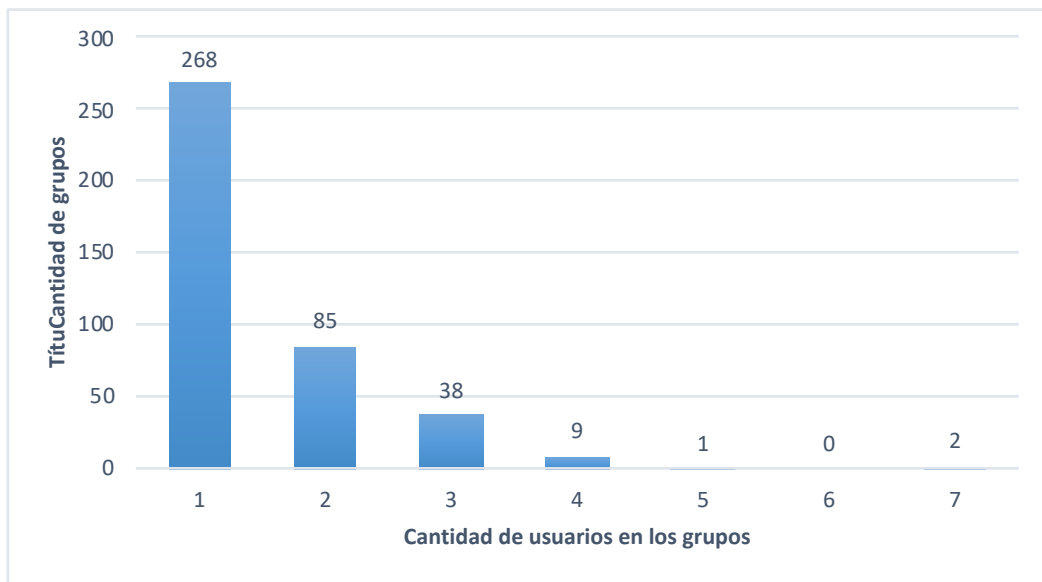


FIGURA 64 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Quart, 80)

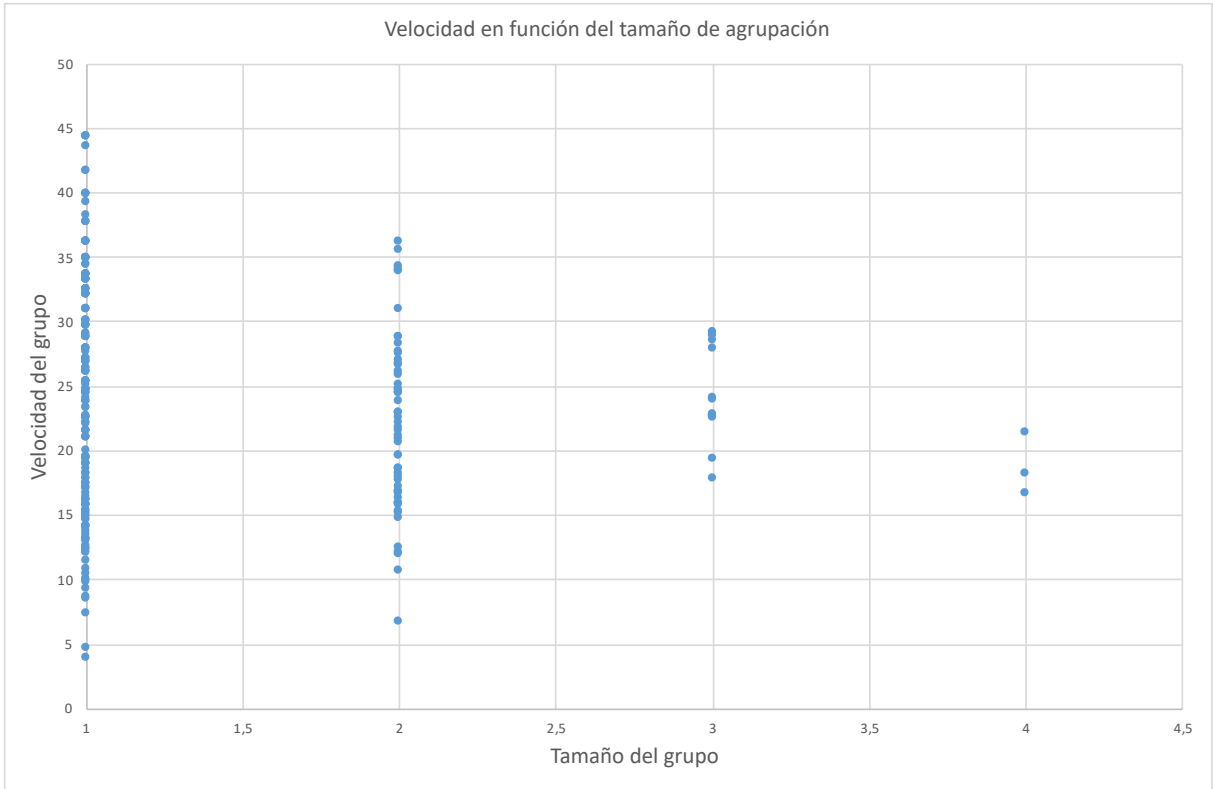


FIGURA 65 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle de Marva, 3)

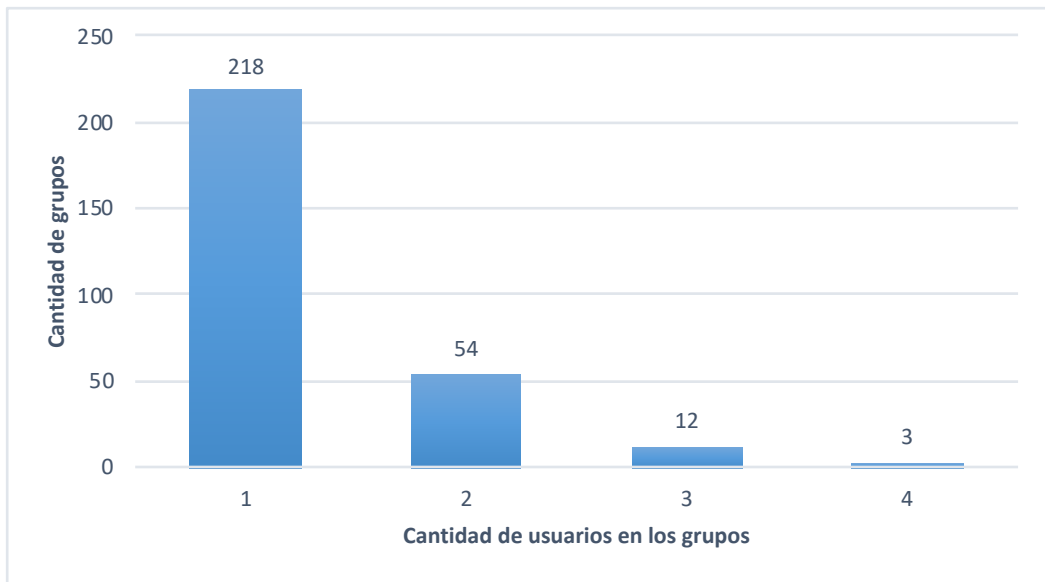


FIGURA 66 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle de Marva, 3)

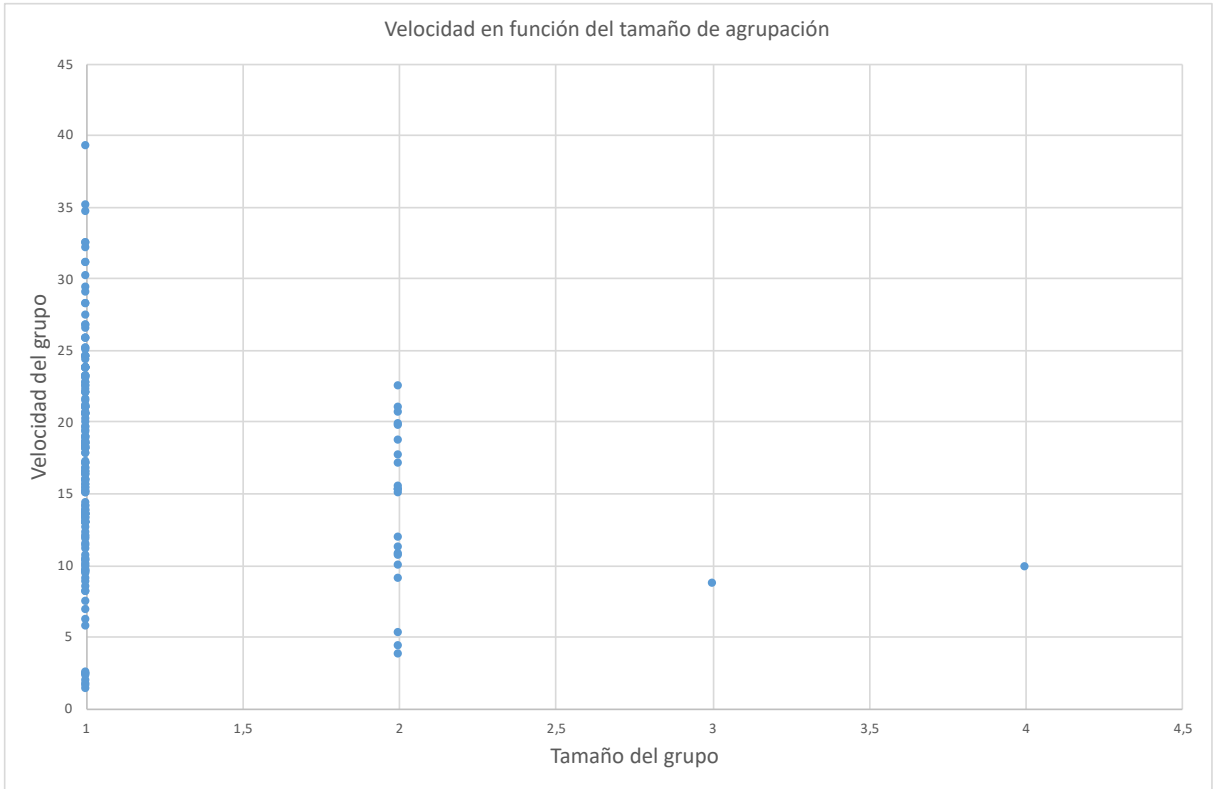


FIGURA 67 - Grupos de vehículos formados por la cola (Calle Pedro III El Grande, 34)

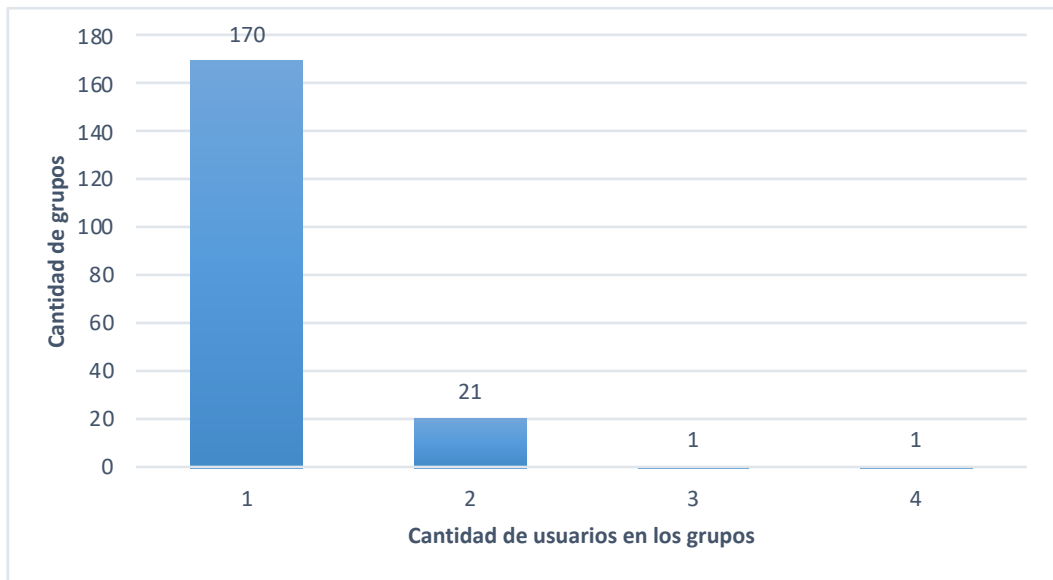


FIGURA 68 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Pedro III El Grande, 34)

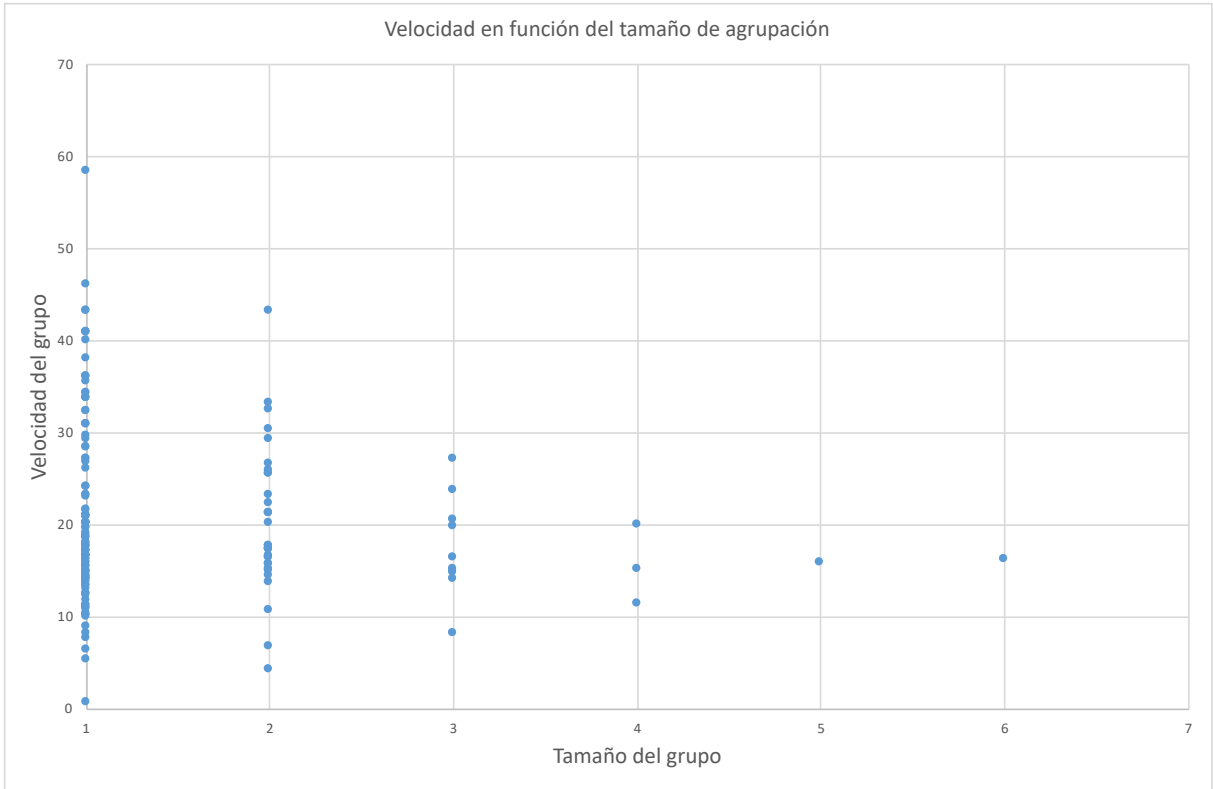


FIGURA 69 - Grupo de vehículos formados por cola (Calle Vicent Zaragoza, 75)

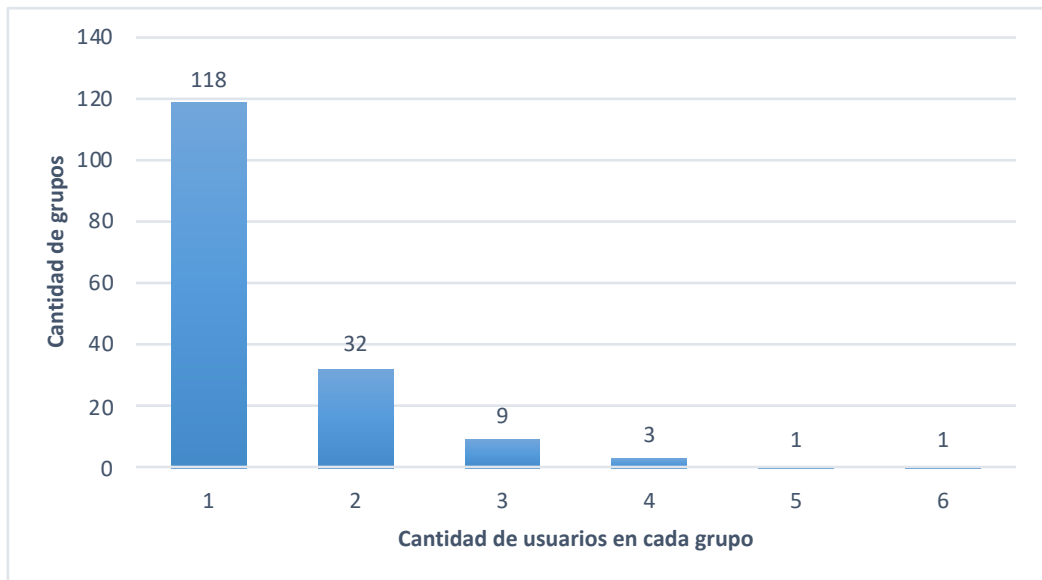


FIGURA 70 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 75)

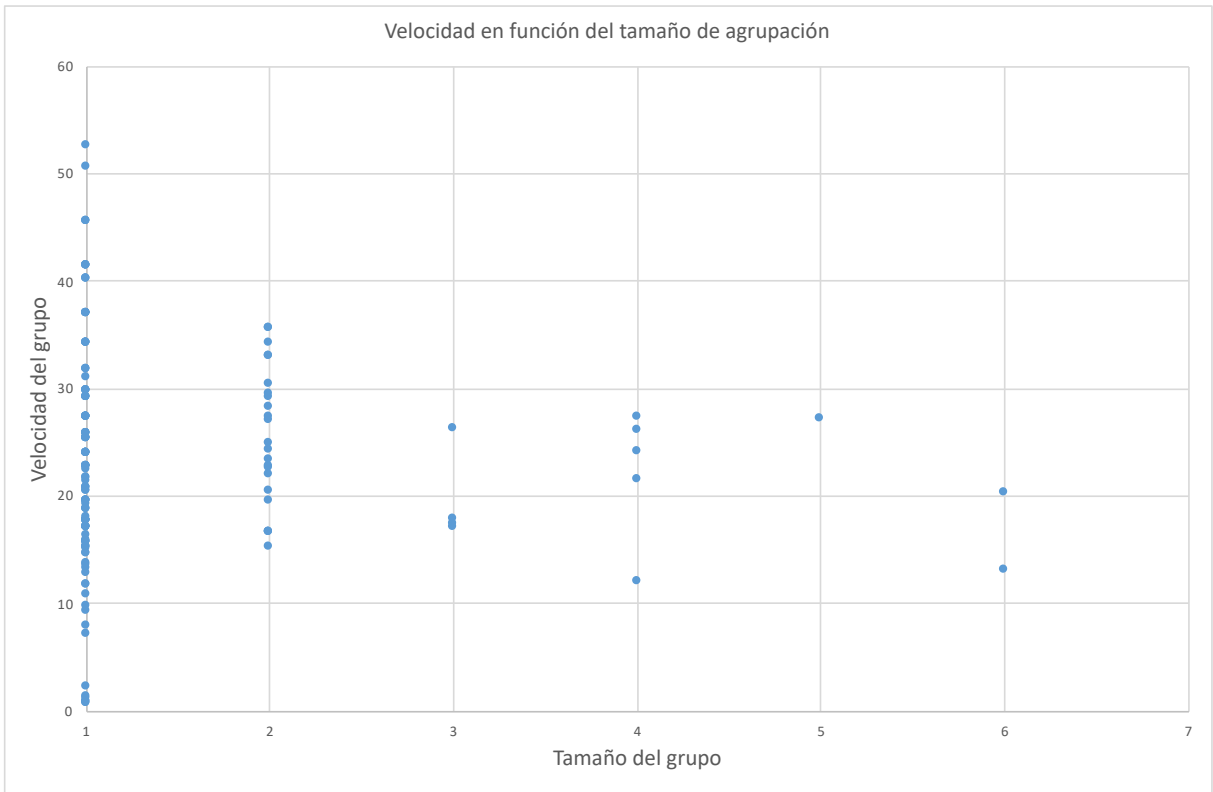


FIGURA 71 - Grupo de vehículos formados por cola (Calle Vicent Zaragoza, 28)

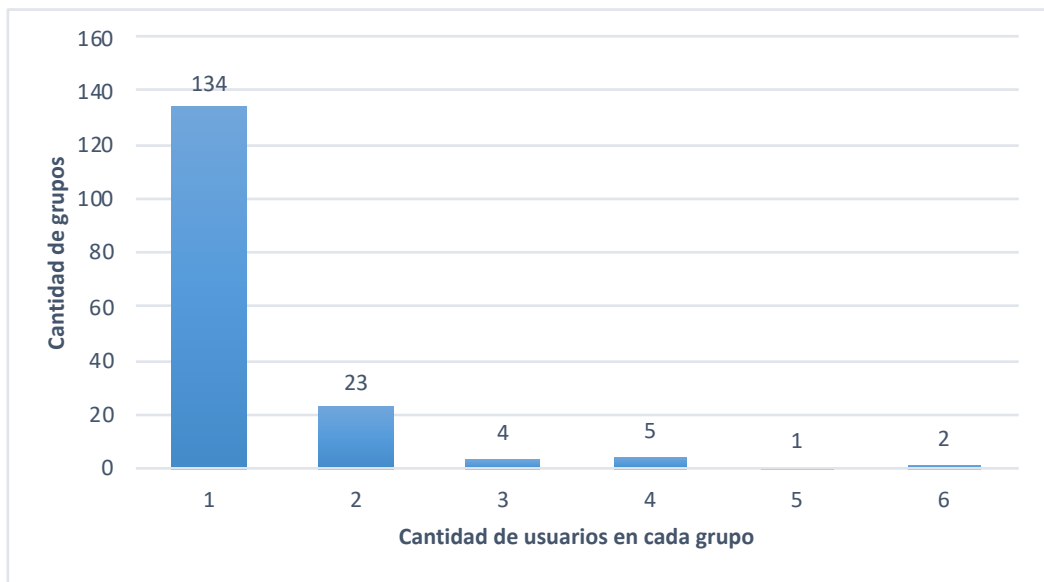


FIGURA 72 - Grupos en función de la cantidad de usuarios (Calle Vicent Zaragoza, 28)

Comparando los diagramas arriba se ve que la calle Vicent Zaragoza 70 (Figura 62) es la que tiene las colas más largas, con hasta nueve vehículos en el grupo. Ya la calle Quart 80, a pesar de presentar la mayor intensidad total de vehículos, más del doble de la intensidad total de Vicent Zaragoza 70, presenta colas de al máximo siete vehículos. Ya Vicent Zaragoza 75 y Vicent Zaragoza 28 presentan el mismo tamaño de colas (seis vehículos) además de intensidades vehiculares parecidas. Lo mismo se pasa con

Marva 3 y Pedro III El Grande. Ambas tienen colas de al máximo cuatro usuarios, pero con una diferencia significativa con respecto a la intensidad total de vehículos.

