



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE  
CAMINS, CANALS I PORTS DE BARCELONA



## TESIS DOCTORAL

# ***INDISCIPLINA DE ESTACIONAMIENTO EN ENTORNOS URBANOS: IMPACTO EN LA CIRCULACIÓN Y EVALUACIÓN DE MEDIDAS PALIATIVAS***

**AUTOR:  
CARLOS MORILLO CARBONELL**

**DIRECTOR:  
JOSÉ MAGÍN CAMPOS CACHEDA**

**Programa: Enginyeria i Infraestructures del Transport**

**BARCELONA, SEPTIEMBRE DE 2019**



## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo no hubiera sido posible sin toda aquella gente que me ha concienciado de la necesidad de realizar un pequeño esfuerzo adicional (uno detrás de otro, de hecho).

Sin dudar, la persona que más me ha empujado, animado y seguido para que pudiera escribir estas palabras es Carolina, que durante algunos años ha tenido que ver cómo me pasaba noches y fines de semana sentado delante de un ordenador para poder dar forma al producto.

Como no, a Pau y Tona (Tona y Pau) con sus comentarios tanto de ánimo y jocosos sobre mi doctorado, palabras que me han sido imprescindibles para poder dar los pasos necesarios para llegar al final.

Evidentemente, una persona clave en todo esto ha sido Magín, con sus comentarios, aportaciones, ayudas, consejos y, sobretodo, su paciencia y comprensión por mi trabajo.

No quiero olvidar a otras personas cuyos consejos han sido muy valiosos para mí y para que este trabajo pudiera al final ver la luz. Miquel, Francesc, moltes gràcies!

Finalmente, quisiera tan solo mencionar a aquellos que, sin saberlo ni quererlo, me dieron el tiempo necesario para dar el empujón definitivo a este proyecto.

¡A todos los nombrados, gracias de corazón!



## **RESUMEN**

La indisciplina en el estacionamiento en calzada es uno de los elementos que afecta de una forma más directa al tráfico en entornos urbanos, provocando la presencia de cuellos de botella en las vías de circulación y, consecuentemente, facilitando la aparición de congestión en dichas vías. Ello supone un uso ineficiente del espacio urbano con el elevado coste que conlleva eso para la ciudad y sus ciudadanos. De forma directa para aquellos que circulan por las vías, e indirecta para las que tienen que convivir con las externalidades producidas por la aparición de la indisciplina de estacionamiento.

Esta tesis presenta una contribución en el análisis del efecto de la indisciplina en el tráfico y, específicamente, en el tiempo de recorrido de los vehículos que circulan en el entorno. A pesar de las diferentes contribuciones realizadas hasta la fecha referentes al estacionamiento en calzada y, en particular, al efecto en su entorno de la indisciplina en el estacionamiento, el análisis del efecto para diferentes casos y distintos parámetros de estudio no ha sido tratado.

Los resultados de este trabajo permiten analizar el impacto temporal en el entorno de la existencia de vehículos en indisciplina así como evaluar diferentes medidas aplicadas para la reducción de la indisciplina en entornos reales.

Finalmente, se plantean diferentes líneas de investigación futura que permitirían, por un lado, conocer con más detalle la afectación de la indisciplina y poder trabajar en medidas de reducción de la misma en un marco teórico y, por otro lado, analizar medidas adicionales aplicadas en entornos reales para la reducción de la indisciplina de estacionamiento.

## **ABSTRACT**

The illegal on-street parking is one of the traffic elements that has more effect in urban environments provoking the presence of bottlenecks in the different roads and, consequently, facilitating the appearance of congestion. This supposes an inefficient use of the urban space –urban space has, nowadays, a key value for the city development and their citizens. The effect on the citizens is both direct, for those who drive in the urban areas, and indirect, for those who have to deal with the externalities produced by the illegal on-street parking.

This thesis presents a contribution in the analysis of the effect of illegal on-street parking in the traffic and, specifically, in the travel time of the vehicles that are circulating in the environment. Despite the different contributions made till the current date related to the on-street parking and, specifically, on the illegal parking effect on its environment, the analysis of the effect on travel time for different cases and study parameters has not done yet.

The results of this work allow to analyze the travel time impact in the surroundings of an illegal parked vehicle as well as to evaluate different applied measures to reduce illegal parking in real environments.

Finally, different future investigation lines have been proposed. These lines would allow, on one side, to know the effect of the illegal parking and to work on reduction measures in a theoretical framework and, on the other side, to analyze additional measures applied in real environments implemented with the goal to reduce illegal on-street parking.