Al analizar la velocidad de los grupos se percibe que a pesar de las largas colas de Vicent Zaragoza 70 (Figura 62) y Quart 80 (Figura 64), se nota que la velocidad media de los mayores grupos aún está buena, siendo aproximadamente 18 km/h. En contra partida, la calle Pedro III El Grande 34 (Figura 68) a pesar de tener las colas más cortas, los grupos más largos tienen las velocidades medias más bajas, menos de 10 km/h.

Además de esto, también fue posible verificar cuantos grupos hay de acuerdo con la cantidad de usuarios en cada ciclocalle. De manera general se puede afirmar que en todas las ciclocalle estudiadas los grupos de hasta 3 usuarios son los que más suelen haber. Pero es importante considerar que la intensidad total de vehículos en cada una de las ciclocalles es muy diferente y, por lo tanto, no permite la comparación entre ellas. Sin embargo, es posible observar que, a pesar de la calle Vicent Zaragoza 70 y Quart 80 ser las calles con las colas más largas, ellas presentan solamente 2 grupos con la mayor cantidad de usuarios .

Otro aspecto que fue analizado en los grupos de usuarios en cola fue el porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos que participan de cada grupo. En los diagramas abajo se puede ver la variación de velocidad de cada grupo de usuarios en cola de acuerdo con el porcentaje de ciclistas presente en los grupos.

Para los gráficos a continuación fueron considerados solamente los grupos en que había coches y bicicletas y patinetes eléctricos. Los grupos que tenían 100% de bicicletas o patinetes eléctricos fueron desconsiderados, asumiendo que bicis no retienen bicis, así como los patinetes eléctricos. También fueron considerados solamente los grupos en que había al menos 1 usuario en cola. Es decir, un grupo de por lo menos 2 usuarios.

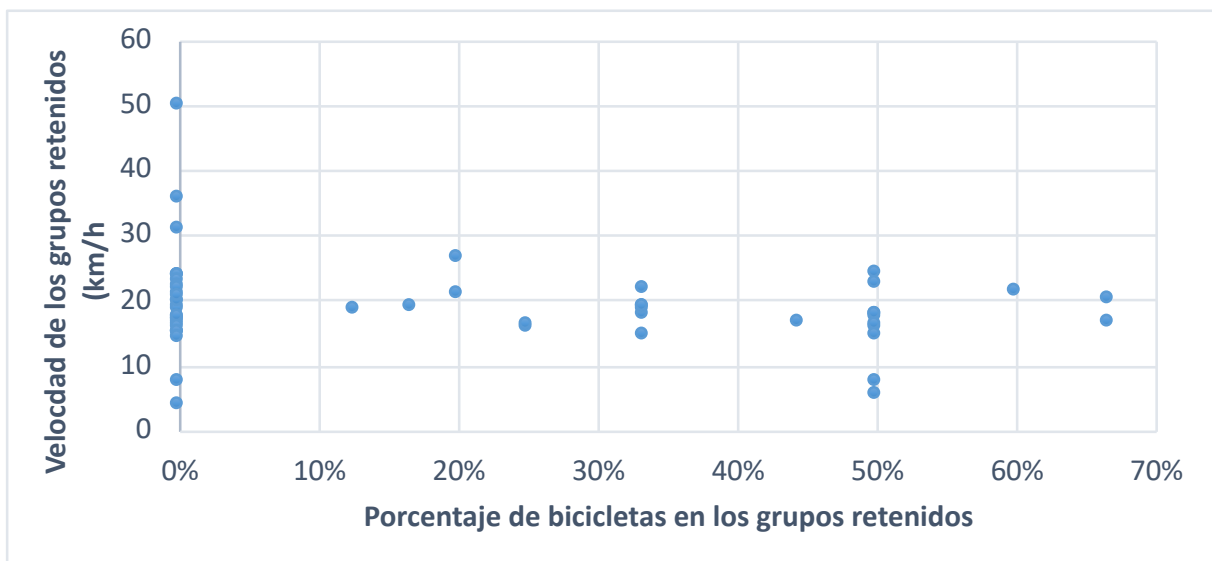


FIGURA 73 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 70)

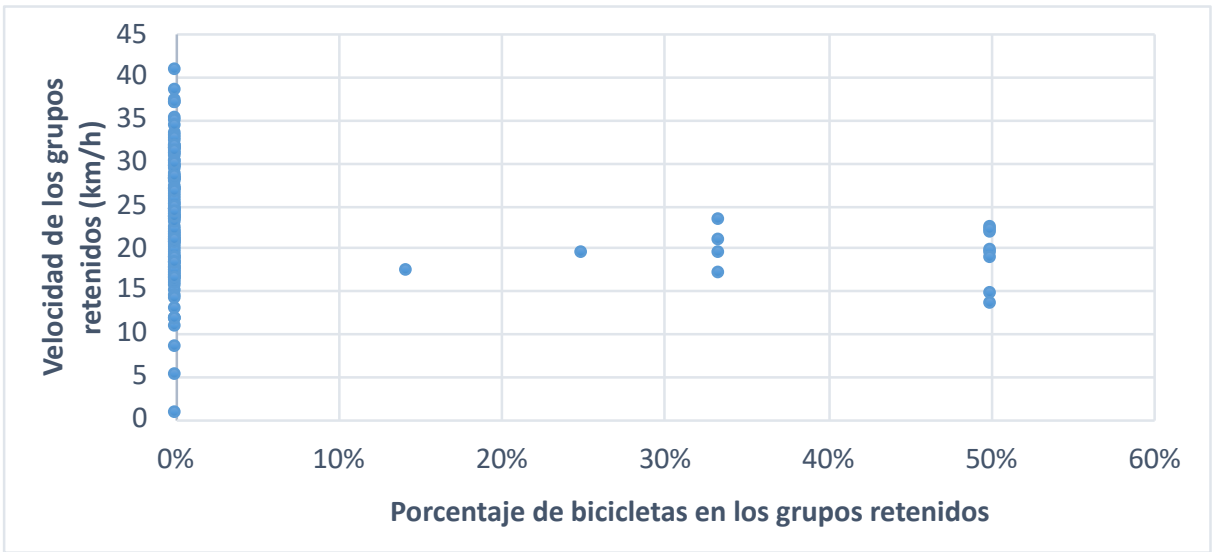


FIGURA 74 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Quart, 80)

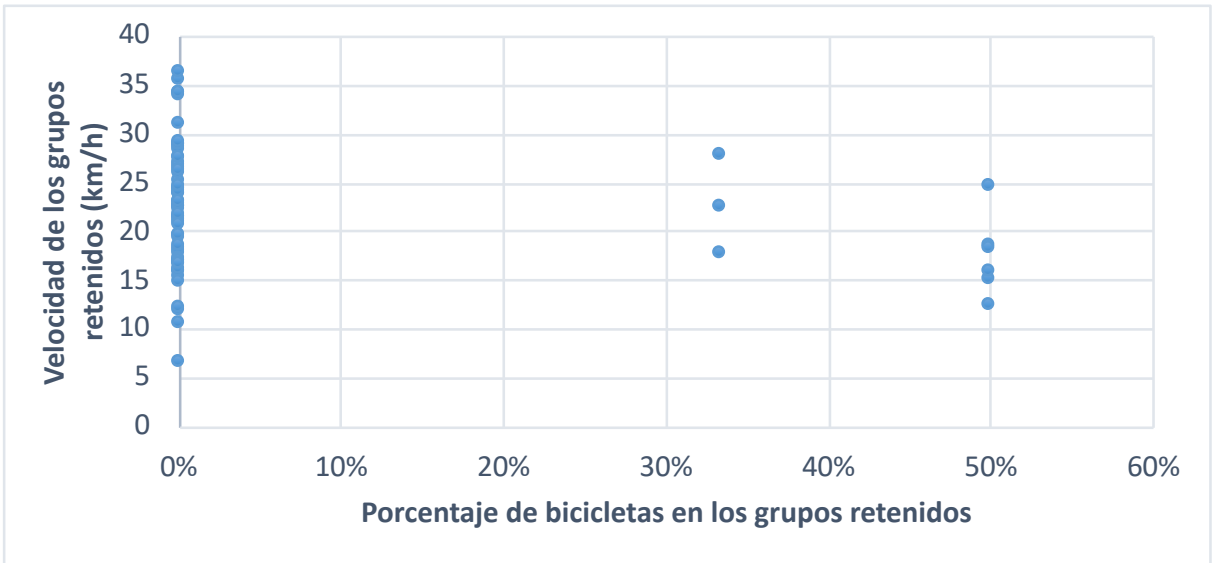


FIGURA 75 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle de Marva, 3)

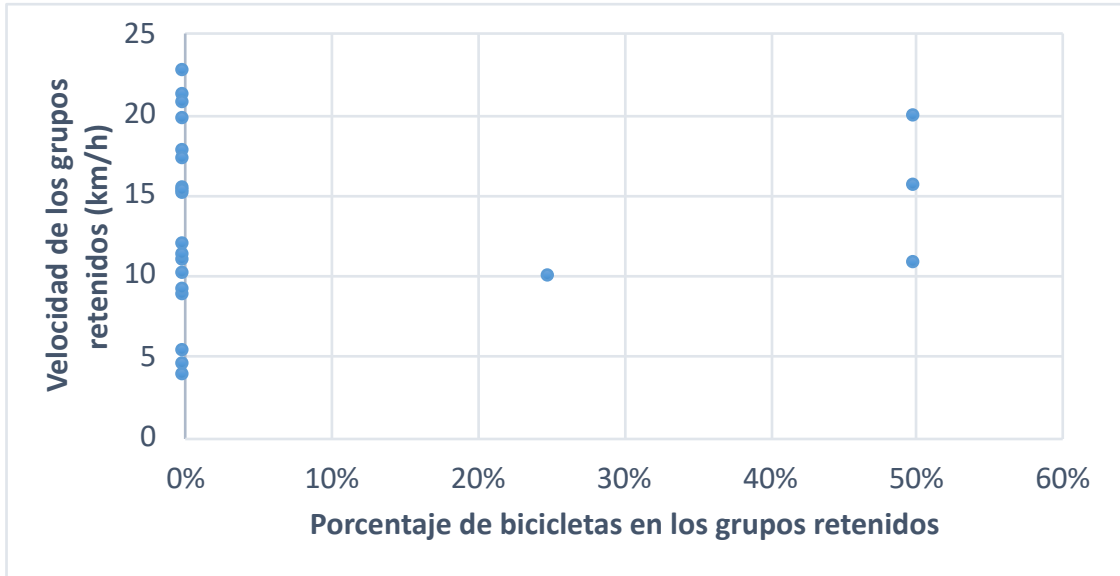


FIGURA 76 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Pedro III El Grande, 34)

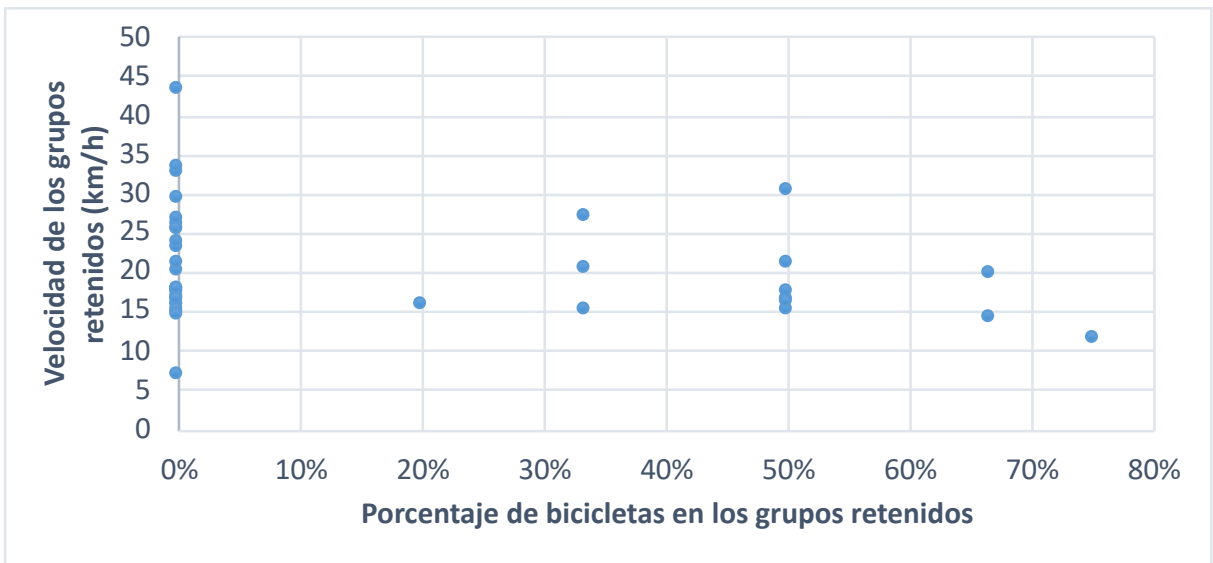


FIGURA 77 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 75)

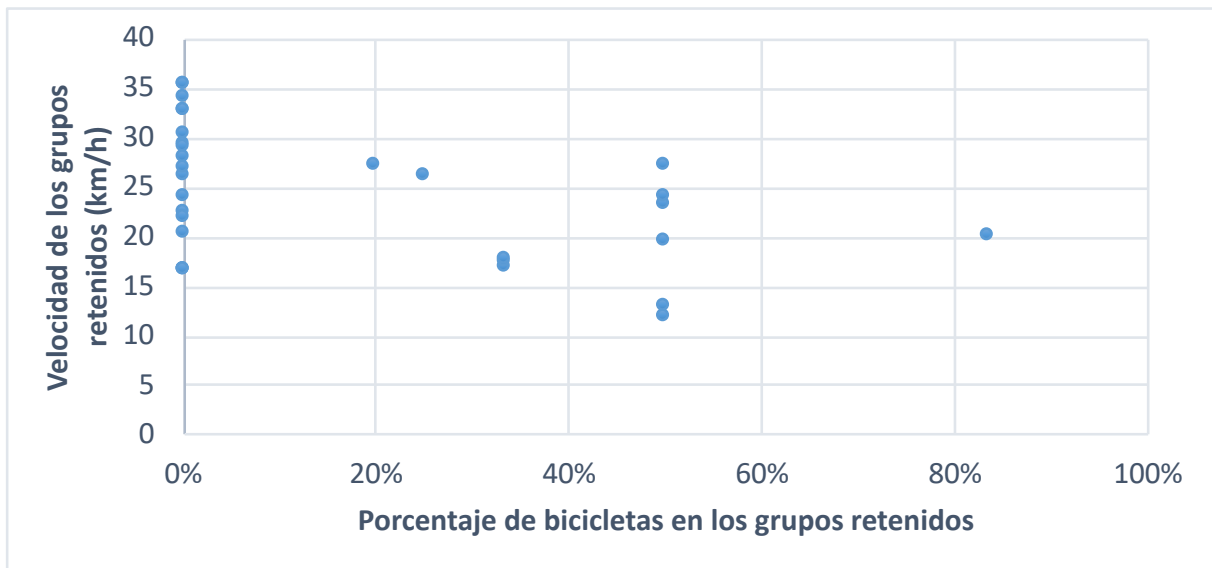


FIGURA 78 - Influencia de las bicicletas en la velocidad de los grupos (Calle Vicent Zaragoza, 28)

Analizando los diagramas de arriba es posible ver que en todos los grupos compuestos por bicicletas y patinetes eléctricos no hubo ninguna velocidad media superior a la máxima permitida (30 km/h). Mientras en los grupos formados por solamente coches sí que hubo, con excepción de la calle Pedro III El Grande 34, la cual no presentó ningún grupo a velocidades muy altas. Por otro lado, en la calle Quart 80 21 grupos de coches circularon a velocidades superiores de 30 km/h.

Se nota también que en todas las calles estudiadas hubo grupos compuestos solamente por coches que desarrollaron velocidades muy bajas, o sea, velocidades inferiores de 10 km/h, con excepción de Vicent Zaragoza 28. Conforme fue hablado anteriormente en el apartado de Retención del Tráfico, durante las grabaciones fueron identificadas posibles justificativas para la baja velocidad de los coches:

- Coches buscando aparcamiento
- Coches parando para dejar los niños en la escuela
- Coches parando para el paso peatonal
- Coches disminuyendo la velocidad para girar

Por otro lado, una de las seis ciclocalles estudiadas presentó grupos formados por bicicletas y patinetes eléctricos con velocidades menores de 10 km/h.

Por fin, si percibe también que la velocidad media de los grupos de coches no ha disminuido tanto con la interacción de las bicicletas y patinetes eléctricos, siendo aproximadamente de 20 km/h.

4.4. INTERVALO ENTRE LOS VEHÍCULOS

Otro dato que fue considerado en el análisis sobre la funcionalidad y seguridad de las ciclocalles fueron los intervalos que cada vehículo mantiene ante a los vehículos que están delante y detrás. A través de estos datos se puede percibir la fluidez del tráfico y también algunas situaciones de peligro.

4.4.1. INTERVALO ANTERIOR

El intervalo anterior es la distancia, en tiempo (segundos), que un vehículo guarda con el vehículo precedente. La importancia de analizar este tipo de intervalo en el tráfico está más allá de determinar la funcionalidad de la vía. A través del intervalo anterior se puede percibir posibles situaciones de peligro entre los usuarios, ya que este intervalo es el tiempo que el conductor o ciclista tiene control.

En la Tabla 10 es posible ver dos diferentes situaciones que fueron analizadas. La primera se observa el comportamiento medio de los usuarios en las ciclocalles estudiadas. Ya en la segunda situación, a los 2 segundos o menos, es posible notar la peligrosidad en el comportamiento de los conductores, ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos.

Tabla 10 - Intervalo de tiempo (en segundos) con el vehículo delante

CICLOCALLE	INTERVALO PREVIO (seg)		PORCENTAJE DE INTERVALO PREVIO MENOR DE 2 s (%)	
	PERCENTIL 50		BICIS + OTROS	COCHES
	BICIS + OTROS	COCHES		
Vicent Zaragoza, 70	6	3,1	28%	12%
Quart, 80	6,8	3,8	11%	11%
Marva, 3	5,3	5	18%	5%
Pedro III El Grande, 34	14,7	10,7	0%	4%
Vicent Zaragoza, 75	6,8	5,9	27%	12%
Vicent Zaragoza, 28	7,2	5,2	43%	11%

Empezando con el comportamiento medio de los usuarios de la vía, se nota en la Tabla 10 que en todas las ciclocalles las bicicletas y los patinetes eléctricos tienen un intervalo anterior medio mayor que los coches. Esto puede pasar debido a la mayor velocidad que los coches pueden desarrollar, siendo más fácil alcanzar el vehículo delante.

La calle Pedro III El Grande 34 es la ciclocalle con el mayor intervalo anterior tanto para coches como para bicicletas y patinetes eléctricos. Ambos los intervalos representan casi el doble del intervalo de las otras calles.

Vicent Zaragoza 70 es el tramo de ciclocalle en que los coches suelen ir más pegados con el usuario delante. O sea, 50% de los coches en Vicent Zaragoza 70 van a 3,1 segundos o menos de distancia del vehículo delante. Mientras mitad de las bicicletas y patines eléctricos mantienen el doble del intervalo de los coches.

La ciclocalle Marva 3 presenta un comportamiento diferente de las otras ciclocalles. En esta calle los coches van más pegados en el usuario anterior, con 5 segundos de intervalo. Pero las bicicletas y patinetes eléctricos no presentan gran diferencia comparando con los coches. Es decir, los ciclistas y patinetes eléctricos guardan 5,3 segundos o menos del vehículo delante.

Un factor que puede influenciar en el intervalo anterior son los semáforos, ya que obligan a los usuarios de la vía a parar y todos los intervalos anteriores son reducidos. Pero solamente en las calles Vicent Zaragoza 70 y Vicent Zaragoza 75 había semáforos en los puntos de grabación.

Se suponía que los intervalos anteriores deberían ser menores en estos dos sitios. Sin embargo, esto casi no se aplica a las bicicletas y patinetes eléctricos, ya que la mayoría salta el semáforo rojo. En Vicent Zaragoza 70 el intervalo anterior medio de los coches es bajo, y puede ser consecuencia del ciclo

semafórico rojo. Por otro lado, en Vicent Zaragoza 75 el intervalo anterior medio de los coches es mayor, casi el doble de Vicent Zaragoza 70. Esto puede ser por la onda verde entre los semáforos.

Así como fue explicado en el apartado de “Retención del Tráfico”, de acuerdo con la normativa española se considera que un conductor lleva aproximadamente 2 segundos para percibir y reaccionar frente a una situación inesperada. Teniendo esto como base, fue sacado de los diagramas de intervalo anterior el porcentaje de vehículos que guardan este tiempo mínimo de seguridad.

La Tabla 10 muestra que en todas las ciclocalles las bicicletas y patinetes presentan mayores porcentajes de usuarios que se encuentran a 2 segundos o menos del vehículo anterior. Este valor puede ser afectado por el hecho de que estos modos de transporte suelen circular en paralelo uno a los otros, y para el modelo utilizado para determinar los intervalos esto representa intervalos anteriores mínimos o igual a cero.

Es interesante observar que Vicent Zaragoza 70 y Vicent Zaragoza 28, a pesar de tener intensidades de bicicletas + patinetes eléctricos muy parecidas, en Vicent Zaragoza 28 los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos suelen estar más pegados a los vehículos delante, casi el doble de veces. Esto puede ser un indicador de que las bicis en este tramo de la calle van en grupos o en paralelo. Por otro lado, Vicent Zaragoza 75 presenta datos muy parecidos con Vicent Zaragoza 70, tanto para coches como para bicis y patinetes eléctricos.

Por otro lado, la ciclocalle Quart 80 presenta el mismo porcentaje de vehículos con intervalo anterior igual o menor a 2 segundos tanto para los coches como para las bicicletas. Esto puede indicar lo mismo que en Vicent Zaragoza, que los ciclistas no suelen circular en grupos o en paralelo.

Pedro III El Grande 34 se destaca en este análisis, ya que ninguna bicicleta o patinete eléctrico se encuentra a 2 segundos o menos de distancia del vehículo delante. Los conductores en esta calle tampoco hacen tanta diferencia a los ciclistas, con solamente 4% de coches en un intervalo anterior de 2 segundos o menos.

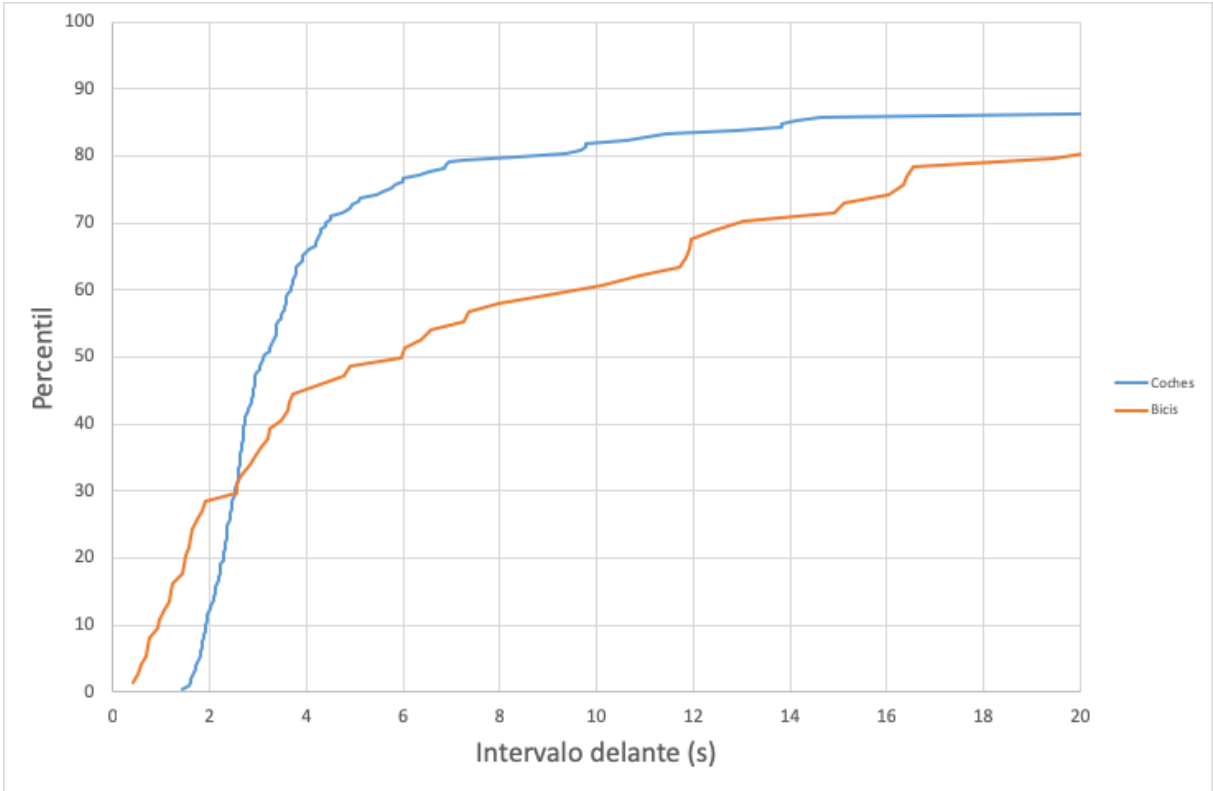


FIGURA 79 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 70)

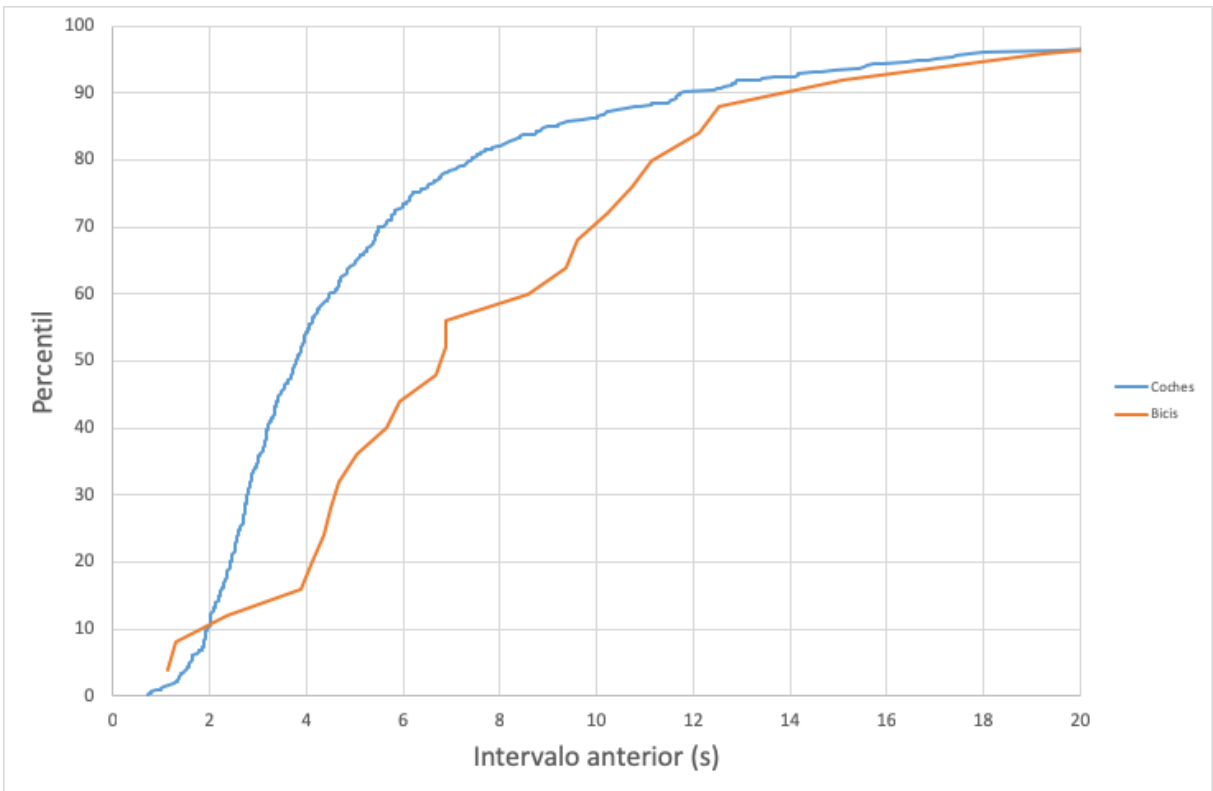


FIGURA 80 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Quart, 80)

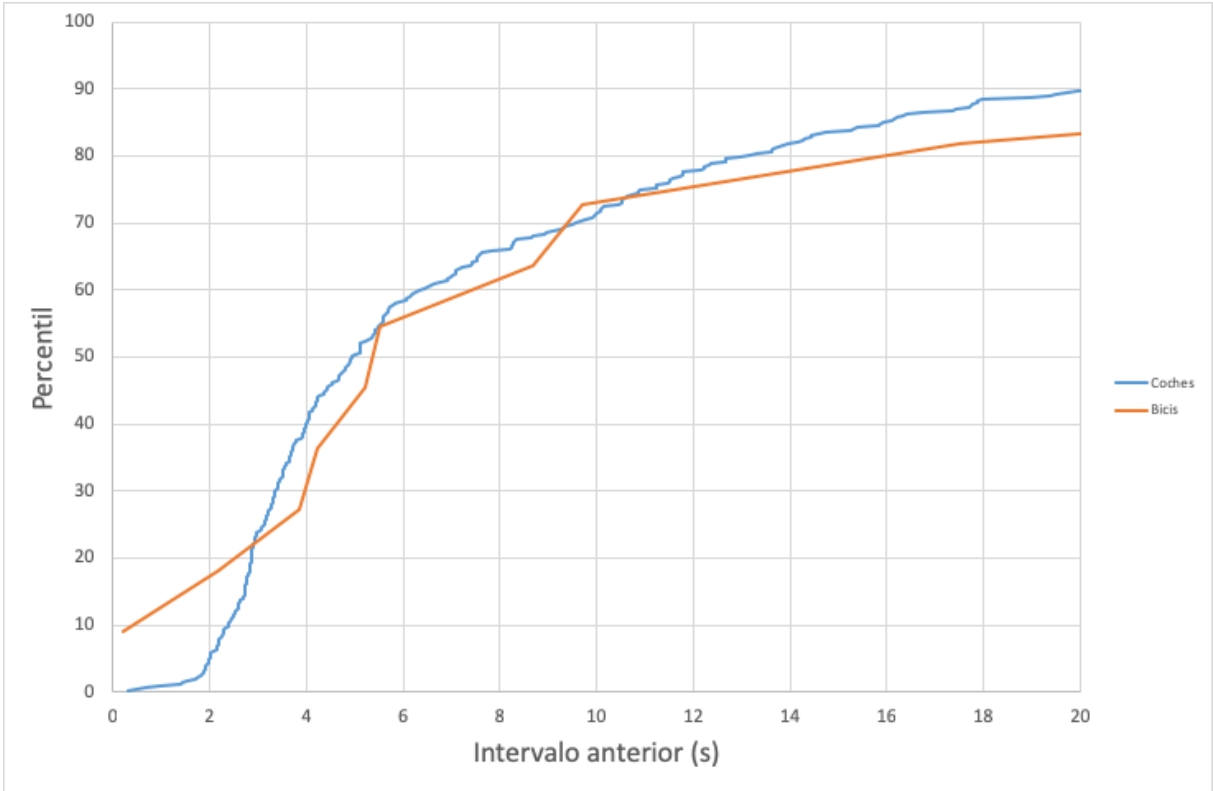


FIGURA 81 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle de Marva, 3)

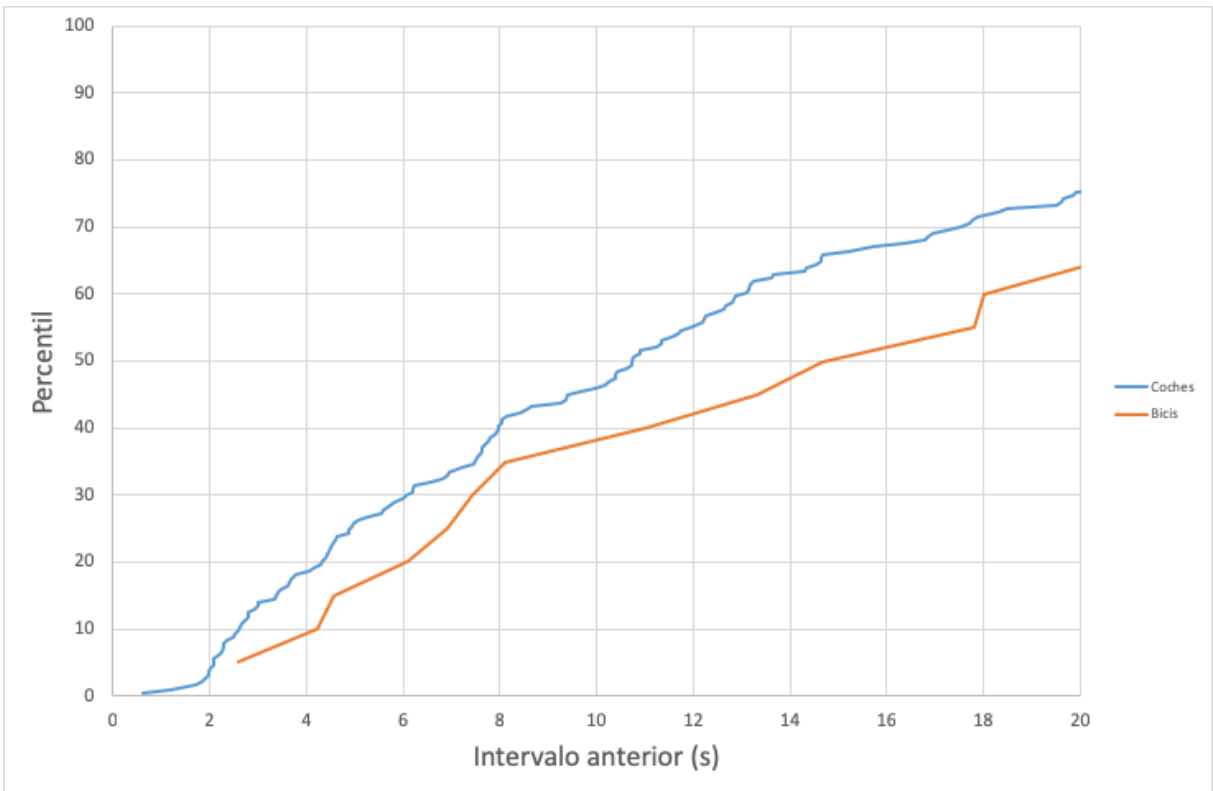


FIGURA 82 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Pedro III El Grande, 34)

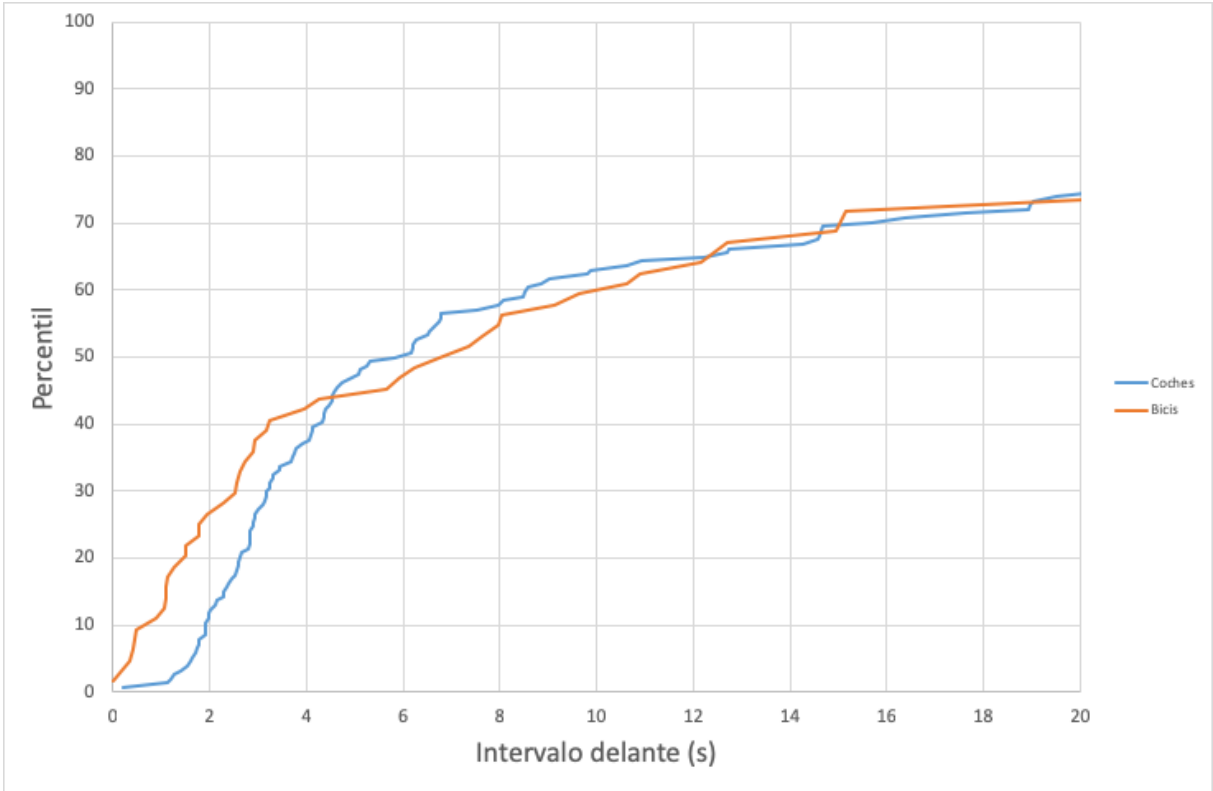


FIGURA 83 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 75)

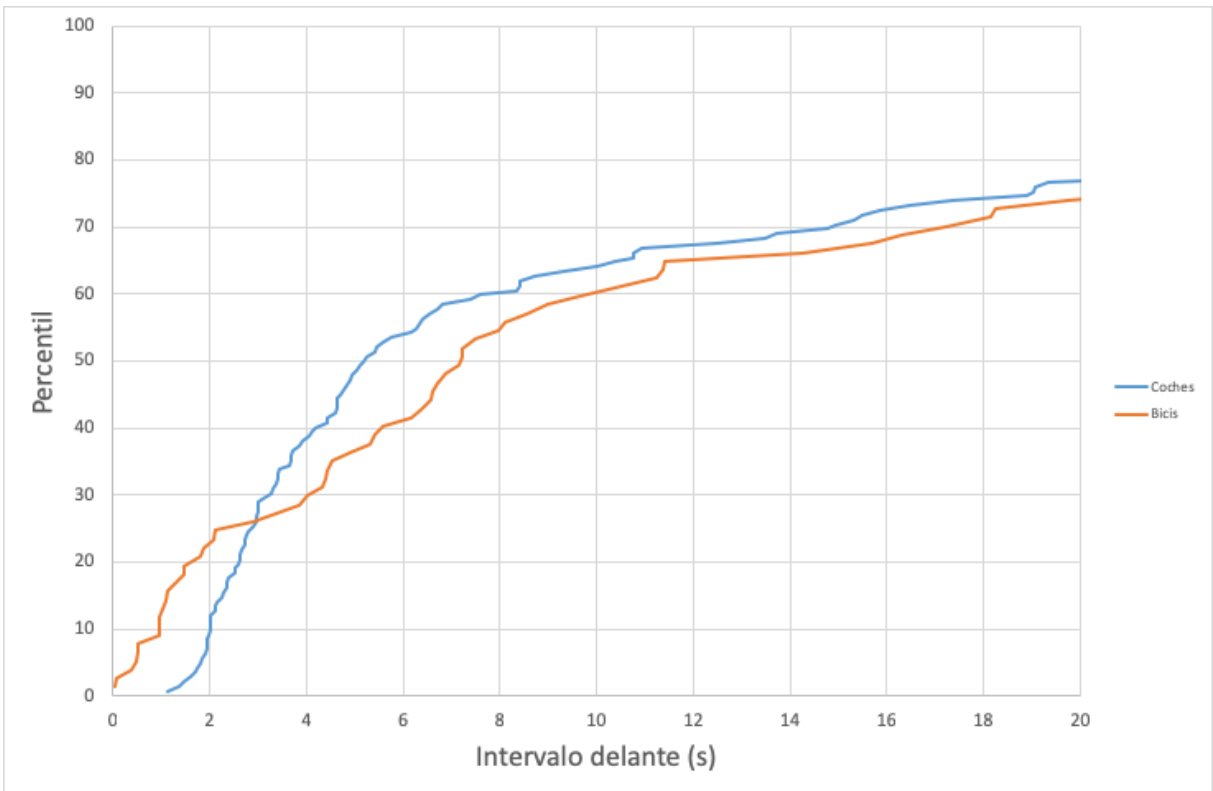


FIGURA 84 - Diagrama de Percentil - Intervalo anterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)

Además de saber el intervalo anterior entre los vehículos, conocer el tipo de vehículo que se encuentra delante es importante, principalmente para los coches, pues cuando hay una bicicleta o patinete eléctrico delante de un coche, caso ocurra algún accidente, la gravedad puede ser mayor, ya que las bicicletas y patinetes eléctricos son desprovistos de protección y, por lo tanto, son los más afectados.