## Contenido

<b>1. Introducción, motivación y objetivos .....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción.....	1
1.2. Motivación .....	2
1.3. Objetivo .....	2
<b>2. La indisciplina en entornos urbanos.....</b>	<b>4</b>
2.1. Introducción.....	4
2.2. Estado del arte.....	4
2.3. Soluciones planteadas en entornos urbanos.....	8
2.3.1. <i>Medidas punitivas</i> .....	8
2.3.2. <i>Medidas regulatorias</i> .....	11
2.3.3. <i>Medidas urbanísticas</i> .....	14
2.3.4. <i>Medidas de bonificación</i> .....	16
2.4. Tendencias de futuro de la movilidad .....	17
2.4.1. <i>Comportamiento del usuario</i> .....	17
2.4.2. <i>Actuación de las administraciones</i> .....	18
2.4.3. <i>Nuevos actores en la movilidad urbana</i> .....	19
2.4.4. <i>Cambio tecnológico</i> .....	19
2.4.5. <i>Implicación de las tendencias en la movilidad en la indisciplina en el estacionamiento</i> .....	20
<b>3. Análisis teórico del impacto de la indisciplina en la circulación .....</b>	<b>22</b>
3.1. Modelo de circulación ininterrumpida .....	22
3.1.1. <i>Observación temporal</i> .....	23
3.1.2. <i>Patrones de flujo temporales</i> .....	23
3.1.3. <i>Observación espacial</i> .....	25
3.1.4. <i>Patrones de flujo espaciales</i> .....	25
3.1.5. <i>Distribución de las velocidades</i> .....	26
3.1.6. <i>Relación entre las velocidades temporal y espacial</i> .....	27
3.2. Ecuación fundamental del tráfico.....	28
3.3. Relación entre los parámetros básicos del tráfico .....	29
3.4. Relaciones entre variables en la ecuación fundamental del tráfico.....	34
3.5. Afectación de la indisciplina en la relación fundamental de tráfico .....	35
3.6. Teoría de seguimiento de vehículos.....	37
3.6.1. <i>Modelo de seguimiento de vehículos de Wiedemann</i> .....	39
3.7. Relación flujo-demora – BPR.....	40
3.8. Teoría de colas .....	41
3.8.1. <i>Caso M/M/1</i> .....	42
3.8.2. <i>Caso M/G/1</i> .....	42

<b>4. Análisis práctico de la afectación del estacionamiento ilegal en la circulación del entorno</b> .....	<b>44</b>
4.1. Objetivo.....	44
4.2. Pasos previos para la definición de casos de análisis.....	44
4.3. Casos analizados.....	45
4.4. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: análisis del impacto de diferentes variables en el tiempo de recorrido para una vía simple 47	
4.4.1. Introducción.....	47
4.4.2. Objetivo.....	47
4.4.3. Definición del modelo.....	48
4.4.4. Parámetros de cálculo.....	49
4.4.5. Resultados obtenidos.....	51
4.4.6. Resultados principales.....	70
4.5. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para una intersección.....	71
4.5.1. Introducción.....	71
4.5.2. Objetivo.....	72
4.5.3. Definición del modelo.....	72
4.5.4. Parámetros de cálculo.....	74
4.5.5. Resultados y discusión.....	75
4.5.6. Resultados principales.....	80
4.6. Simulación del impacto de estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entorno urbano complejo....	81
4.6.1. Introducción.....	81
4.6.2. Objetivo.....	82
4.6.3. Definición del modelo.....	82
4.6.4. Parámetros de cálculo.....	85
4.6.5. Resultados y discusión.....	86
4.6.6. Resultados principales.....	97
4.7. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entramado urbano complejo considerando tráfico de agitación.....	98
4.7.1. Introducción.....	98
4.7.2. Objetivo.....	99
4.7.3. Definición del modelo.....	99
4.7.4. Parámetros de cálculo.....	104
4.7.5. Resultados y discusión.....	105
4.7.6. Resultados principales.....	109
4.8. Principales conclusiones.....	109
<b>5. Análisis del efecto de soluciones implementadas en entorno real: .</b>	<b>112</b>

5.1.	Servicio de retirada de vehículos mediante servicio de grúa municipal .....	113
5.1.1.	Introducción.....	113
5.1.2.	Objetivo .....	114
5.1.3.	Metodología.....	114
5.1.4.	Datos utilizados .....	115
5.1.5.	Caso de análisis – Impacto a largo plazo del servicio.....	115
5.1.6.	Caso de análisis – Impacto debido a una elevada variación puntual de los servicios realizados en un ámbito concreto.....	120
5.1.7.	Caso de análisis – Impacto en función morfología urbana.....	125
5.1.8.	Conclusiones.....	131
5.2.	Servicio de regulación integral del estacionamiento en calzada.....	132
5.2.1.	Introducción.....	132
5.2.2.	Implantación del sistema Area.....	133
5.2.3.	Objetivo .....	137
5.2.4.	Metodología.....	137
5.2.5.	Datos utilizados .....	138
5.2.6.	Análisis del efecto de la regulación integral del estacionamiento.....	138
5.2.7.	Resultados principales.....	142
5.2.8.	Análisis del efecto de la regulación integral en los ámbitos frontera .....	142
5.2.9.	Conclusiones.....	144
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y futuras líneas de investigación .....</b>	<b>145</b>
6.1.	Conclusiones .....	145
6.2.	Futuras líneas de investigación.....	148
	<b>Referencias.....</b>	<b>149</b>
	<b>Anejos .....</b>	<b>i</b>