A continuación, los diagramas permiten observar más detalles sobre el comportamiento de los vehículos en las ciclocalles. En cada diagrama hay 4 tipos de interacciones, conforme enseña la leyenda: bicicletas delante de coches, coches delante de bicicletas, bicicletas delante de bicicletas y coches delante de coches.

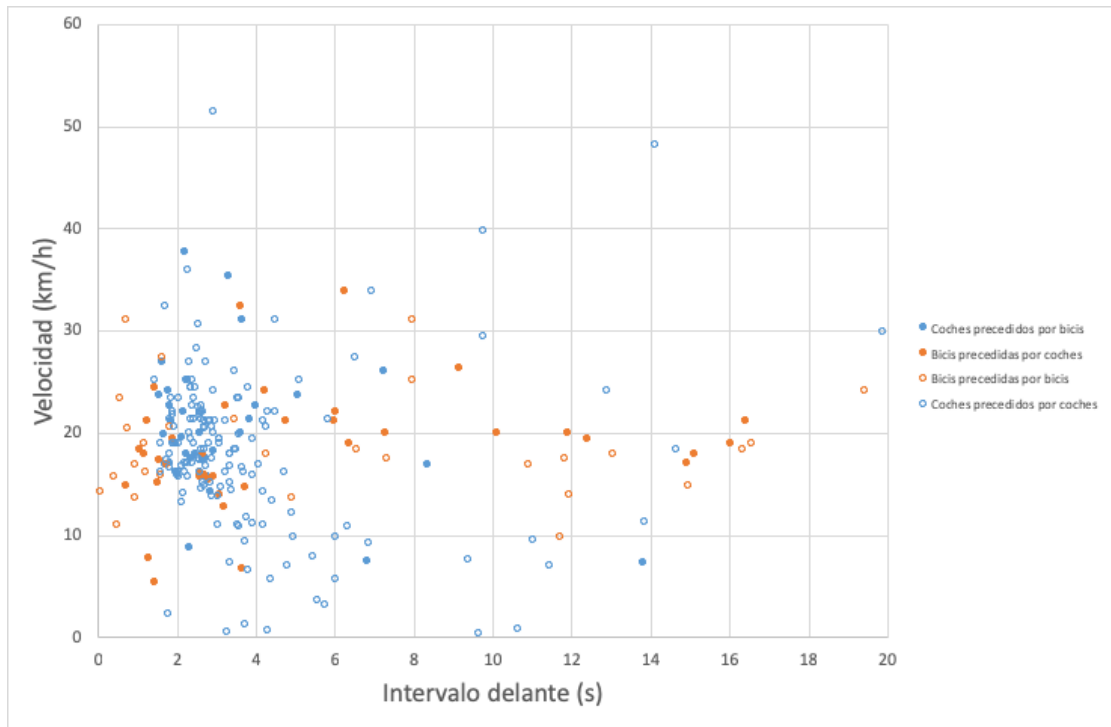


FIGURA 85 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragozá, 70)

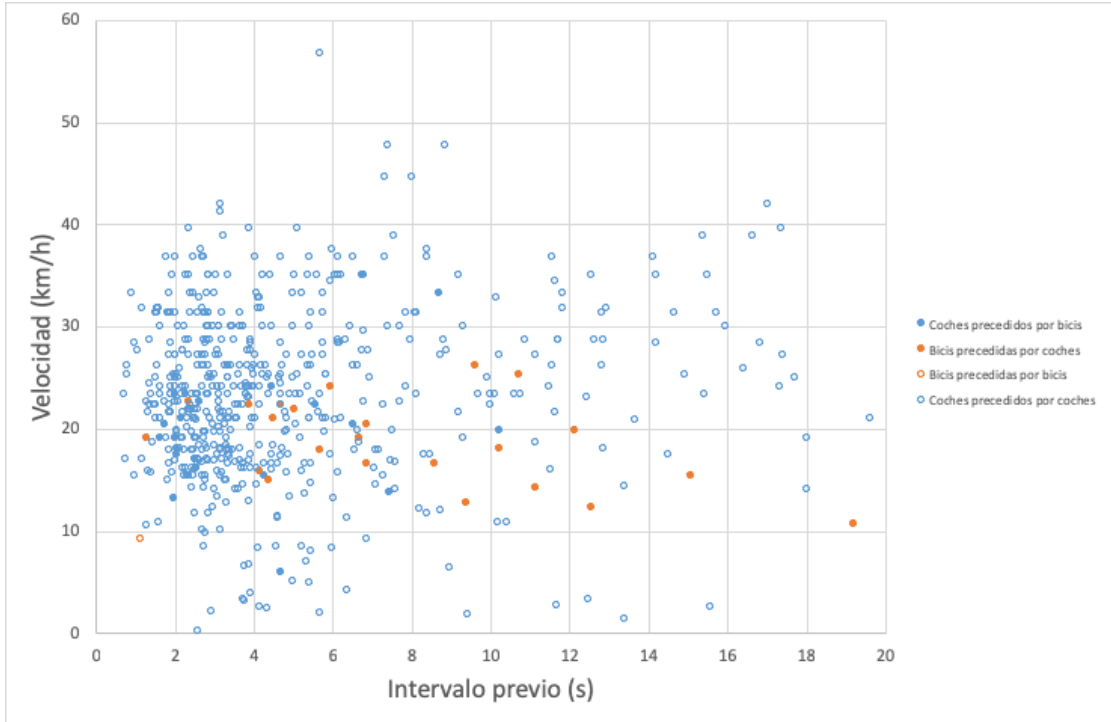


FIGURA 86 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Quart, 80)

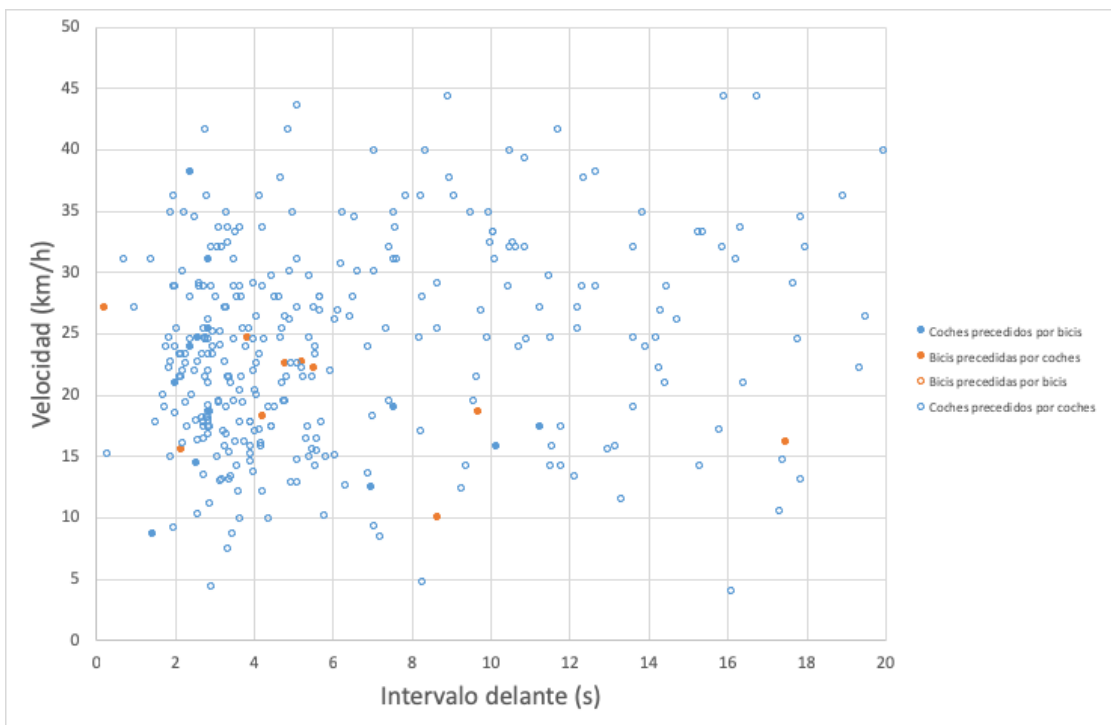


FIGURA 87 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle de Marva, 3)

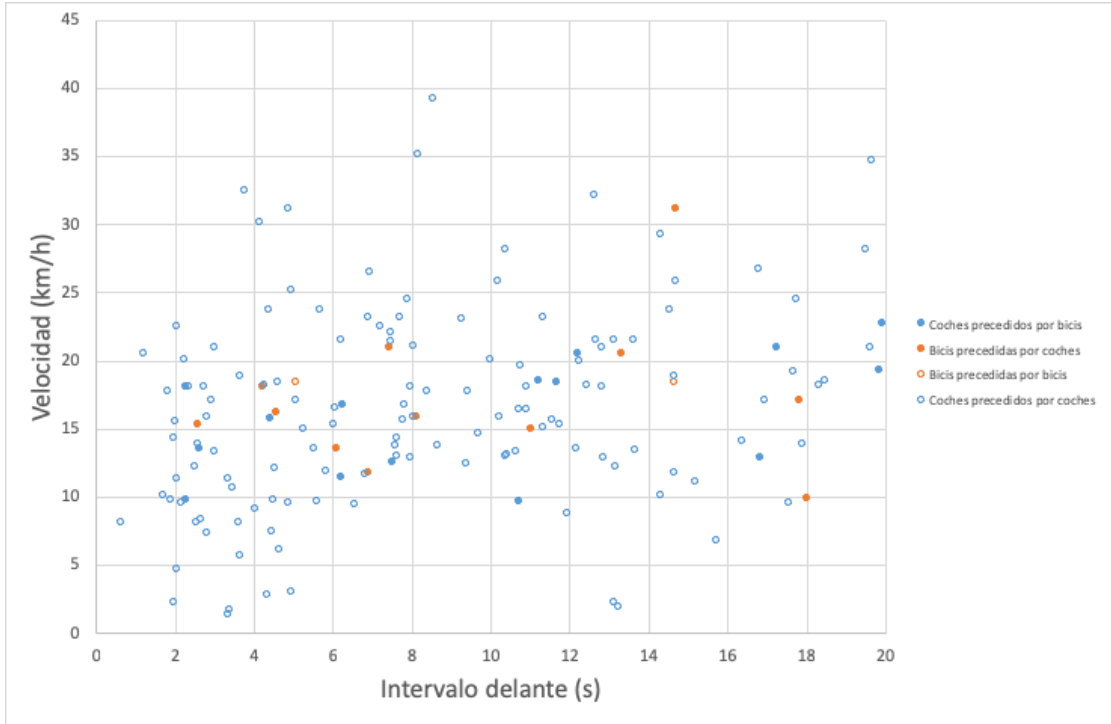


FIGURA 88 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Pedro III El Grande, 34)

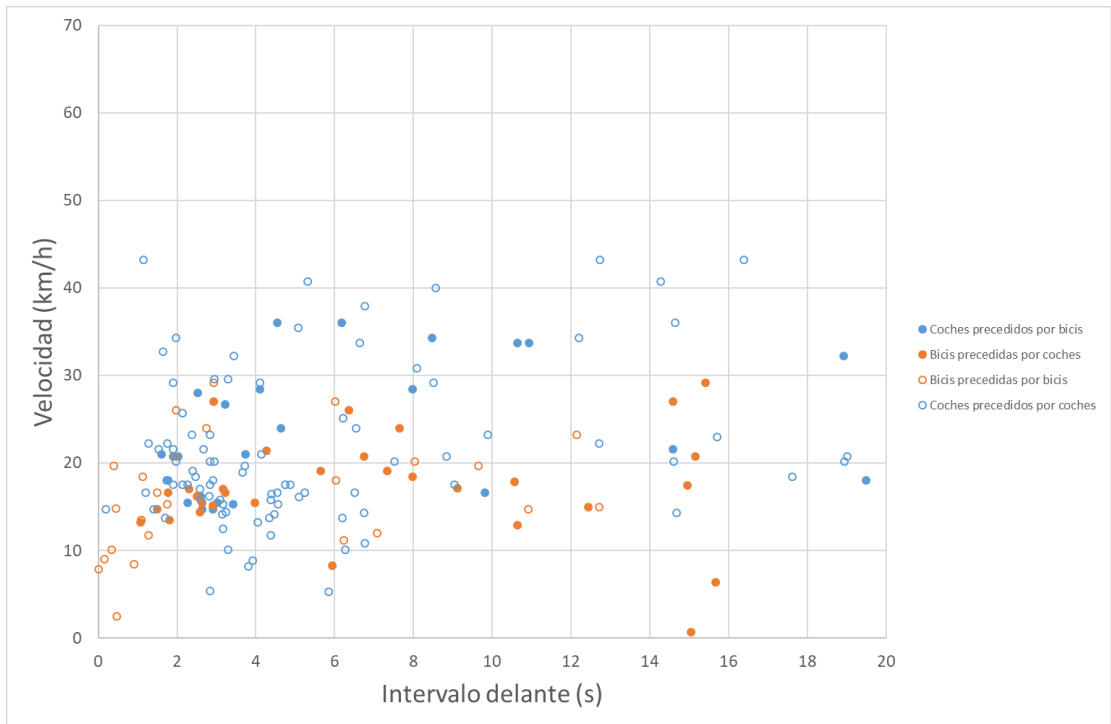


FIGURA 89 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragoza, 75)

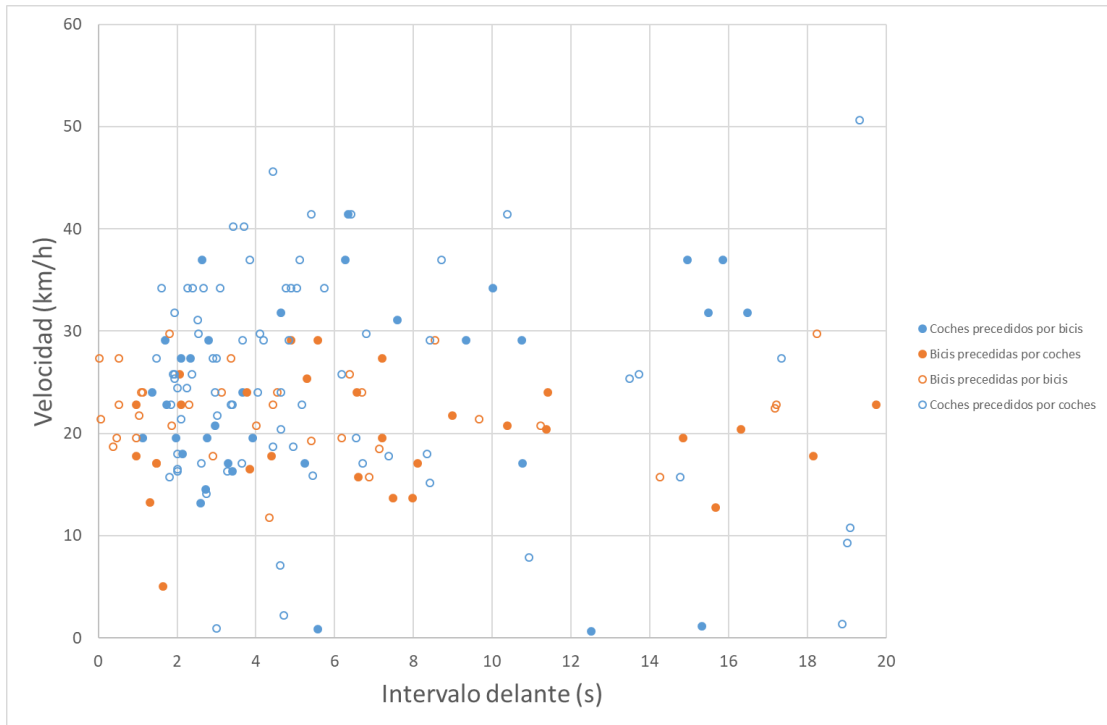


FIGURA 90 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Anterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)

En los diagramas arriba se percibe un comportamiento diferente en la calle Pedro III El Grande 34, ya que este diagrama muestra todos los vehículos distribuidos de forma más uniforme en el tiempo (intervalo delante). Mientras en las otras ciclocalles se nota una concentración de los vehículos en el rango de 2 – 4 segundos de intervalo anterior.

Se nota también que las calles Vicent Zaragoza 70 (Figura 85) y Vicent Zaragoza 28 (Figura 90) son las que más tienen bicis delante de bicis, debido su mayor intensidad ciclista.

Conforme fue dicho anteriormente, se sabe que la situación más peligrosa en las ciclocalles es cuando hay un coche detrás de una bicicleta o patinete eléctrico, ya que, si le pasa algo al ciclista, el coche le puede atropellar.

En la calle Vicent Zaragoza 70 (Figura 85) hubo 12 coches guardando 2 segundos o menos de intervalo anterior frente a ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos. Ya en la calle Quart 80 (Figura 86) solamente tres conductores se acercaron de las bicicletas. Sin embargo, en esta ciclocalle la intensidad de bicicletas es la segunda menor entre todas las ciclocalles estudiadas.

La calle Marva 3 (Figura 87) presenta un comportamiento parecido con la calle Quart 80, ya que solamente un coche mantiene menos de 2 segundos de intervalo anterior frente a una bicicleta. Y también porque en esta calle hay la menor intensidad ciclista.

Por otro lado, en la calle Pedro III El Grande 34 (Figura 88) ningún conductor se acerca mucho a las bicicletas y patinetes eléctricos. Es decir, todos los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos tienen un intervalo posterior mayor de 2 segundos frente a un coche.

En Vicent Zaragoza 75 (Figura 89) también hubo un pequeño número de conductores muy cerca de los ciclistas y patinetes eléctricos. En total fueron vistos cuatro coches con un intervalo anterior menor de 2 segundos frente a una bicicleta o patinete eléctrico. Ya en la calle Vicent Zaragoza 28, a pesar de la mayor intensidad ciclista, fueron contabilizados cinco coches muy cerca de bicis y patinetes eléctricos.

También fue visto situaciones en que los intervalos anteriores son muy cortos, menos de 1 segundo, generando interacciones peligrosas en el tráfico:

- Vicent Zaragoza 70: hay dos bicis precedidas por coches con 1 segundo o menos de intervalo.
- Quart 80: hay siete coches precedidos por coches con 1 segundo o menos de intervalo.
- Marva 3: hay tres coches precedidos por coches con 1 segundo o menos de intervalo.
También hay una bicicleta que está a 0,2 segundos detrás de un coche, pero en esta situación el coche estaba adelantando la bici, pues el carril no era tan estrecho y la bici circulaba por la derecha.
- Pedro III El Grande 34: hay un coche que está a 0,63 segundos detrás de otro coche.
- Vicent Zaragoza 75: hay un coche que está a 0,2 segundos detrás de un coche y una bici precedida por un coche con 1,07 segundos de intervalo.
- Vicent Zaragoza 28: hay dos bicicletas precedidas por coches a menos de 1 segundo de intervalo.

Además de esto, observando los diagramas de Velocidad – Intervalo Anterior se puede notar que los coches tienden a acercarse más al vehículo precedente cuando es un coche y algo menos cuando es una bicicleta o patinete eléctrico. Mientras esto no se pasa con las bicicletas y usuarios de patinetes eléctricos, pues estos suelen mantener un intervalo menor frente al usuario precedente, principalmente cuando el usuario es una bicicleta o patinete eléctrico, conforme se ve en la Figura 85.

4.4.2. INTERVALO POSTERIOR

Ya el intervalo posterior es la distancia en tiempo (segundos) que hay entre un vehículo y el otro que está detrás. Esta información es importante principalmente para las bicicletas y patinetes eléctricos. Pues en accidentes de alcance ellos pueden ser atropellados por coches, por ejemplo, debido la falta de protección de estos modos de transporte.

A continuación, en la Tabla 11 se puede observar el comportamiento de los usuarios de la vía que tienen 2 segundos o menos de distancia del vehículo detrás.

Tabla 11 - Intervalo con el vehículo detrás

CICLOCALLE	PORCENTAJE DE INTERVALO POSTERIOR MENOR DE 2 s (%)	
	BICIS + OTROS	COCHES
Vicent Zaragoza, 70	30%	13%
Quart, 80	20%	11%
Marva, 3	17%	5%
Pedro III El Grande, 34	0%	4%
Vicent Zaragoza, 75	28%	13%
Vicent Zaragoza, 28	22%	11%

Así como fue observado en los diagramas de Percentil – Intervalo Anterior y en la Tabla 10, la cual presenta un resumen de los datos de los diagramas mencionados, en la Tabla 11 se nota una semejanza con los datos de la Tabla 10.