## Índice de tablas y figuras

Tabla 1. Relación entre nivel de densidad y nivel de servicio propuesto según May (1990) .....	33
Tabla 2. Reducción de la indisciplina para cada una de las fases de implantación .....	142
Figura 1. Uso mensual de las vías para diferentes tipos de acuerdo a May (1990) .....	24
Figura 2. Patron de flujo horario en el puente de San Francisco-Oakland de acuerdo a May (1990) .....	25
Figura 3. Distribución típica del uso de los carriles de acuerdo a May (1990) .	26
Figura 4. Ejemplo de tramo de circulación analizado .....	29
Figura 5. Relación velocidad – densidad presentado en <i>Kraemer (2003)</i> .....	30
Figura 6. Relación intensidad - densidad presentado en <i>Kraemer (2003)</i> .....	32
Figura 7. Relación velocidad - densidad presentado en <i>Kraemer (2003)</i> .....	33
Figura 8. Relaciones asociadas a velocidad, intensidad y densidad para diferentes localizaciones de una misma vía según May (1990) .....	34
Figura 9. Relación fundamental tráfico – Adaptada de HCM 2000.....	35
Figura 10. Ejemplo de afectación de la indisciplina al tráfico .....	35
Figura 11. Afectación de la indisciplina en la relación fundamental del tráfico .	36
Figura 12. Tiempo de viaje y variación asociada en función del nivel de indisciplina.....	52
Figura 13. Variación del incremento de tiempo de viaje ( $I^T$ ) y su derivada ( $I^T$ ) dependiendo del nivel de indisciplina de estacionamiento .....	53
Figura 14. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento.....	55
Figura 15. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina en calzada.....	56
Figura 16. Variación del incremento del tiempo de viaje para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento .....	57
Figura 17. Tiempo de recorrido y su variación para un valor de indisciplina en estacionamiento fijado en función de los flujos de circulación .....	59

Figura 18. Tiempo de viaje y su variación para los diferentes escenarios de número de carriles dependiendo del nivel de indisciplina .....	61
Figura 19. Variación del incremento de tiempo de viaje y su tendencia para escenarios de vías con diferente número de carriles evaluados en función del nivel de indisciplina.....	62
Figura 20. Tiempo de viaje y su variación para escenarios de número de carriles en función del flujo de circulación para un nivel de indisciplina de estacionamiento de 0 vh/100ml (superior) y 1 vh/100ml (inferior).....	64
Figura 21. Tiempo de viaje y su variación para los escenarios de localización de indisciplina en función de la indisciplina en el estacionamiento .....	66
Figura 22. Tiempo de recorrido y su variación para diferentes escenarios de localización en función del flujo de circulación .....	67
Figura 23. Tiempo de recorrido y su variación para escenarios de velocidad máxima permitida en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento .....	69
Figura 24. Tiempo de viaje y su variación para diferentes velocidades máximas de circulación permitidas dependiendo del flujo de circulación .....	70
Figura 25. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina para regulación de prioridad de paso .....	76
Figura 26. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina para regulación semafórica .....	78
Figura 27. Comparación tiempo de viaje en función de la regulación de la intersección .....	79
Figura 28. Valor umbral de flujo por carril en función del tipo de regulación de la intersección .....	80
Figura 29. Tiempo de recorrido para diferentes niveles de indisciplina respecto el flujo de circulación y tiempo de recorrido en función del nivel de indisciplina para diferentes localizaciones de sección de vía .....	91
Figura 30. Efecto en el tiempo de viaje en los vehículos del entorno en función de la indisciplina de estacionamiento para diferentes tramos .....	95
Figura 31. Relación entre nivel de indisciplina e incremento de flujo equivalente en función de la localización de la indisciplina y el ámbito evaluado .....	96