Las diferencias más significantes se encuentran en las calles Quart 80 y Vicent Zaragoza 28.

La ciclocalle Quart 80 presenta que 20% de las bicicletas tienen detrás un vehículo a 2 segundos o menos. Es decir, hay más vehículos pegados a los ciclistas que bicicletas pegadas a los vehículos.

Ya en Vicent Zaragoza 28 se pasa el opuesto. En esta ciclocalle 22% de las bicicletas o patinetes eléctricos tienen al máximo 2 segundos de distancia del usuario posterior. Mientras 43% de los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos guardan 2 segundos o menos de intervalo con el vehículo delante (Tabla 10).

Sin embargo, en todas las ciclocalles los intervalos posteriores de 2 segundos o menos de los coches son iguales o con una diferencia de al máximo 1%.

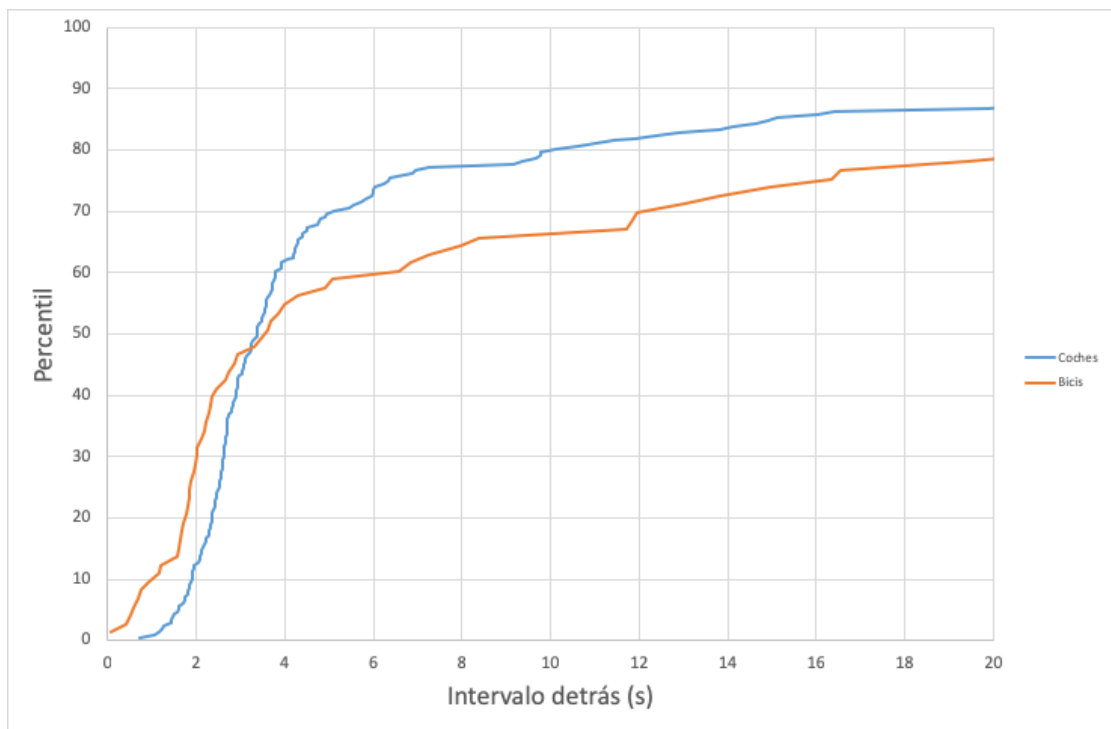


FIGURA 91 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 70)

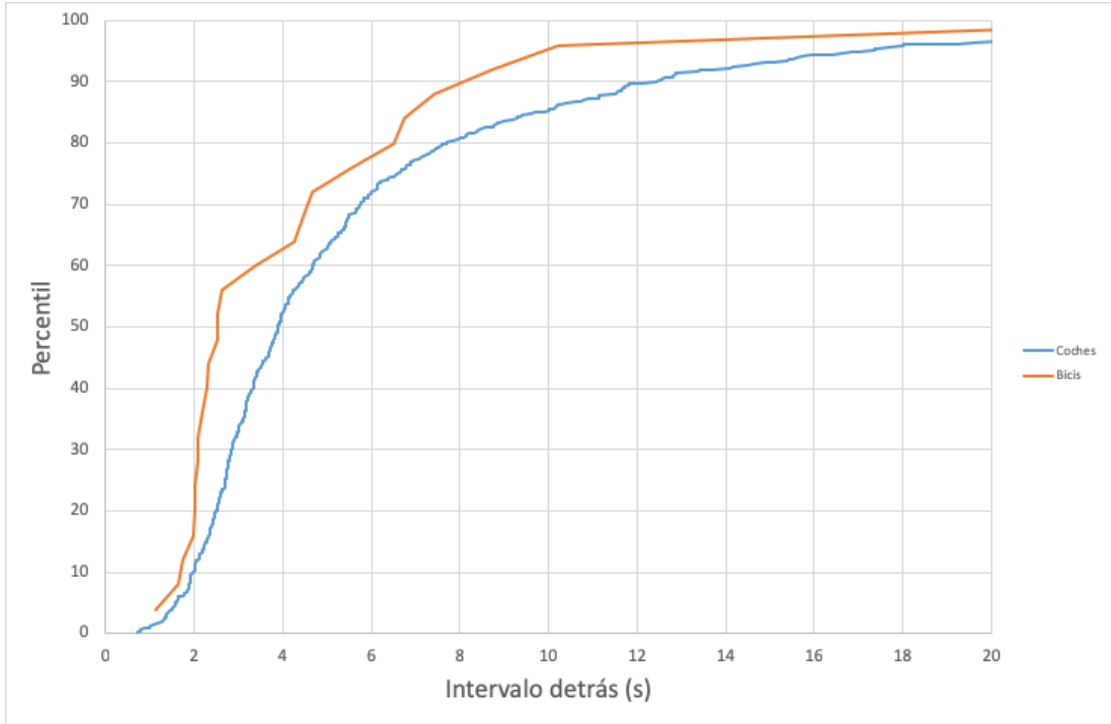


FIGURA 92 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Quart, 80)

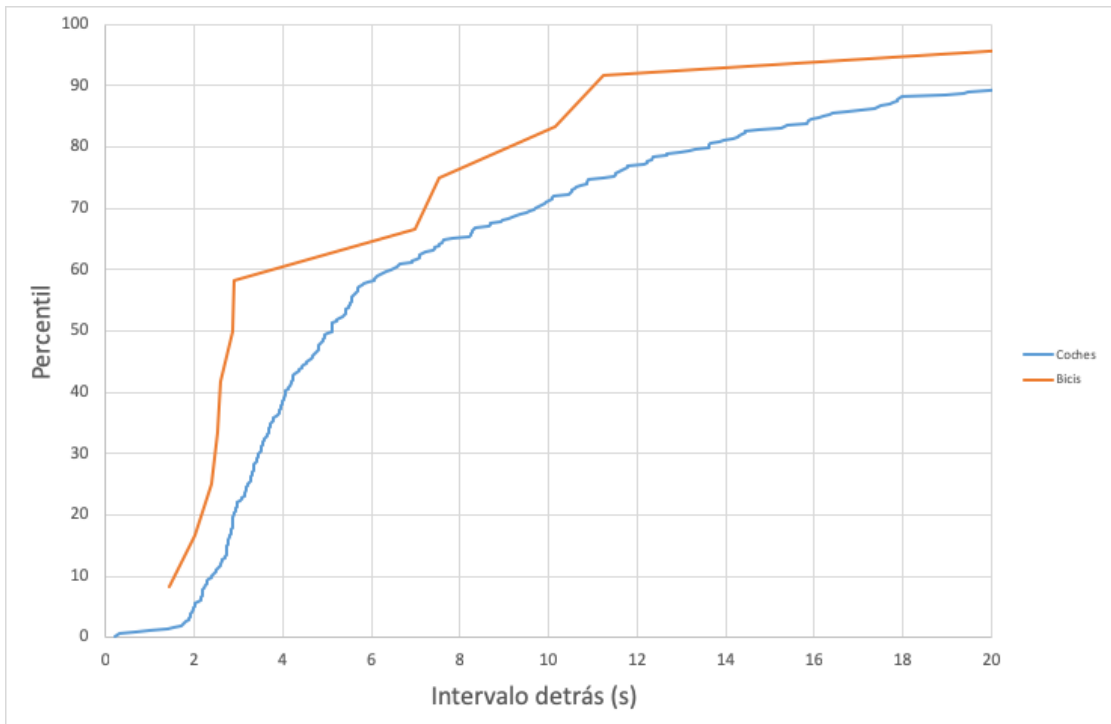


FIGURA 93 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle de Marva, 3)

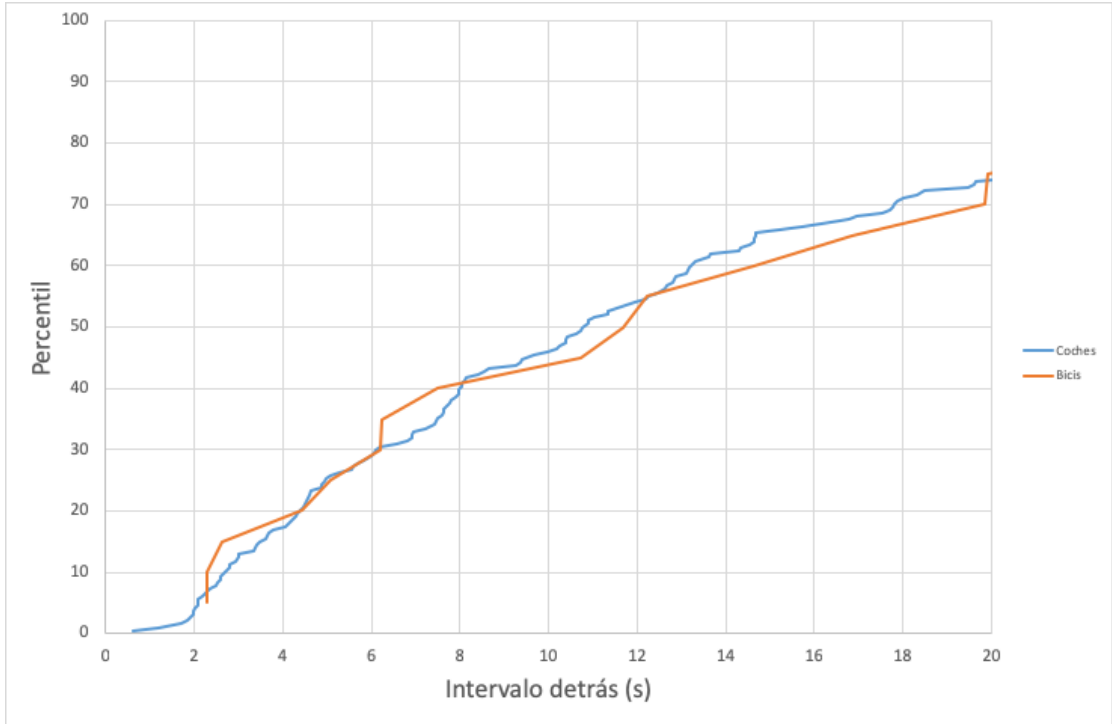


FIGURA 94 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Pedro III El Grande, 34)

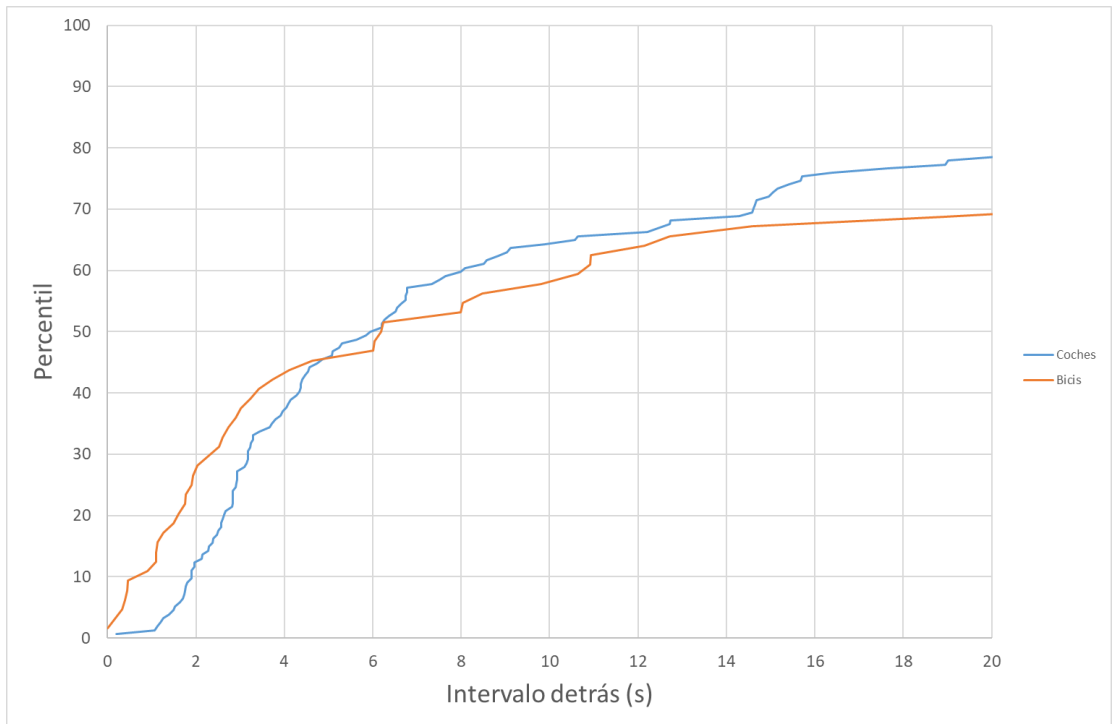


FIGURA 95 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragozá, 75)

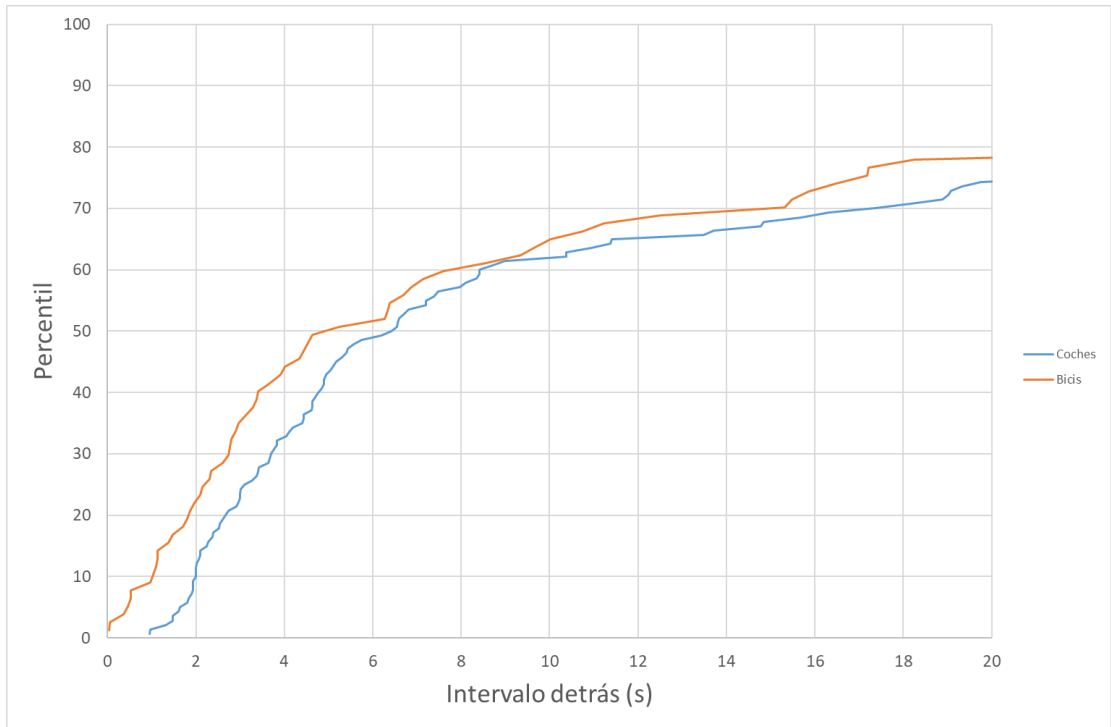


FIGURA 96 - Diagrama de Percentil - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)

Los diagramas abajo permiten observar más detalles sobre el comportamiento de los vehículos en las ciclocalles respecto a sus intervalos posteriores. En cada diagrama hay 4 tipos de interacciones, conforme es descrito en la leyenda: bicicletas a las que siguen coches, bicicletas a las que siguen bicicletas, coches a los que siguen bicicletas y coches a los que siguen coches.

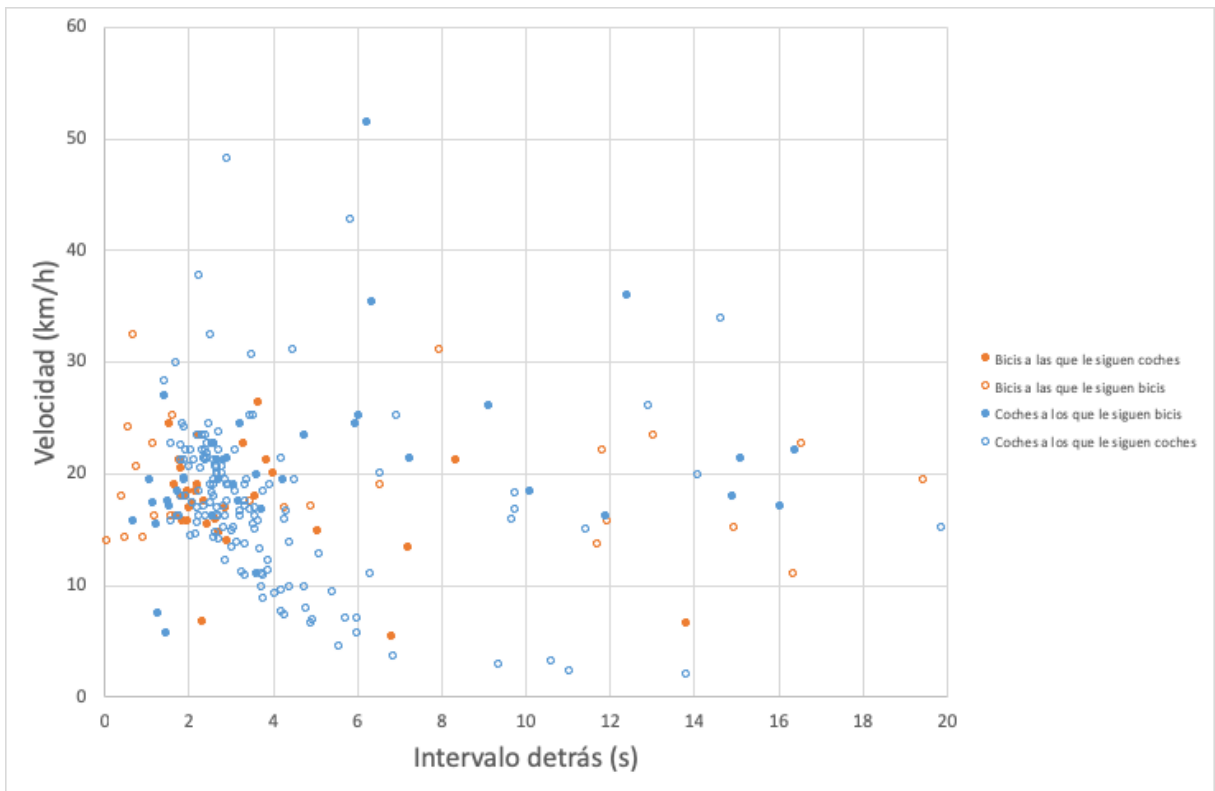


FIGURA 97 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragozá, 70)

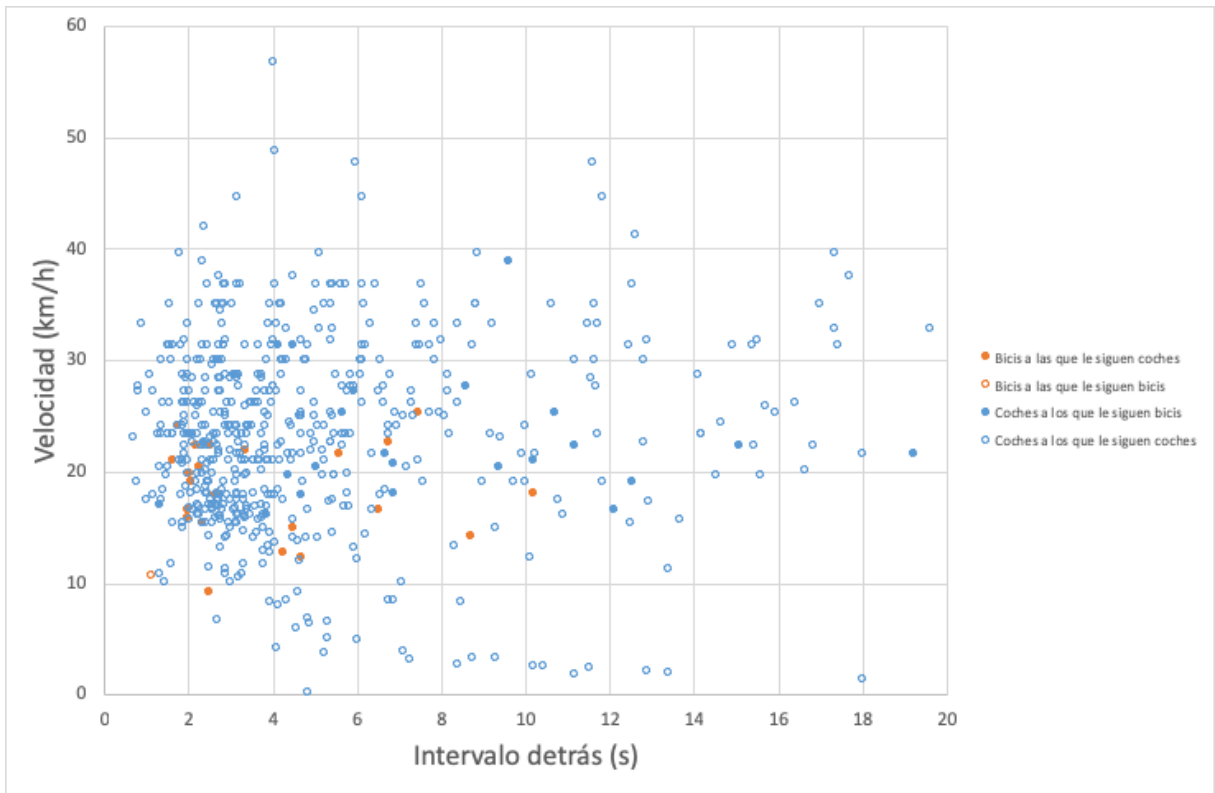


FIGURA 98 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Quart, 80)

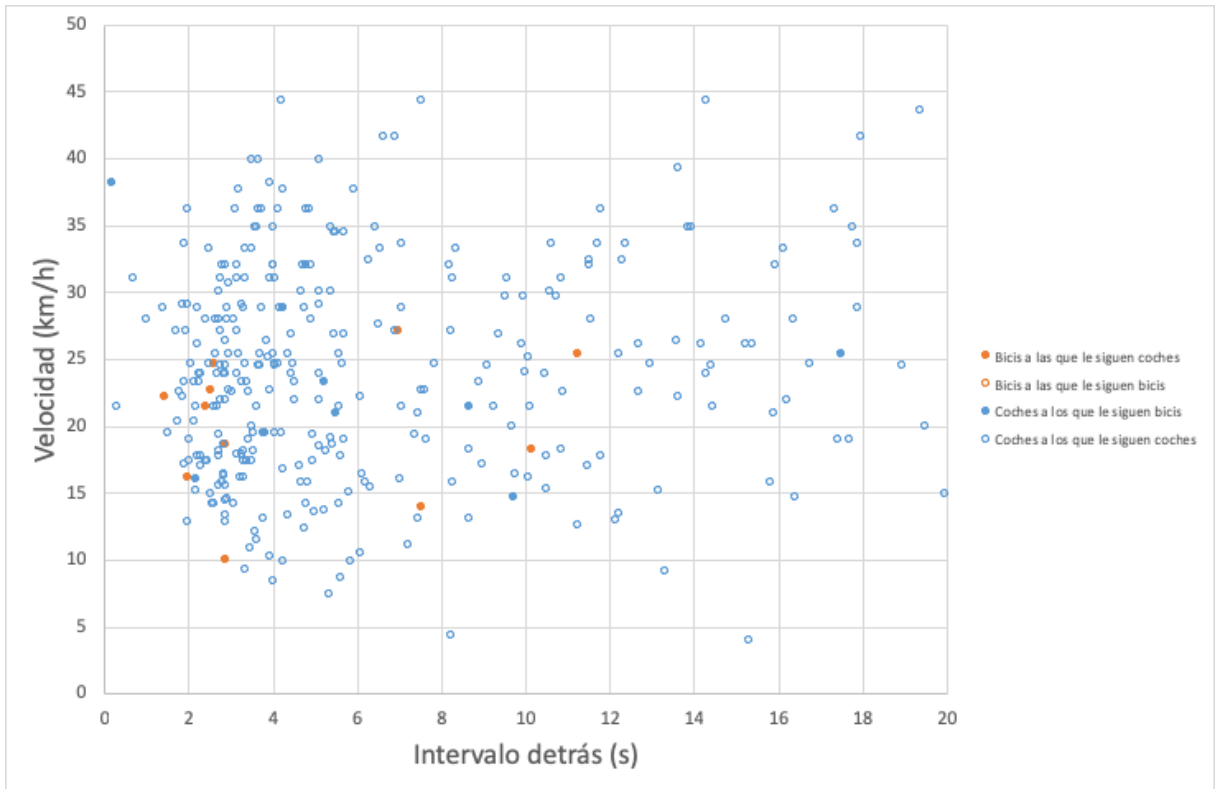


FIGURA 99 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle de Marva, 3)

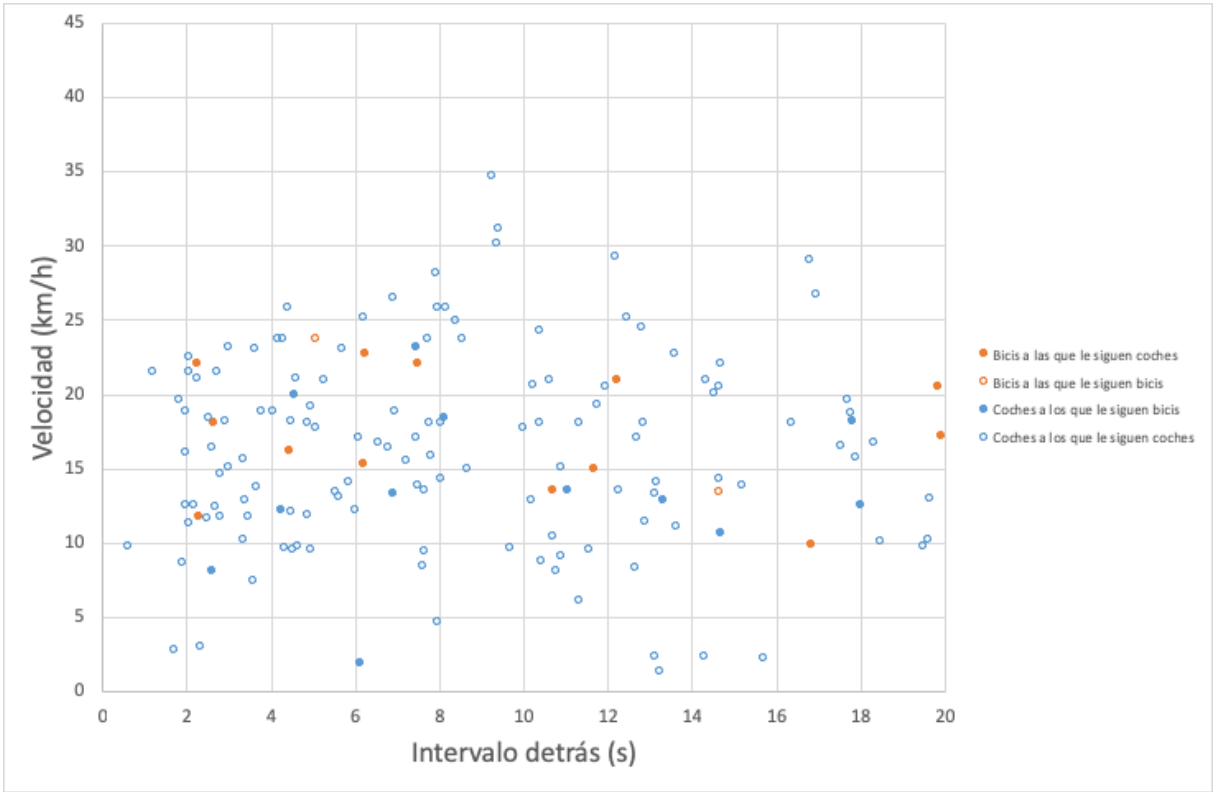


FIGURA 100 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Pedro III El Grande, 34)

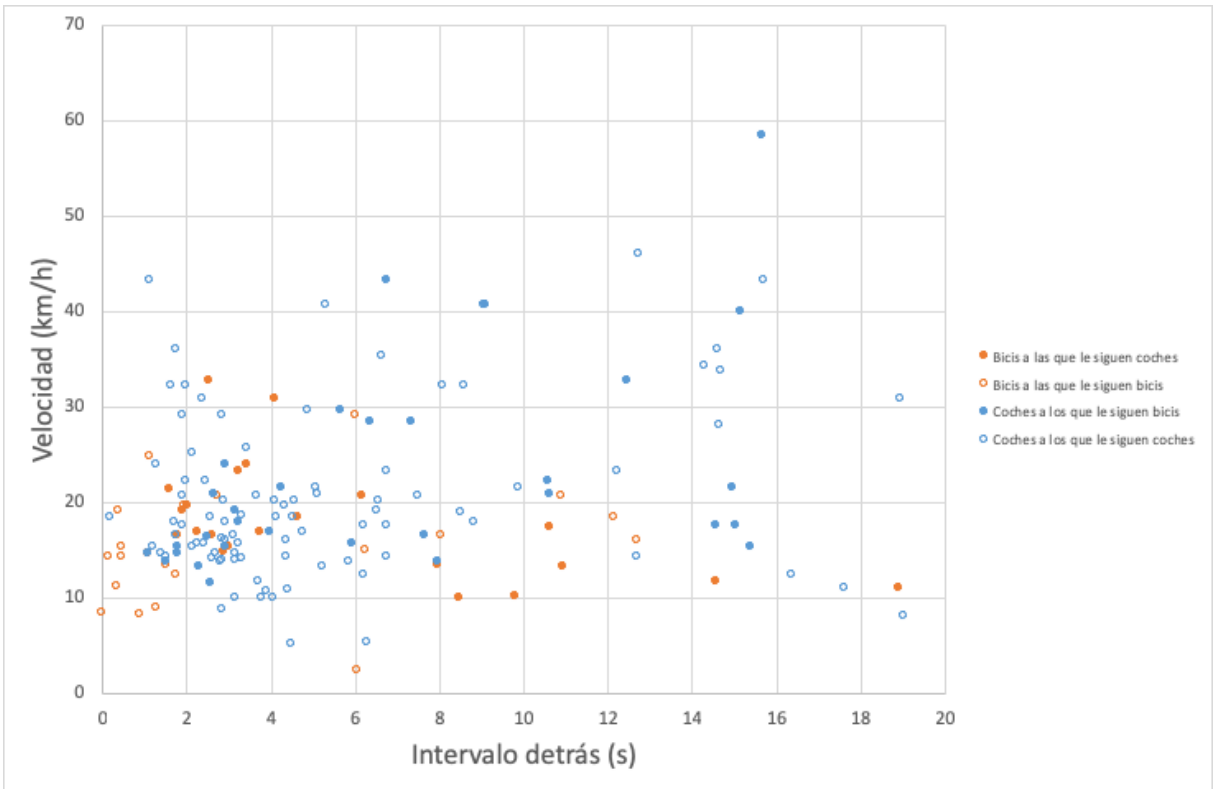
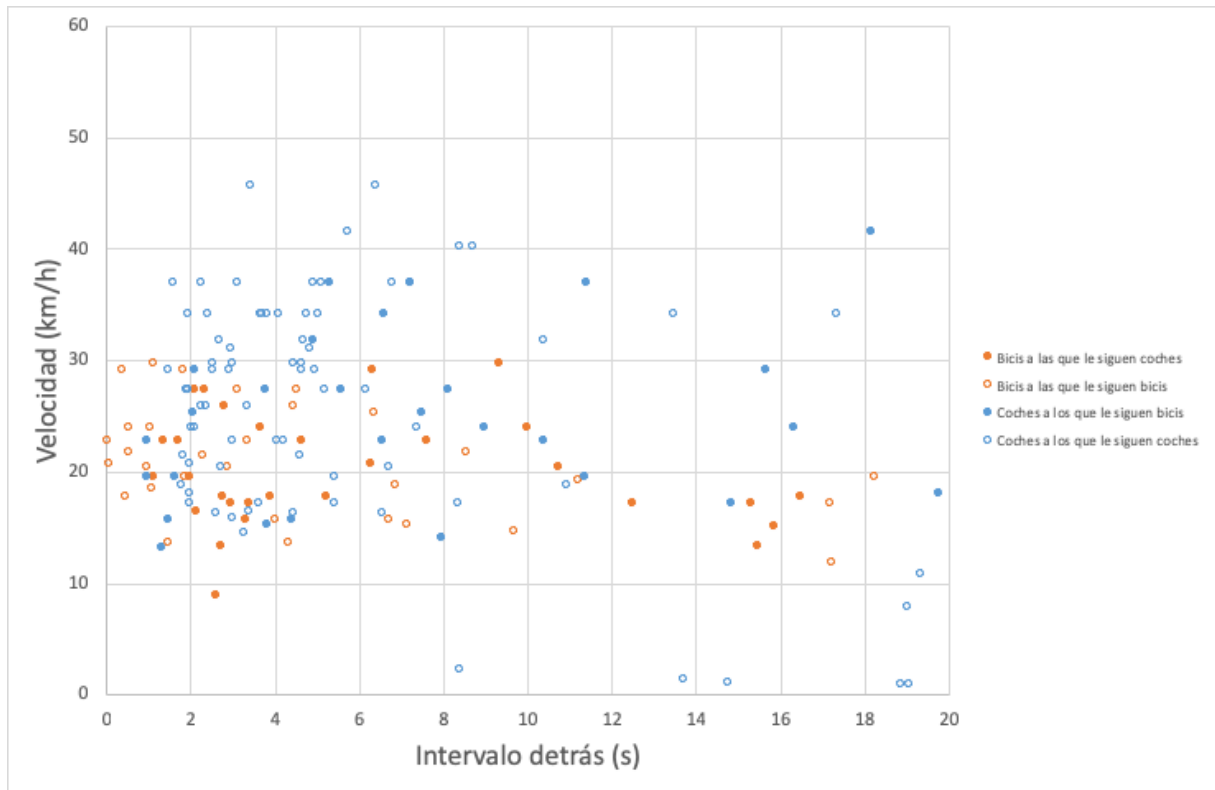


FIGURA 101 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 75)**FIGURA 102 - Diagrama de Velocidad - Intervalo Posterior (Calle Vicent Zaragoza, 28)**

Observando los diagramas arriba se percibe que, en el intervalo de 0 a 2 segundos, la mayor parte de los vehículos que circulan detrás son bicicletas y patinetes eléctricos detrás de otras bicicletas y patinetes eléctricos. Esto puede indicar que ellos están circulando en paralelo o en grupo. En Vicent Zaragoza, esto llama la atención, ya que en esta calle hay muchas bicicletas a las que les siguen otras bicicletas o patinetes eléctricos y la mayoría desarrolla una buena velocidad, de 20 km/h a 30 km/h.

Así como fue mostrado en el apartado de “Intervalo Anterior”, a través de los diagramas arriba también es posible ver que en todas las ciclocalles hubo situaciones de peligro. O sea, el intervalo entre los usuarios es muy corto para haber tiempo de reacción. A continuación, sigue algunas de las situaciones más peligrosas encontradas en las ciclocalles estudiadas, con respecto al intervalo posterior:

- Vicent Zaragoza 70: hay 01 coche a lo que le sigue una bicicleta a menos de 1 segundo de intervalo.
- Quart 80: hay 07 coches a los que le siguen coches con 1 segundo o menos de intervalo.
- Marva 3: hay 03 coches a los que le siguen coches con 1 segundo o menos de intervalo. También hay 01 coche a 0,2 segundos delante de una bicicleta, pero en esta situación el coche estaba adelantando la bici, pues el carril no era tan estrecho y la bici circulaba por la derecha. Se nota que en esta situación el coche está a casi 40 km/h mientras adelanta la bicicleta.
- Pedro III El Grande 34: hay 01 coche a lo que le sigue un coche a menos de 1 segundo de intervalo.

- Vicent Zaragoza 75: hay 01 coche a lo que le sigue un coche a 0,2 segundos de intervalo. También hay 01 coche a lo que le sigue una bicicleta con 1,07 segundos de intervalo.
- Vicent Zaragoza 28: hay 01 coche a lo que le sigue una bicicleta a menos de 1 segundo de intervalo.

4.5. OTRAS SITUACIONES

No solo la diferencia de velocidad entre los usuarios de la vía y el pequeño intervalo de tiempo entre los vehículos generan peligro al tráfico. La seguridad del tráfico también está relacionada con el comportamiento de los usuarios dentro y fuera de la vía. Durante las grabaciones de los videos fueron vistas algunas situaciones:

- VICENT ZARAGOZÁ, 70:
Bicicletas circulando por el carril de tranvía.
Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera.
Bicicletas, patinetes eléctricos y coches saltando el semáforo rojo.
- QUART, 80:
Bicicletas circulando en el sentido contrario al tráfico.
Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera.
- MARVA, 3:
Coches adelantando bicicletas en un carril estrecho.
- PEDRO III EL GRANDE, 34:
Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera.
- VICENT ZARAGOZÁ, 75:
Bicicletas circulando por el carril de tranvía.
Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera.
Bicicletas, patinetes eléctricos y coches saltando el semáforo rojo.
- VICENT ZARAGOZÁ, 28:
Bicicletas circulando por el carril de tranvía.
Bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera.

A continuación, la Tabla 12 permite contabilizar algunos de estos datos

Tabla 12 - Otras situaciones percibidas en las ciclocalles

CICLOCALLE	BICIS + OTROS CIRCULANDO POR LA ACERA		BICIS + OTROS CIRCULANDO POR EL CARRIL DE TRANVÍA		BICIS + OTROS QUE SALTARON EL SEMÁFORO ROJO		COCHES QUE SALTARON EL SEMÁFORO ROJO	
	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje
Vicent Zaragoza, 70	20	19%	2	2%	18	21%	10	5%
Quart, 80	8	24%	-	-	-	-	-	-
Marva, 3	3	16%	-	-	-	-	-	-
Pedro III El Grande, 34	5	19%	-	-	-	-	-	-
Vicent Zaragoza, 75	11	13%	1	1%	16	21%	7	4%
Vicent Zaragoza, 28	3	3%	3	3%	-	-	-	-

Se nota que la calle Quart 80 tiene el mayor porcentaje de las bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera. Por otro lado, la calle Vicent Zaragoza 70 es la ciclocalle que presenta la mayor cantidad de patinetes y bicicletas en la acera, más que el doble de la cantidad de Quart 80. Cuando se adopta este número como una intensidad horaria, es decir, 20 bic/h circulando por la acera se puede dimensionar el peligro y la incomodidad que esto representa para los peatones. La calle Quart también sufre con situación debido estar ubicada en una zona con muchos peatones, así como Vicent Zaragoza.

Hay muchos factores que llevan al ciclista o usuario de patinete a preferir circular por las aceras, por ejemplo:

- Las colas largas de vehículos parados,
- la presencia de charcos en las calles,
- la inseguridad debido a las altas velocidades de los coches,
- la falta de conocimiento sobre la normativa de tráfico.

Se puede aplicar los mismos factores en situaciones donde las bicicletas y patinetes eléctricos van por el carril de tranvía. Por otro lado, el porcentaje en esta situación es más de 10 veces menor que el porcentaje de ciclistas y usuarios de patines que optan por circular en la acera, con excepción de Vicent Zaragoza 28, donde el porcentaje es el mismo.

Analizando ahora vehículos que no respetan el semáforo rojo se percibe que en los dos puntos de grabación los porcentajes son muy parecidos, tanto para coches como para bicicletas y patinetes eléctricos. Sin embargo, se nota que los coches saltan el semáforo rojo de cuatro o cinco veces menos que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos.

Cada una de las situaciones mencionadas exigen un estudio más profundo para comprender las razones que llevan a los ciclistas a actuar de esta manera. Para algunas de ellas, la concientización pública sobre los derechos y deberes de la bicicleta pueden ayudar a resolverlas. Así como una fiscalía más frecuente en el tráfico también.

5. DISCUSIÓN

Durante los análisis hechos sobre cada ciclocalle fue posible identificar a través de diferentes aspectos algunas situaciones que pueden afectar la funcionalidad y seguridad de las ciclocalles. Sin embargo, se sabe que no solo un factor determina la característica de la vía. Es necesario analizar en un ámbito más grande, integrando diversos factores a fin de comprender mejor la situación de cada ciclocalle estudiada.

Primeramente, se debe tener en cuenta que cada ciclocalle presenta diferentes intensidades totales y específicas de vehículos, y esto es un punto importantísimo que tiene gran influencia sobre los resultados.

Es decir, cuanto más vehículos en la calle, mayor la probabilidad de ser afectada la funcionalidad y seguridad de la vía. El diagrama abajo ejemplifica esta situación.