Figura 32. Comparación del tiempo de viaje en función de la existencia de tráfico de agitación para diferentes localizaciones de indisciplina y el ámbito evaluado.....	106
Figura 33. Relación entre nivel de indisciplina e incremento de flujo equivalente en función de la localización de la indisciplina y el ámbito evaluado .....	108
Figura 34. Nivel de indisciplina media anual en el conjunto de la ciudad de Barcelona.....	118
Figura 35. Número de enganches realizados por el servicio grúa anuales entre 2005 y 2017 .....	118
Figura 36. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Ciutat Vella.....	119
Figura 37. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Eixample .....	119
Figura 38. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Nou Barris .....	120
Figura 39. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Gòtic.....	123
Figura 40. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Guineueta.....	124
Figura 41. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Provençals de Poblenou .....	125
Figura 42. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología residencial.....	128
Figura 43. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología comercial .....	129
Figura 44. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología industrial .....	129
Figura 45. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología de negocios.....	130
Figura 46. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología de educación.....	131
Figura 47. Evolución del nivel de indisciplina en la ciudad de Barcelona durante el período 2001-2017 .....	139

Figura 48. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 1 del sistema regulado durante el período 2001-2017 .....	139
Figura 49. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 2 del sistema regulado durante el período 2001-2017 .....	140
Figura 50. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito donde no se implanto la regulación integral del estacionamiento en las fases 1 y 2 (2005) durante el período 2001-2017 .....	140
Figura 51. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 3 del sistema regulado durante el período 2001-2017 .....	141
Figura 52. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 4 del sistema regulado durante el período 2001-2017 .....	141
Figura 53. Nivel de indisciplina detectado en los entornos de las zonas reguladas previo y posterior a la regulación de las mismas.....	144

## Índice de imágenes

Imagen 1. Servicio de retirada de vehículos en la ciudad de Moscú, Rusia.....	9
Imagen 2. Servicio agentes de movilidad en la ciudad de Sacramento, Estados Unidos .....	10
Imagen 3. Servicio de vigilancia del estacionamiento en la ciudad de Amsterdam, Países Bajos .....	11
Imagen 4. Servicio de regulación del estacionamiento en Madrid, España .....	12
Imagen 5. Entrada al ámbito del peaje urbano de Singapur .....	13
Imagen 6. Ejemplo de impacto visual de las actuaciones en calzada.....	16
Imagen 7. Caso de estudio de implantación de reserva de plazas para vehículos de reparto de mercancías en la ciudad de Bilbao .....	17
Imagen 8. Diagrama espacio-tiempo.....	23
Imagen 9. Representación gráfica del caso de vía simple .....	45
Imagen 10. Representación gráfica del caso de intersección simple .....	46
Imagen 11. Representación gráfica del caso de entramado urbano .....	47
Imagen 12. Representación gráfica del caso de estudio .....	48
Imagen 13. Representación gráfica del caso de estudio .....	73
Imagen 14. Representación gráfica del caso de estudio .....	83
Imagen 15. Localización de los vehículos estacionados ilegalmente.....	87
Imagen 16. Localización de los vehículos estacionados ilegalmente para cada caso.....	92
Imagen 17. Representación gráfica del caso de estudio.....	100
Imagen 18. Ejemplo de un itinerario simulado de tráfico de agitación.....	102
Imagen 19. Localización de la indisciplina en los diferentes escenarios simulados .....	103
Imagen 20. Tramos seleccionados para analizar el comportamiento de los vehículos en el entorno urbano .....	104
Imagen 21. Mapa de la ciudad de Barcelona con sus distritos.....	112
Imagen 22. Definición de los barrios de la ciudad de Barcelona .....	113
Imagen 23. Localización de los depósitos de grúas de la ciudad.....	114

Imagen 24. Distritos analizados en el presente punto.....	117
Imagen 25. Localización de los barrios analizados en este punto.....	122
Imagen 26. Barrios de la ciudad de Barcelona en función de su tipología morfológica.....	127
Imagen 27. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 1 .....	134
Imagen 28. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 2.....	134
Imagen 29. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 3.....	135
Imagen 30. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 4.....	136
Imagen 31. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 5.....	136
Imagen 32. Zonas en las cuales se avalúa el efecto frontera .....	143

## 1. INTRODUCCIÓN, MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

### 1.1. Introducción

Desde la aparición de los vehículos a motor, uno de los elementos básicos y necesarios para poder desplazarse con ellos ha sido la disponibilidad de un espacio de estacionamiento para el vehículo siempre que éste no estuviera en movimiento. La necesidad del estacionamiento ha estado presente, entonces, desde la misma aparición de los vehículos y se ha hecho más importante a medida que el uso de éstos se ha ido expandiendo a todos los estamentos de la sociedad.

Esta necesidad supuso – y supone actualmente – la creación de espacios dedicados de forma exclusiva al estacionamiento de vehículos tanto en la calle (conocido con el anglicismo *on-street*) como fuera calzada (también llamado *off-street*)

Actualmente con un parque de vehículos, en el caso más prudente, estable y con el incremento, en entornos urbanos, de usos alternativos al estacionamiento del escaso espacio en la calle, se ha reducido el sitio para estacionar *on-street* y, por tanto, se ha incrementado la dificultad de estacionar en calzada. Además, a este punto, de acuerdo a Gragera y Albalade (2016) se le debe sumar el desconocimiento por parte de los usuarios de la oferta existente fuera calzada.

En este sentido, se debe tener en cuenta que un trayecto se planifica desde origen hasta destino sin considerar, de forma generalizada, en el supuesto de desplazamiento en vehículo privado, el lugar exacto donde se estacionará en destino si no se dispone de plaza propia independientemente que ese desplazamiento sea en vehículo propio o compartido (*carsharing*).

Esta situación implica que los conductores una vez llegados a destino, deban buscar aparcamiento provocando de manera generalizada afectaciones en la circulación de la zona. Por un lado, el hecho de estacionar de forma ilegal en una vía de circulación tiene una implicación directa en la capacidad del vial debido a que reduce el número de carriles hábiles. Además, el hecho de tener que seguir circulando una vez llegado a destino, hace aparecer el fenómeno del tráfico de agitación<sup>1</sup>, aumentando de esta forma la intensidad de circulación en el entorno.

---

<sup>1</sup> Se conoce como tráfico de agitación aquel tráfico que aunque ya ha llegado a su destino, debe seguir circulando debido a no haber encontrado un espacio de aparcamiento

## **1.2. Motivación**

Esta tesis toma forma a partir de un trabajo final de máster el cual analizó el coste económico directo de la indisciplina en el estacionamiento en calzada.

Dicho trabajo evaluaba de forma empírica el coste temporal que tenía, para los vehículos del entorno, la aparición de un estacionamiento ilegal en una vía de circulación.

Esta primera aproximación a un campo donde la evaluación científica no era significativamente extensa, fue el primer paso para poder desarrollar una tesis que permitiera seguir con las líneas marcadas en el trabajo final de máster a la vez que se le daba una visión más científica, rigurosa, ajustada, detallada y completa tanto de la afectación del estacionamiento ilegal en calzada, como un análisis de diferentes medidas propuestas en el marco de la reducción de la indisciplina.

Además, para la realización de esta tesis ha tenido mucho peso el hecho que la mayor parte de la carrera profesional del autor se ha desarrollado en el ámbito del transporte urbano y, específicamente, en la empresa de gestión de servicios para la movilidad de la ciudad de Barcelona, empresa que tiene como una de sus misiones principales facilitar la movilidad en la ciudad y, para ese efecto, realiza un importante esfuerzo en la gestión de la indisciplina en el estacionamiento. En este sentido el autor se especializó, dentro de esa empresa, en la implementación, estudio y seguimiento de diferentes medidas para la reducción de la indisciplina en el estacionamiento tales como la implantación del sistema regulado de estacionamiento en calzada o bien el mismo servicio de retirada de vehículos mediante el servicio grúa.

## **1.3. Objetivo**

El objetivo de esta Tesis se centra en poder iniciar un análisis científico en el ámbito de la indisciplina en el estacionamiento en calzada y la afectación que ésta tiene en los vehículos que circulan en el entorno.

Tal y como se ha mencionado, la literatura científica existente enfocada en los costes del estacionamiento en entornos urbanos es reducida y, en todo caso, no se focaliza en el ámbito de la ilegalidad en calzada.

Cabe remarcar que si bien existe literatura y estudios de divulgación en los cuales se menciona de forma tangencial el tema de la indisciplina en el

estacionamiento y su optimización, no se parte de una base de diagnóstico que permita analizar el estacionamiento y determinar los puntos que mejoren de forma eficiente la problemática.

En esta tesis se pretende ir un paso atrás y analizar, desde la base, la problemática para poder conocer en qué puntos se debe focalizar las actuaciones a realizar para mejorar la movilidad.

## 2. LA INDISCIPLINA EN ENTORNOS URBANOS

### 2.1. Introducción

En este apartado se presenta el estado del arte actual referente al ámbito de la indisciplina del estacionamiento. Para poderlo enmarcar dentro de un contexto completo, se realiza una radiografía general del estado del arte tanto de la mencionada indisciplina, como del estacionamiento en su conjunto y su relación con el tráfico. A su vez, se dedica un apartado a la movilidad del futuro y como ésta afectará en los próximos años al nivel de indisciplina en el estacionamiento.

### 2.2. Estado del arte

El ámbito del aparcamiento es un tema recurrente dentro de la literatura científica, con un elevado número de aportaciones relacionadas con este tema. La indisciplina en el estacionamiento es, en cambio, un tema significativamente menos recurrente y con una escasa producción científica, aunque en los últimos 5 años esta producción ha crecido de forma importante.

A continuación, se realiza un repaso al estado del arte para poner en contexto al lector sobre los avances hechos hasta la fecha respecto al aparcamiento en calzada y, específicamente, en la indisciplina de aparcamiento asociada.