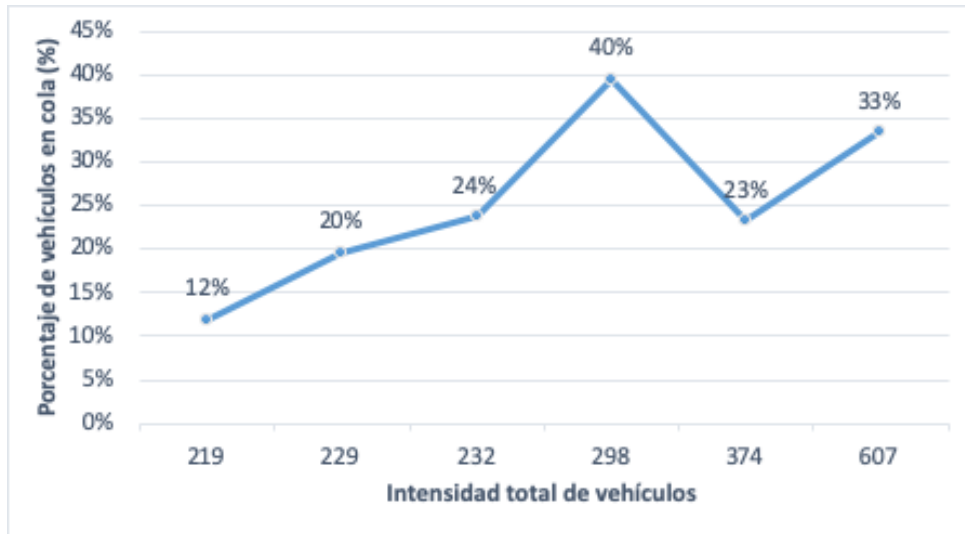


FIGURA 103 - Influencia de la intensidad de vehículos en el porcentaje de vehículos en cola en las ciclocalles estudiadas

Tabla 13 - Influencia de la intensidad de vehículos en el porcentaje de vehículos en cola

CICLOCALLES EN ORDEN CRESCENTE	TOTAL DE VEHÍCULOS	% EN COLA
Pedro III El Grande, 34	219	12%
Vicent Zaragoza, 28	229	20%
Vicent Zaragoza, 75	232	24%
Vicent Zaragoza, 70	298	40%
Marva, 3	374	23%
Quart, 80	607	33%

Durante el análisis también fue visto que el porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos en los grupos que están en cola no implica que la cola sea mayor. Es decir, fue comprobado que cuanto más el tráfico se encuentra retenido, menos ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos se encuentran entre los usuarios.

Este dato puede estar relacionado con el aumento de bicicletas y patinetes eléctricos circulando por la acera, ya que fue visto muchos de ellos haciendo esto en este tipo de situación.

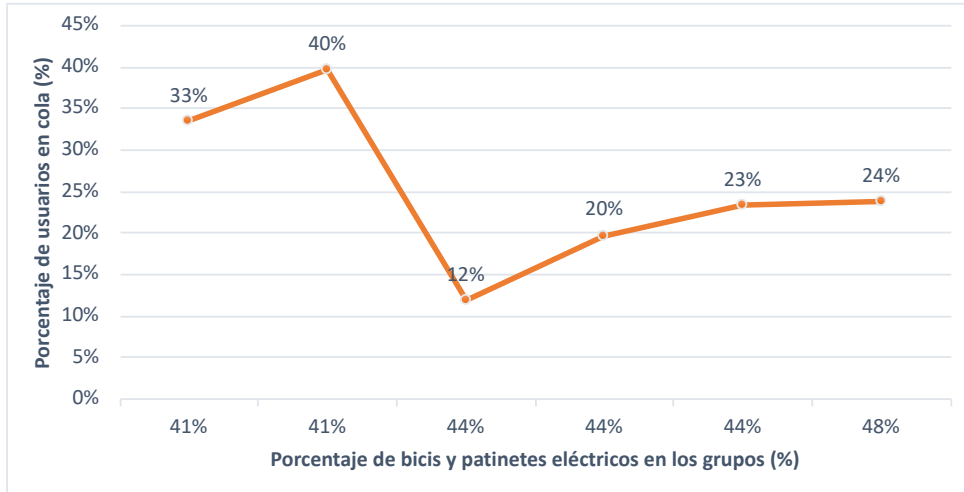


FIGURA 104 - Influencia del porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos con relación al porcentaje de usuarios en cola

Tabla 14 - Influencia del porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos con relación al porcentaje de usuarios en cola

CICLOCALLES EN ORDEN CRESCENTE	% EN COLA	% DE BICIS + OTROS EN LOS GRUPOS
Quart, 80	33%	41%
Vicent Zaragoza, 70	40%	41%
Pedro III El Grande, 34	12%	44%
Vicent Zaragoza, 28	20%	44%
Marva, 3	23%	44%
Vicent Zaragoza, 75	24%	48%

Otro punto que también llama la atención es que las velocidades medias de los coches en las ciclocalles estudiadas no están condicionadas por el tamaño de la cola que se forma en el tráfico. En la tabla 15 se puede ver que las ciclocalles con el mismo tamaño de cola presentan velocidades medias para los coches muy diferentes, como es la situación entre Pedro III El Grande 34 con Marva 3 y Vicent Zaragoza 28 con Vicent Zaragoza 75. Además de esto, se percibe que la calle Pedro III El Grande 34, la cual presenta una de las menores colas, y la calle Vicent Zaragoza 70, la que presenta la cola más larga, ambas las ciclocalles tienen velocidades medias parecidas.

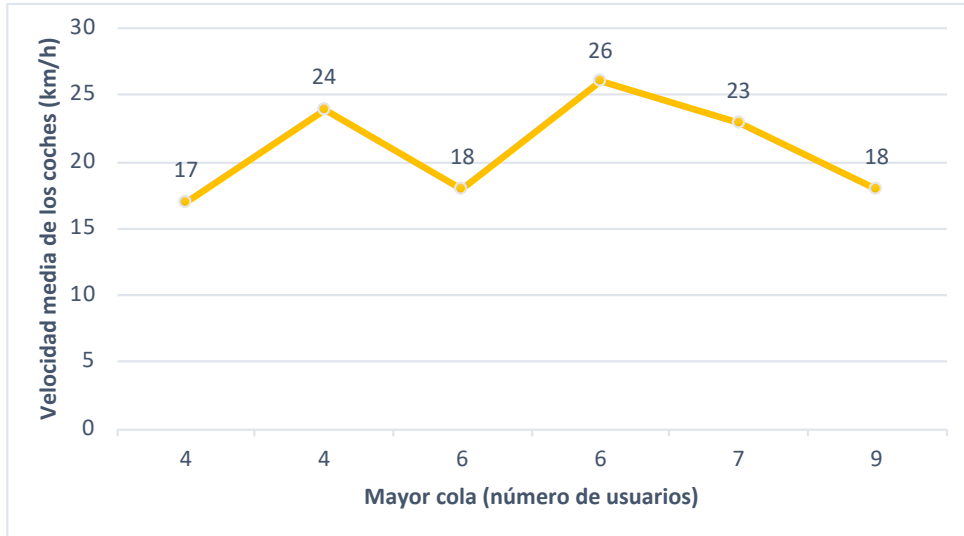


FIGURA 105 - Influencia del porcentaje del tamaño de la cola con relación a la velocidad media de los coches

Tabla 15 - Influencia del porcentaje del tamaño de la cola con relación a la velocidad media de los coches

CICLOCALLES EN ORDEN CRESCENTE	MAYOR COLA	VELOCIDAD COCHES
Pedro III El Grande, 34	4	17
Marva, 3	4	24
Vicent Zaragoza, 75	6	18
Vicent Zaragoza, 28	6	26
Quart, 80	7	23
Vicent Zaragoza, 70	9	18

Analizando las ciclocalles de manera más específica, la calle Marva 3 presentó resultados satisfactorios durante los análisis hechos, excepto por la intensidad específica de bicicletas y patinetes eléctricos. En Marva 3 se percibió una buena velocidad media para los coches y bicicletas, poca retención del tráfico por ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos y buenos intervalos anteriores y posteriores entre los vehículos. A pesar de que la retención por coches fue de 20%, se vio que esto se pasa debido el acceso al aparcamiento público. Lo que llama la atención en esta calle es la seguridad, pues debido la calzada tener apenas un carril, pero más ancha que el normal (3,50 metros aproximadamente), esto da la sensación a los conductores que hay espacio suficiente para adelantar los ciclistas, creando entonces una situación de riesgo. Para este tipo de calle, se puede construir apartaderos para las bicicletas a la derecha, cambiando el tipo de aparcamiento de los coches en la calle de batería para aparcamiento en línea. Así se ganaría espacio hasta para construir un carril bici.

Fue visto que la ciclocalle Quart, 80 ha presentado una alta intensidad total de vehículos con más de 600 veh/h. Además de esto, la intensidad de bicicletas es una de las más bajas comparando con las otras ciclocalles, siendo la única calle en que no hubo ningún patinete circulando por la calzada. Quart 80 fue la segunda ciclocalle con la cola más larga y también la segunda ciclocalle en que los coches guardan el

segundo menor intervalo anterior. Sin embargo, Quart 80 presenta una alta velocidad media para los coches, aproximadamente 23 km/h.

Frente a todos estos datos se percibe que hay muchos indicativos de que la propuesta de circulación mixta entre coches y bicicletas o de otro modo de transporte de menor velocidad puede ser una actuación de riesgo. De acuerdo con el documento *Fact Sheet on Cycle Streets* del proyecto PRESTO, en Alemania, el código de tráfico determina que para que una calle pueda ser ciclocalle el tráfico motorizado debe estar abajo de los 3.000 vehículos/día. O sea, con una intensidad en hora pico de más de 600 vehículos, se supone que en 24 horas la intensidad vehicular en la calle Quart sea igual o superior a 3.000 vehículos. Aún en esta guía, el programa PRESTO explica que en las ciclocalles los ciclistas deben, perceptivamente, dominar el paisaje y el tráfico. O sea, debería haber por lo menos dos veces más ciclistas que coches en este tipo de calle.

Por lo tanto, una idea para la situación de la calle Quart es el cambio de la ruta ciclista para calles paralelas con menos tráfico. Y de acuerdo con la demanda ciclista se puede hasta aplicar alguna de las propuestas de mejora mencionadas anteriormente, como permitir la circulación ciclista a contracorriente y utilizar asfalto colorido para dejar más claro a todos sobre el paso de bicicletas y patinetes eléctricos.

Pedro III El Grande 34 fue una ciclocalle que se diferenció de las otras calles estudiadas en este trabajo. Además de haber sido la calle con el menor porcentaje de usuarios en cola, también fue el sitio donde los coches y las bicicletas mantuvieron el mayor intervalo anterior y no hubo el registro de ningún ciclista o usuario de patinete eléctrico con intervalo posterior de 2 segundos o menos. Aún así la velocidad media de los coches fue de aproximadamente 17 km/h. O sea, la calle Pedro III El Grande es un ejemplo de respeto a los ciclistas y otros usuarios de la vía, así como de seguridad y fluidez en el tráfico.

La calle Vicent Zaragoza presentó diferentes comportamientos en los tres sitios de grabación. Sin duda alguna, se percibe que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos utilizan mucho la infraestructura de esta calle, lo que se puede comprobar por las altas intensidades específicas.

En el sentido este – oeste, donde se encuentra el punto A2 de grabación (Vicent Zaragoza 75) fue visto que hubo una gran cantidad de ciclistas que prefirieron seguir recto por la calle Vicent Zaragoza, aunque esta ya no sea una ciclocalle. En este sentido de la calle, la ruta ciclista abarca solamente un tramo de Vicent Zaragoza 75 y sigue por calles paralelas, como fue sugerido para la calle Quart. Sin embargo, fue contabilizado casi el doble de bicicletas y patinetes eléctricos que prefirieron continuar en la calle Vicent Zaragoza que a girar a la derecha siguiendo la ruta de ciclocalle. No fue posible comprender las razones que impiden que la ciclocalle sea directa en este lado de la calle. Como fue hablado anteriormente, una infraestructura ciclista debe ser directa, coherente y atender a las necesidades de los usuarios. Así como es en el sentido oeste – este (puntos de grabación A1 y A3) se propone que sea igual en el sentido este – oeste (punto de grabación A2), tornando toda la calle Vicent Zaragoza una ciclocalle.

Otra observación hecha fue que la cantidad de bicicletas en el sentido oeste – este, desde Vicent Zaragoza 28 hasta Vicent Zaragoza 70, es casi la misma. O sea, se entiende que los ciclistas siguen por la ciclocalle hasta su fin. La diferencia que se nota en esta situación es la cantidad de coches, de modo que Vicent Zaragoza 70 presenta más coches que Vicent Zaragoza 28. A partir de ahí se puede percibir que hay alguna calle ortogonal que incorpora más vehículos a motor a la calle Vicent Zaragoza. Además de esto se verificó que la velocidad media de los coches ha disminuido mucho desde Vicent Zaragoza 28 (26 km/h) hasta Vicent Zaragoza 70 (18 km/h). Ante a estos datos se percibe que sería bueno promover alguna actuación de mejora más cerca del punto de grabación A1, o sea, más cerca de Vicent Zaragoza 70. Sin embargo, fue notado que la calle Vicent Zaragoza presenta algunas limitaciones

referentes a espacio debido la calzada ser estrecha (3,0 metros) y por haber muchos peatones circulando por la acera. Por lo tanto, las mejores propuestas para aplicar allá serían actuaciones que no demandan mucho espacio, como cambio no ciclo semafórico, pavimento colorido y apartaderos, por ejemplo. En el apartado de “Aplicación Práctica” habrá más detalles sobre esto.

De manera general, la calle Quart 80 parece ser la ciclocalle más peligrosa debido las altas velocidades desarrolladas por los conductores y la pequeña cantidad de bicicletas y patinetes eléctricos circulando por allá.

Por otro lado, en la calle Marva 3, conforme fue dicho anteriormente, se puede pasar actuaciones peligrosas en la interacción entre conductores y ciclistas, pues a pesar del carril más ancho, el espacio no es suficiente para garantizar el adelantamiento con seguridad.

Durante los análisis se quedó claro que Vicent Zaragoza 70 es el punto con mayor retención del tráfico, teniendo 40% de los vehículos en cola, un valor alto. Pero, a pesar de la gran cantidad de ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos, se vio que los conductores son responsables por dos tercios de la retención del tráfico.

6. APLICACIÓN PRÁCTICA

Como fue visto, en la ciclocalle Vicent Zaragoza 70 los conductores presentaron una baja velocidad media y también una disminución en el intervalo anterior medio. A fin de intentar mejorar la funcionalidad y seguridad en este tramo de la calle y ofrecer más comodidad a los ciclistas, se propone la construcción de un apartadero en el punto de grabación A1 (Vicent Zaragoza 70).

Por otro lado, fue visto en los análisis que el tramo Vicent Zaragoza 28 (punto de grabación A3) presentó buenos datos con respecto a la seguridad y funcionalidad de la vía. En esta parte de la calle tanto los coches como las bicicletas y patinetes eléctricos presentaron altas velocidades medias, grandes intervalos de tiempo entre los vehículos, bajo porcentaje de usuarios en cola y pocas bicis y patinetes eléctricos circulando en la acera. Sin embargo, este punto A3 se encuentra a más de 300 metros del punto de grabación A1 (Vicent Zaragoza 70), donde se ha percibido situaciones de conflicto. Es decir, en esta gran distancia entre los dos sitios puede haber otro punto donde haya problemas en el tráfico. Además de esto, se ve que las manzanas entre los puntos A3 y A1 son muy largas, y esto puede ser un factor que contribuye con la retención del tráfico, ya que no hay posibilidades de giros. Frente a esto, se propone la adopción de otro aparcadero en la calle Vicent Zaragoza 60, un sitio entre los dos puntos de grabación A3 y A1, con la manzana más larga.

Es importante destacar que el punto A3 no sería un buen sitio para la implementación de un apartadero pues está delante de la entrada de una escuela, y como fue visto, muchos conductores paran al medio de la calle para dejar los niños en la escuela. Por lo tanto, se cree que los apartaderos perderían su función cuando ubicados en sitios como este.

Se cree que con la construcción de estos dos apartaderos sugeridos habrá una separación de los usuarios de la vía de acuerdo con su tipología. Es decir, las bicicletas y patinetes eléctricos se dislocarán para la derecha en el apartadero, pues suelen circular a menor velocidad. Mientras esto, los vehículos a motor tendrán libre el carril y así podrán adelantar las bicicletas de manera segura, ya que van a mayor velocidad.

Los dos apartaderos propuestos deberán ser construidos ambos al lado derecho de la calle, pero en Vicent Zaragoza 70 (apartadero 1) la ubicación será próxima a la esquina, junto del semáforo, debido los conflictos percibidos en los giros a la derecha. Ya en Vicent Zaragoza 60 (apartadero 2) la ubicación del apartadero será al medio de la manzana, debido ser una manzana con aproximadamente 100 metros de largura.



FIGURA 106 - Ubicación de los apartaderos

Fuente: Google Earth – adaptado.

Como fue explicado anteriormente en el apartado “Retención del Tráfico” una persona en el tráfico necesita 2 segundos para reaccionar frente a una situación inesperada y con 3 segundos de intervalo el tráfico ya no es considerado retenido. Por lo tanto, para determinar el tamaño del apartadero fue considerado que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos deberían quedar en el apartadero por lo menos 3 segundos. Asumiendo que la velocidad media de los ciclistas sea de 17,5 km/h (velocidad media de los ciclistas calculada en el punto de grabación A1) será necesario un espacio de 15 metros para la construcción de un apartadero. Además de esto, también fue considerado un espacio a más para la entrada y salida de los ciclistas. En total, para cada apartadero se propone tener libre un espacio de 18 metros de largo, es decir, quitar aproximadamente cuatro plazas de aparcamiento de la calle. Dentro de esta medida, se destinará 15 metros para el apartadero y los otros tres metros serán utilizados para ajustar la entrada y salida de los ciclistas, conforme se explica en la Figura 107.

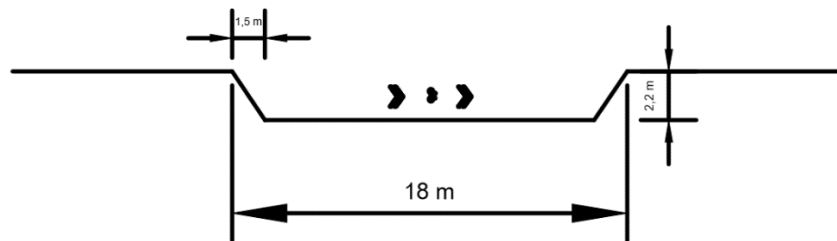


FIGURA 107 - Medidas de los apartaderos

Considerando que la velocidad media de los ciclistas sea de 17,5 km/h, conforme fue medido durante los análisis del punto A1, en los 15 metros de apartadero los conductores ganarán aproximadamente tres segundos de intervalo anterior ante una bicicleta o patinete eléctrico. Sin embargo, si no hay ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos delante de un coche, el intervalo anterior de los coches seguirá el mismo, ya que los apartaderos son destinados exclusivamente a bicicletas y patinetes eléctricos. Además de esto, durante los análisis, en el apartado de retención del tráfico, fue visto que los grupos de tres usuarios en cola suelen ser muy populares en las ciclocalles. O sea, los otros grupos de usuarios en cola que son mayores ocurren con menor frecuencia.

De acuerdo con la guía política de infraestructura del programa PRESTO, el ancho del pavimento requerido para un ciclista y su bicicleta es de 0,75 m. Pero, además de esto, hay que considerar un margen para el zigzag y para las distancias de miedo de los obstáculos. La guía explica que en la situación más común se requiere un ancho de pavimento mínimo absoluto de 0,90 metros. Como las plazas de aparcamiento poseen aproximadamente 2,20 metros de ancho, no habrá problemas cuanto a esto. Al contrario, esta medida de ancho ofrecerá confort y seguridad a los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos.

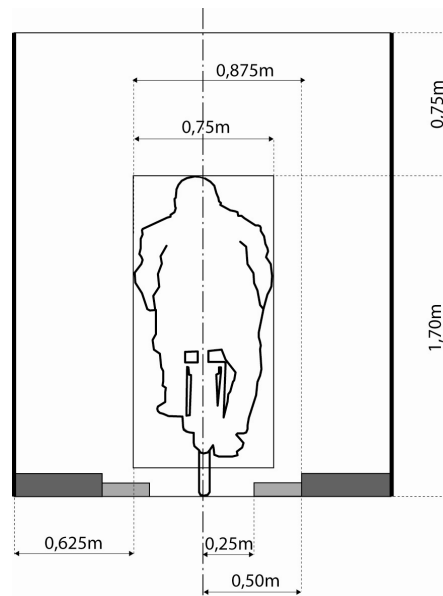


FIGURA 108 - Sección de espacio libre para los ciclistas

Fuente: PRESTO *Policy Guide Infrastructure* / CROW 2006: *Design Manual for Bicycle Traffic*.

En estas propuestas de aplicación práctica también se incluye algunos cambios en la señalización horizontal y vertical. En el apartadero 1 (Vicent Zaragoza 70), debido a la proximidad con el semáforo, será necesario una extensión de la línea de retención en el apartadero, para que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos sepan dónde deben parar cuando el semáforo esté rojo. Además de esto, en ambos apartaderos, se propone pintar las marcas viales de ciclocalle (dos arcos y una bicicleta) en el carril de cada apartadero. También se debe añadir, como parte de la señalización vertical, placas indicando la prohibición de parada y estacionamiento para garantizar que este espacio esté siempre libre.

Para complementar la actuación se propone la utilización de pavimento colorido, o sea, hacer los apartaderos con un color diferente de la calzada de tráfico, preferencialmente rojo, ya que este color es lo más utilizado en la infraestructura ciclista de la ciudad de Valencia. Esta medida tiene como objetivo dejar claro a todos los usuarios de la vía que esta parte de la calzada está destinada al uso de bicicletas y

patinetes eléctricos y, por lo tanto, no es permitido el uso de esta área por vehículos a motor, tampoco para aparcamiento.