Es conocido que la alta concentración de actividades en los núcleos centrales de los diferentes emplazamientos urbanos afecta e incrementa la demanda de aparcamiento tal y como indican Hensher y King (2001) y Litman (2010). Por este motivo, el aparcamiento tiene un rol principal en la mejora de la accesibilidad y el nivel de vida en los entornos urbanos. En este caso, el estacionamiento en calzada (*on-street parking*) es un elemento vital en la gestión de la política global de aparcamiento de acuerdo con Litman (2006) y Marsden (2014) afectando de forma directa en el tráfico y, consecuentemente, en la situación de la ciudad.

Además, según Vasconcelos y Farias (2017), el impacto del propio estacionamiento en calzada en diferentes ámbitos como los accidentes de tráfico, la misma congestión, el incremento de polución o el conocido como tráfico de agitación no debe menospreciarse. En el caso específico del tráfico de agitación, caso ampliamente estudiado por Shoup (2006) y también por otros autores como Marshall (2014) o van Ommeren (2012), éste genera un importante efecto en la congestión ya que dicho tráfico puede suponer hasta un 30% del tráfico de la zona.

En este sentido, se considera, de acuerdo con Ibeas et al. (2014) que las políticas asociadas al estacionamiento son una estrategia adecuada que permiten reducir la búsqueda de aparcamiento y, a su vez reducir los problemas de congestión. A su vez, se indica que para que dicha política tenga éxito se requiere un conocimiento de las necesidades y decisiones de los usuarios. Por su parte, también indican tanto Remi et al. (2009) y Andoh (2014) la importancia del aparcamiento en calzada en la generación de tráfico de congestión en entornos urbanos.

Un punto importante en el efecto de la política de estacionamiento para incidir en el tráfico y la congestión, tal y como detalla Zatti (2004), es que dicha política tiene que ser integral y ajustada a las necesidades de la ciudad ya que, por ejemplo, la proliferación de excepciones en el pago (residentes, trabajadores de la zona, etc.) así como la disponibilidad de plazas gratuitas en suelo privado (centros comerciales, hospitales, centros de trabajo, etc.) dificultan el óptimo impacto de la política en el tráfico que circula por la ciudad.

Referente a la política de estacionamiento, se ha trabajado en diferentes casos, tales como Qiana y Rajagopal (2013) o Fulman y Benenson (2017), en los que se ajusta el precio del estacionamiento a las necesidades para disponer de espacio de estacionamiento adecuado pudiendo así reducir y minimizar los efectos negativos en el tráfico en las vías urbanas.

Ambos casos se basan en los modelos de preservación de la ocupación en un umbral del 85% tal y como indica Shoup (2006). Cabe destacar que este modelo se implantó en diferentes ciudades de América del Norte en las que los precios del estacionamiento se actualizaban mensual o bimensualmente para ajustarse al umbral de ocupación mencionado.

Se debe tener en consideración que las políticas de aparcamiento tienen un peso significativo en la decisión modal por parte del usuario y, por tanto, en la distribución modal del tráfico. Tal y como se apunta en Costa et al. (2014), el efecto en la política de aparcamiento en un ámbito concreto – en este caso un complejo hospitalario – tiene un efecto importante en la distribución modal de los trabajadores, pacientes y visitantes del espacio. Por otro lado, tal y como se indica en Migliore et al. (2014), el efecto del incremento de precio en el estacionamiento en calzada de una ciudad tiene un efecto disuasorio en el número de vehículos que acceden a la zona.

En todo caso, el comportamiento del usuario en las decisiones referentes al aparcamiento es clave para el sistema. Este punto ha sido estudiado, entre otros,

por San Martín et al. (2016). En este sentido, cabe destacar el esfuerzo que se ha realizado para poder conocer el comportamiento en destino y cómo se actúa en la toma de decisiones. Spiliopoulou y Antoniou (2012) inciden en la tendencia por parte del usuario, en el entorno de estudio, en aparcar en todo momento lo más cercano posible a destino independientemente de la presencia de una plaza legal para estacionar. También, hacen hincapié en que el aparcamiento ilegal aparece cuando los espacios de tipo legal han llegado a su saturación. Tal y como apuntan Polak y Auxhausen (1990), únicamente poco más del 40% de los usuarios conocen donde estacionaran su vehículo en destino mientras que casi el 60% de ellos proceden a buscar el aparcamiento una vez llegan a destino, con las afectaciones que ello comporta. Además, referente a este punto es importante conocer la disponibilidad de pago para estacionar, tal y como se evaluó en Del'Olio et al. (2009).

Referente al tiempo empleado para la búsqueda de aparcamiento, no se han desarrollado en la literatura un elevado número de modelos relacionados con este tema. De hecho, el tiempo de búsqueda es el resultado de experimentos de carácter individual y, por tanto, se fijan en base a las estrategias escogidas por cada uno de los usuarios. Estas estrategias, según Polak y Axhausen (1990) pueden clasificarse en siete tipologías, 5 de ellas relacionadas directamente con el aparcamiento en calzada. Tal y como sugiere Hualiang et al. (2002), estas variables son dinámicas, dependen de la hora y del día de llegada para cada conductor y, consecuentemente, difíciles de medir en la práctica, tal y como indican Spitaels y Maerivoet (2008).

Axhausen et al. (1994) desarrollaron y presentaron un modelo simple que permitía conocer el tiempo de búsqueda, pero aplicado para ámbitos fuera de calzada. Bifulco (1993) introdujo un modelo similar, pero considerando la ocupación como una variable dependiendo del tiempo. Otros modelos se basan en el hecho que los espacios vacantes son raros y, por tanto, pueden ser comparados con eventos aleatorios. En este sentido, de acuerdo con May y Turvey (1985) o Arnott y Rowse (1999), la función exponencial negativa parece resultar una aproximación aceptable. Dicha distribución fue aplicada en Londres con resultados positivos, pero con una muestra, únicamente, de 48 individuos. El modelo de Axhausen et al. (1994) fue aplicado en el estacionamiento en calzada en Lyon con resultados no positivos, de acuerdo con Belloche (2015), donde apuntaba la dificultad de generalizar el tiempo de búsqueda con únicamente los parámetros presentados en dicho modelo.

Por otro lado, Kimber (1984) y Hobbs (1979) hacían énfasis en el hecho que el diseño de las plazas de estacionamiento en calzada tiene, a menudo, influencia en la capacidad de la vía si no se realiza una vigilancia de las mismas, pudiendo implicar importantes retrasos especialmente en carreteras principales derivando en situaciones de arranque-parada en el flujo de tráfico.

Además, tal como indica Yousif (1999) las operaciones de estacionamiento y desestacionamiento pueden contribuir a la creación de cuellos de botella temporales que deriven en situaciones tanto de congestión, como en posibles accidentes.

Por lo que se refiere a las nuevas tendencias referentes al aparcamiento, diferentes autores como Liao et al. (2016) y Margreiter et al. (2016) plantean el uso de datos compartidos para poder conocer en tiempo real (e histórico) el estado de ocupación de las plazas para facilitar el aparcamiento y reducir el efecto negativo de la búsqueda de aparcamiento. En este sentido destacar adicionalmente la propuesta planteada por Manninia et al. (2017) que plantea el uso de los datos recogidos por los vehículos conectados para poder analizar el estado de las plazas de aparcamiento en calzada.

En el caso de la literatura actual referente a la indisciplina en el estacionamiento en calzada, si bien se han realizado interesantes aportaciones, dicho campo está bastante menos explorado que el anterior. En este sentido, cabe remarcar la aportación de Adiv y Wang (1987), donde se detalla el comportamiento de los usuarios frente a la indisciplina en el estacionamiento basándose en la probabilidad de ser multados por dicha infracción y comparando los costes en cada caso. Por otro lado, destaca la aportación de Thanh y Friedrich (2016) presentando diferentes medidas para la reducción de la indisciplina en entornos urbanos, por lo que plantea la puesta en funcionamiento de lo que llaman *para-aparcamientos*.

Destaca por otro lado la aportación de Spiliopoulou y Antoniou (2012) referente a la importancia de la vigilancia de la indisciplina debido a que sin ella, no hay ninguna presión para que los conductores no estacionen de forma no permitida con las consecuencias negativas que se derivan de ello.

Finalmente, referente a la modelización y simulación del impacto del estacionamiento en carriles de circulación – conocido también como aparcamiento en doble fila –, tanto Gao y Ozbay (2016) como Galatioto y Bell (2007) han trabajado en modelos para, en el caso de Gao, Ozbay poder conocer

el impacto del mismo en la circulación, en un ámbito específico de la ciudad de Nueva York y, en el caso de Galatioto y Bell (2007), diseñar una herramienta que permita modelizar la indisciplina real para posteriormente, analizar el impacto en tiempo de viaje en un ámbito concreto.

### 2.3. Soluciones planteadas en entornos urbanos

Si bien el análisis realizado por parte de la comunidad científica hasta el momento referente a la indisciplina en el estacionamiento ha sido, hasta cierto punto escaso, a nivel operativo se han planteado y puesto en funcionamiento diferentes soluciones que de forma directa o indirecta han perseguido disminuir la indisciplina de estacionamiento que afecta a la circulación.

En este ámbito, contrariamente a la mayoría, las soluciones operativas están más desarrolladas que no las de tipo teórico-científico, motivo por el que a pesar de estar contrastadas por la experiencia, la base que hay detrás de ellas, fundamentada en casos empíricos, muchas veces es poco sólida o directamente insuficiente.