Otra situación percibida fue que los conflictos entre los vehículos a motor y las bicicletas que suelen pasar en la calle Vicent Zaragozá 70 son mayoritariamente en los giros a la derecha. Para este tipo de situación, además del aparcadero, se propone la implementación de ciclo semafórico exclusivo para ciclistas con salida de bicicletas algunos segundos delante de los coches. Esta actuación ayudará a mejorar la visibilidad y consecuentemente la seguridad de los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos. Además de esto, cuanto menor el retraso para el ciclista, más competitivo se vuelve el ciclismo en comparación con los otros modos de transporte.

Un desafío que se encuentra en la propuesta de los apartaderos es la reintegración de la bicicleta o patinete eléctrico en el tráfico mixto otra vez. Para esta situación el apartadero 1, en Vicent Zaragozá 70, tiene la ventaja de ser en la esquina y tener ciclo semafórico exclusivo para los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos. Ya el apartadero 2 en Vicent Zaragozá 60 no contará con esto. En esta situación los conductores deberán ser instruidos a ceder el paso para las bicicletas y patinetes eléctricos que están saliendo del apartadero. Independientemente de la situación, es siempre válido promover campañas de tráfico para aclarar todas las dudas de los usuarios de la vía, explicando los derechos y responsabilidades de cada uno y, entonces, garantizando más seguridad a todos.

7. CONCLUSIONES

Este Trabajo de Fin de Máster propone el análisis de la seguridad vial y de la funcionalidad en algunas ciclocalles de la ciudad de Valencia y sugiere algunas medidas de actuación para la mejora de los conflictos percibidos en la calle Vicent Zaragozá.

En primer lugar, fue necesario comprender el papel que la bicicleta tiene hoy en día en el sistema de transporte, así como sus ventajas y limitaciones. Se nota que el fomento de la bicicleta como modo de transporte alcanza diferentes rangos de la sostenibilidad y calidad de vida. Además de esto, fue posible entender y diferenciar las infraestructuras ciclistas que hay en las ciudades, así como sus filosofías y características.

A través de algunos ejemplos de ciudades europeas consideradas como modelos en la promoción del uso de la bicicleta fue posible notar las diferencias en la perspectiva que cada ciudad tiene sobre el tema, a través de las intensidades ciclistas, de los planes estratégicos y otros. Las ciudades se encuentran en diferentes niveles de éxito y, por lo tanto, cada una desarrolla políticas de acuerdo con los desafíos que tienen. Sin embargo todas las ciudades de diferentes partes de Europa tienen la bicicleta en el centro del desarrollo urbano y trabajan con planes de estrategias específicas para promover este modo de transporte. Por lo tanto, un Plan de Estrategia Ciclista podría ayudar a la integración de la bicicleta con el Plan Director General de Valencia, dando así un papel más importante a los ciclistas junto de los peatones. Además, todas las ciudades europeas mencionadas en este trabajo afirman que ciclocalles son calles destinadas al uso preferencial de bicicletas, donde los coches deben actuar como invitados. Pero en las ciclocalles de Valencia aún no hay esta concepción sobre este tipo de infraestructura. Los coches dominan el paisaje urbano y también las ciclocalles. El éxito de la promoción ciclista está además de la creación de un carril bici, o el cambio de una calle por ciclocalle. Es necesario tener un equilibrio entre infraestructura, políticas y aplicación de la ley.

Para llevar a cabo el estudio, fueron seleccionadas algunas ciclocalles de Valencia, donde fueron hechas grabaciones, a fin de conocer las características del tráfico y percibir los conflictos entre vehículos motorizados y bicicletas.

Durante los análisis fue posible sacar datos sobre la intensidad modal, la velocidad media, los intervalos entre los vehículos y otras situaciones percibidas. Fue visto que la intensidad vehicular es muy diferente entre las ciclocalles y esto tiene una gran influencia sobre los resultados. Es decir, la mayor cantidad de vehículos también es un condicionante para la menor velocidad del tráfico. Se notó que en todas las calles el porcentaje de tráfico retenido por coches es mucho más alto que el porcentaje de tráfico retenido por bicicletas.

Durante las grabaciones fueron identificadas algunas situaciones que justifican la baja velocidad de los coches y, consecuentemente, la posible retención del tráfico: coches buscando aparcamiento, coches parando para dejar los niños en la escuela, coches parando para el paso peatonal y coches disminuyendo la velocidad para girar.

Se identificó una relación entre la intensidad total de vehículos y las colas. Es decir, aquellas ciclocalles que presentaron mayores intensidades totales de vehículos también presentaron los porcentajes más altos de usuarios en cola y las colas más largas.

También fue visto que en todas las ciclocalles las bicicletas y los patinetes eléctricos tuvieron un intervalo anterior medio mayor ante a los coches y menor ante otras bicicletas y patinetes eléctricos. Además de esto, fue visto que los coches mantienen un intervalo anterior mayor cuando el vehículo delante es una bicicleta o un patinete eléctrico, probablemente porque se quedan pendientes por si hay alguna situación de peligro. Otro factor que fue visto y que puede influenciar en el intervalo anterior son los semáforos, ya que obligan a los usuarios de la vía a parar y todos los intervalos anteriores son reducidos. Sin embargo, esto casi no se aplica a las bicicletas y patinetes eléctricos, ya que la mayoría salta el semáforo rojo.

Con relación a los intervalos entre vehículos fue observado que, en el intervalo de 0 a 2 segundos, la mayor parte de los vehículos que circulan detrás son bicicletas y patinetes eléctricos detrás de otras bicicletas y patinetes eléctricos. Esto puede indicar que ellos están circulando en paralelo o en grupo y no indican peligrosidad.

Durante el análisis también fue percibido que el porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos en los grupos que están en cola no implica que la cola sea mayor. Es decir, fue comprobado que cuanto más el tráfico se encuentra retenido, menos ciclistas o usuarios de patinetes eléctricos se encuentran entre los usuarios. Y que las velocidades medias de los coches en las ciclocalles estudiadas no están condicionadas por el tamaño de la cola que se forma en el tráfico. O sea, ciclocalles con el mismo tamaño de cola presentan velocidades medias para los coches muy diferentes. Además de esto, se percibe que la calle Pedro III El Grande 34, la cual presenta una de las menores colas, y la calle Vicent Zaragoza 70, la que presenta la cola más larga, ambas las ciclocalles tienen velocidades medias parecidas.

Otro dato contabilizado fue el porcentaje de bicicletas y patinetes eléctricos que no circulan por la calzada. De acuerdo con el estudio hecho, los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos que fueron por el carril de tranvía fue más de 10 veces menor que el porcentaje de ciclistas y usuarios de patines que optaron por circular en la acera, con excepción de Vicent Zaragoza 28, donde el porcentaje fue el mismo. Además, también fue visto que los coches saltaron el semáforo rojo de cuatro o cinco veces menos que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos.

Finalmente, la calle Quart 80 y Marva 3 son las ciclocalles más peligrosas debido a las altas velocidades desarrolladas por los conductores y la pequeña cantidad de bicicletas y patinetes eléctricos circulando por allá. Además de esto, la calle Marva 3, no ofrece seguridad en la interacción entre conductores y

ciclistas, pues a pesar del carril más ancho, el espacio no es suficiente para garantizar el adelantamiento seguro. Por otro lado, la calle Pedro III El Grande 34 presentó resultados satisfactorios con respecto a la seguridad y funcionalidad de la vía.

De manera general, fue notado que la calle Vicent Zaragoza fue la calle en que los ciclistas y usuarios de patinetes eléctricos más utilizan la infraestructura ciclista. Las propuestas de mejora sugeridas para este sitio fueron actuaciones que no demandan mucho espacio y tampoco altas inversiones. Los apartaderos facilitarían el adelantamiento de las bicicletas por los coches de manera segura. El cambio no ciclo semafórico ayudaría a mejorar la visibilidad y la seguridad de los ciclistas y el pavimento colorido dejaría claro a todos los usuarios de la vía sobre el posible punto de conflicto y también ayudaría la comprensión de los ciclistas por donde deberían circular.

Es importante aclarar que ninguna de las propuestas de mejora funcionará si no haber un cambio comportamental por parte de todos los usuarios de la vía pública, con respecto a sus derechos y obligaciones. La concientización publica es una herramienta fundamental para lograr el éxito en todas las actuaciones.

8. REFERENCIAS

- Administración del Ambiente, Movilidad y Espacio Urbano de la Municipalidad de Copenhague. (2015). El conteo de Bicicleta 2014. Copenhague.
- Ayuntamiento de Barcelona. Bicicleta. Barcelona. Recuperado de:
<http://ajuntament.barcelona.cat/bicicleta/es/servicios/vias-de-circulacion/tipo-de-via/vias-ciclables>. Acceso en: 17 de enero. 2019.
- Ayuntamiento de Valencia. (2010). Ordenanza de Circulación. Valencia. Recuperado de:
[http://www.valencia.es/twav/ordenanzas.nsf/vCategorias/04044EB7129D2EE2C1257117002F26A2/\\$file/O_Circulación%202010.pdf?openElement&lang=1&nivel=6](http://www.valencia.es/twav/ordenanzas.nsf/vCategorias/04044EB7129D2EE2C1257117002F26A2/$file/O_Circulación%202010.pdf?openElement&lang=1&nivel=6). Acceso en 15 de diciembre. 2018.
- Ayuntamiento de Valencia. (2013). Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia. Valencia.
- Ayuntamiento de Valencia. Plan Director de Seguridad Vial de Valencia 2018-2023. Valencia.
- Ayuntamiento de Valencia. (2019). Plano de itinerarios ciclistas. Valencia. Recuperado de:
[http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vCategoriaDescargas/6CEA196B8E5C4ABBC12577740037504A/\\$FILE/2876-01-ITINERARIOS%20CICLISTAS%20SEPTIEMBRE%202018-2.pdf](http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vCategoriaDescargas/6CEA196B8E5C4ABBC12577740037504A/$FILE/2876-01-ITINERARIOS%20CICLISTAS%20SEPTIEMBRE%202018-2.pdf). Acceso en 15 de diciembre. 2018.
- Bagloee, S. A., Sarvi, M., & Wallace, M. (2016). Bicycle lane priority: Promoting bicycle as a green mode even in congested urban area. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 87, 102–121. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.004>
- Bicycle Dutch. (2011). Rolling out a red carpet for cyclists. Ámsterdam. Recuperado de:
<https://bicycledutch.wordpress.com/2011/06/02/rolling-out-a-red-carpet-for-cyclists/>. Acceso en 23 de febrero. 2019.
- Bicycle Network. (2017). Contra-flow continues to grow. Recuperado de:
<https://www.bicyclenetwork.com.au/newsroom/2017/12/07/contra-flow-continues-to-grow/>. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- BZ Berlin. (2015). Neukölln soll zwei neue Fahrradstraßen bekommen. Berlin. Recuperado de:
<https://www.bz-berlin.de/berlin/neukoelln/neukoelln-soll-zwei-neue-fahrradstrassen-bekommen>. Acceso en 19 de enero. 2019.
- Carlos N. C. (2008). Nacen las ciclocalles para priorizar la bicicleta al coche en Valencia. 20minutos.es. Recuperado de: <https://www.20minutos.es/noticia/428722/0/bicis/calles/valencia/>. Acceso en: 16 de septiembre. 2018.
- Garrick, N. (2017). 5 Reasons Why Amsterdam Works So Well for Bikes. Citylab. Recuperado de:
<https://www.citylab.com/transportation/2017/10/5-reasons-why-amsterdam-works-so-well-for-bikes/544101/>. Acceso en: 23 de febrero. 2019.
- City of Amsterdam. Policy: Cycling. Amsterdam. Recuperado de:
<https://www.amsterdam.nl/en/policy/policy-traffic/policy-cycling/>. Acceso en 16 de febrero. 2019.
- City of Amsterdam. (2018). Plan Amsterdam. Amsterdam. Recuperado de:
www.amsterdam.nl/planamsterdam. Acceso en 16 de febrero. 2019.

- Clarke, C. (2006). The case against bicycle helmets and legislation. *World Transp. Policy Pract.* 12 (2), 6–16.
- Colville-Andersen, M. (2014). Innovation in, lycra out: what Copenhagen can teach us about cycling. *The Guardian*. Recuperado de: <https://www.theguardian.com/cities/2014/oct/16/copenhagen-cycling-innovation-lycra-louts-green-wave-bike-bridges>. Acceso en 20 de febrero. 2019.
- Copenhagenize.com. (2016). Three Design Elements for Safer Intersections. Recuperado de: <http://www.copenhagenize.com/2016/08/three-design-elements-for-safer.html>. Acceso en: 20 de febrero. 2019.
- Cycling Embassy of Denmark. (2012). Collection of cycle concepts 2012. Recuperado de: <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2013/12/Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf>. Acceso en 12 de enero. 2019.
- Denmark website. A nation of cyclists. Recuperado de: <https://denmark.dk/people-and-culture/biking>. Acceso en 12 de enero. 2019.
- European Commission. (1999). Cycling: The way ahead for towns and cities. DG XI - Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. Brussels. Recuperado de: http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_en.pdf. Acceso en 19 de enero. 2019.
- European Commission. (2019). Traffic rules and regulations for cyclists and their vehicles. Mobility and Transport. Recuperado de: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/special_regulations_for_or_pedestrians_and_cyclists/traffic_rules_and_regulations_for_cyclists_and_their_vehicles_en. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- European Cyclists' Federation. (2009). Future cities are cycling cities! Brussels. Recuperado de: <https://ecf.com/sites/ecf.com/files/Future-cities-are-cycling-cities.pdf>. Acceso en 19 de enero. 2019.
- European Economic and Social Committee. (2016). European Cycling Lexicon.
- Gemeente Amsterdam. (2013). MobiliteitsAanpak Amsterdam 2030. Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam. Meerjarenplan Fiets 2017-2022. Amsterdam.
- Gorris, T. (2019). Dutch bicycle infrastructure design principles. DTV Capacity Building. Recuperado de: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3970600/Webinar%20Bicycle%20infra%20design%20principles.pdf?utm_campaign=TCB_INT-Cycling%20Infra&utm_source=hs_email&utm_medium=email&utm_content=71111036&hsc_e=p2ANqtz-9vn5IUbgNJuxrCJPHAMpAUwxcQ9mnX5zFAvKIJQ1wMLXzGe9ySSgY_W-rJhAg0G790xdj62DR278HgD9eqcvZHygiCYR3S9Wlz43iaqcNfFOsRD8g&_hsmi=71111036. Acceso en 30 de marzo. 2019.
- Holland-Cycling.com. Road Signs for Cyclists. Recuperado de: <http://www.holland-cycling.com/tips-and-info/safety/road-signs-for-cyclists>. Acceso en 23 de febrero. 2019.
- Iamsterdam.com. Amsterdam's cycling history. Recuperado de: <https://www.iamsterdam.com/en/plan-your-trip/getting-around/cycling/amsterdam-cycling-history>. Acceso en 20 de febrero. 2019.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE. (2010). PROBICI. Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas. Madrid. Recuperado de: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_LibroProBici-GuiaBici-web1_1_f17cebb2.pdf. Acceso en 08 de abril. 2019.

- Maire de Paris. *Paris Cycling Policies*. European Cyclists' Federation. Recuperado de: https://ecf.com/system/files/ChristopheNajdovski_ParisCyclingPolicies.pdf. Acceso en 17 de febrero. 2019.
- Ministerio de Fomento. Orden FOM/273/2016. Norma 3-1 IC Trazado. España. Recuperado de: http://www.carreteros.org/normativa/trazado/31ic_2016/pdfs/om.pdf. Acceso en 16 de marzo. 2019.
- National Association of City Transportation Officials. (2014). *Urban Bikeway Design Guide*. Recuperado de: <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bikeway-signing-marking/colored-bike-facilities/>. Acceso en 04 de marzo. 2019.
- Paris Map 360. Paris Bike Map. París. Recuperado de: <https://parismap360.com/paris-bike-map#.XDoEQS2b7EY>. Acceso en 12 de enero. 2019.
- PRESTO. (2010). *Cycling Policy Guide – Cycling Infrastructure*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_cycling_infrastructure_en.pdf. Acceso en 28 de febrero. 2019.
- PRESTO. (2010). *Cycling Policy Guide – General Framework*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_general_framework_en.pdf. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- PRESTO. (2010). *Fact Sheet Contra-Flow Cycling*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_fact_sheet_contra_flow_cycling_en.pdf. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- PRESTO. (2010). *Fact Sheet on Cycle Streets*. Recuperado de: http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/03_PRESTO_Infrastructure_Fact_Sheet_on_Cycle_Streets.pdf. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- PRESTO. (2010). *Fact Sheet on Traffic-Light Intersections*. Recuperado de: http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/08_PRESTO_Infrastructure_Fact_Sheet_on_Traffic-light_Intersections.pdf. Acceso en 27 de febrero. 2019.
- Bagloe, S. A., Sarvi, M., & Wallace, M. (2016). Bicycle lane priority: Promoting bicycle as a green mode even in congested urban area. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 87, 102–121. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.004>
- Pu, Z., Li, Z., Wang, Y., Ye, M., & Fan, W. (2017). Evaluating the Interference of Bicycle Traffic on Vehicle Operation on Urban Streets with Bike Lanes. *Journal of Advanced Transportation*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6973089>
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50(SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.028>
- Reynolds, C. C. O., Harris, M. A., Teschke, K., Crompton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: A review of the literature. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-47>
- Robinson, D.L. (2006). No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets. *BMJ* 332, 722–725. doi:10.1136/bmj.332.7543.722-a.
- Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection. Transport Planning. Berlin. Recuperado de:

https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/rad/strategie/index_en.shtml. Acceso en 19 de enero. 2019.

Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection. (2018). Bicycle routes and facilities - Overview of bicycle path network. Berlin. Recuperado de: https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/mobil/fahrrad/radrouten/download/uebergeordnetes_fahrradroutennetz.pdf. Acceso en 19 de enero. 2019.

Senate Department for Urban Development and the Environment. (2013). New Cycling Strategy for Berlin. Berlin. Recuperado de: https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/rad/strategie/download/radverkehrsstrategie_senatsbeschluss_en.pdf. Acceso en 22 de enero. 2019.

Sharpin, A. B., Banerjee, S. R., Adiazola-Steil, C. y Welle, B. (2017). The Need for Safe Speeds: 4 Surprising Ways Slower Driving Creates Better Cities. The City Fix. World Resources Institute. <https://thecityfix.com/blog/the-need-for-safe-speeds-4-surprising-ways-slower-driving-creates-better-cities-anna-bray-sharpin-subha-ranjan-banerjee-claudia-adiazola-steil-ben-welle/>. Acceso en 23 de marzo. 2019.

Technical and Environmental Administration. Traffic Department. (2011). Copenhagen Cycling Strategy. Copenhagen.

Transportation Research Board (2016). Highway Capacity Manual – Chapter 15: Two-Lane Highways. Washington, D.C. The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine.

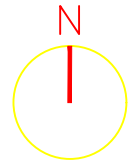
Vélib' Métropole. The Vélib' Service. Paris. Recuperado de: <https://www.velib-metropole.fr/en/service>. Acceso en 18 de febrero. 2019.

Visit Denmark website. Copenhagen on two wheels. Copenhagen. Recuperado de: <https://www.visitdenmark.com/copenhagen/activities/copenhagen-two-wheels-0>. Acceso en 12 de enero. 2019.

Welle, B., Li, W., Adiazola-Steil, C., King, R., Obelheiro, M., Sarmiento, C. y Liu, Q. (2015). Cities Safer Design. World Resources Institute. Recuperado de: <https://www.wri.org/publication/cities-safer-design>. Acceso en 23 de marzo. 2019.

9. ANEJOS

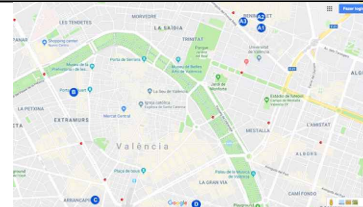
SITUACIÓN ACTUAL



ESCALA

1/750

UBICACIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Propuesta metodológica para el análisis de seguridad vial y de funcionalidad de ciclocalles. Aplicación a la calle Vicent Zaragoza (Valencia)

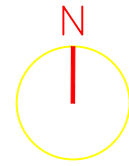
ALUMNA: Maryanne Barcelos de Faria

FIRMA:

CURSO: Máster en Transporte, Territorio y Urbanismo - 2017/2019

FECHA: Mayo/2019
PLANO 1/2

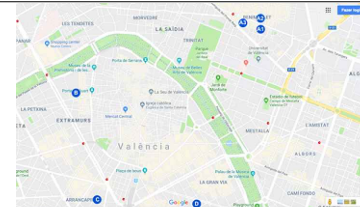
PROPUESTA DE MEJORA



ESCALA

1/750

UBICACIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Propuesta metodológica para el análisis de seguridad vial y de funcionalidad de ciclocalles. Aplicación a la calle Vicent Zaragoza (Valencia)

ALUMNA: Maryanne Barcelos de Faria

FIRMA:

CURSO: Máster en Transporte, Territorio y Urbanismo - 2017/2019

FECHA: Mayo/2019
PLANO 2/2