A continuación, se presentan las medidas más destacables planteadas por diferentes administraciones y gestores de la movilidad, agrupadas en diferentes categorías.

#### 2.3.1. Medidas punitivas

Las medidas punitivas más destacadas en la actualidad son:

##### *a.- Grúa municipal*

Esta medida consiste en la puesta en funcionamiento de un servicio de retirada y posterior guarda hasta la recogida por parte del propietario, de aquellos vehículos que están cometiendo una ilegalidad de tráfico en la vía pública. Cabe remarcar que dicho servicio es de pago por parte del infractor que, además de la multa de tráfico, debe abonar un importe por el coste de servicio de la retirada.

Cabe destacar que dentro de las medidas aplicadas a nivel global, ésta es una de las recurrentes en el ámbito operativo <sup>2</sup>; además, esta medida es una de las más conocidas por todos los usuarios y trabaja el aspecto disuasivo basado en la posibilidad que un vehículo mal aparcado sea retirado por el servicio de grúa<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Dicha medida está en funcionamiento en puntos tan diferentes como Helsinki (Finlandia), Victoria (Australia), Bangalore (India), Moscú (Rusia) o bien Madrid (España)

<sup>3</sup> Tal y como indica NSW Government (2016)

Tiene como característica principal el hecho que puede detectar un vehículo en cualquier punto del ámbito urbano debido a la vigilancia dinámica que ejerce el vehículo ya que éste está en constante movimiento por toda la ciudad.

Como ejemplo de implantación del servicio, se puede mencionar el caso de Moscú, en el cual se implementó la gestión pública del servicio el año 2018 y actualmente disponen de una flota de 270 vehículos.



Imagen 1. Servicio de retirada de vehículos en la ciudad de Moscú, Rusia

#### *b.- Vigilancia mediante cámaras / sensores*

Esta medida consiste en la localización de un conjunto de cámaras de grabación y/o sensores en diferentes puntos de la ciudad que permiten identificar comportamientos no autorizados tanto en la conducción como en el estacionamiento.

Aunque están implementados en un conjunto significativo de las localidades<sup>4</sup> debido a su bajo coste de inversión y alta rentabilidad<sup>5</sup>, tienen como característica destacada que únicamente dan servicio en el ámbito inmediato en el cual están ubicados.

En el caso concreto de Ekisehir, en Turquía, disponen de un sistema de sensores de visión artificial y un conjunto de cámaras 360° que les permiten regular el tráfico de un total de 20 intersecciones y monitorizar la gestión del tráfico general y, específicamente, incidir en la indisciplina de estacionamiento.

<sup>4</sup> Dicha medida está en funcionamiento en localizaciones tales como Wisconsin (Estados Unidos), Dongguan (China), Bangalore (India), Ekishir (Turquía) o Barcelona

<sup>5</sup> De acuerdo con Langland-Orban et al. (2008)

### *c.- Agentes de movilidad*

Consiste en localizar a un conjunto de agentes que tengan como función específica asegurar el correcto cumplimiento del estacionamiento en calzada en la ciudad y reducir la ilegalidad asociada a él.

Este servicio se implementa, en muchos casos, aprovechando la necesidad de un servicio para el control necesario de la regulación integral en calzada, una vez dicho servicio se implementa<sup>6</sup>.

Esta medida, si bien permite una cierta omnipresencia en todo el ámbito urbano, tiene en contra el hecho que, en la mayoría de ocasiones, al estar circunscrito el ámbito de actuación de los agentes de movilidad a las zonas donde existe la regulación de estacionamiento en calzada, la vigilancia no se realiza en el conjunto de la ciudad.

Dicho sistema está en uso en muchas de las principales ciudades europeas, tales como Barcelona, Lisboa, París a la vez que en ciudades norteamericanas como Sacramento. En el caso de esta última, el servicio de regulación está asociado, como en la mayoría de los casos a la regulación del estacionamiento en calzada.



Imagen 2. Servicio agentes de movilidad en la ciudad de Sacramento, Estados Unidos

### *d.- Solución mixta: cámaras embebidas en vehículo*

La medida consiste en el uso de cámaras de vídeo montadas en vehículos motorizados que permiten analizar de forma dinámica y omnipresente la ilegalidad en el estacionamiento.

---

<sup>6</sup> Tal y como se indica en Heinrich Y. et al. (2005).

Desde diferentes ciudades<sup>7</sup>, se está impulsando esta automatización del control mediante el uso de vehículos específicos para realizar la vigilancia.

En este caso, se planteó que la red de bus a implementar en la ciudad de Barcelona a principios de la década de 2010<sup>8</sup>, incorporase un sistema con cámaras embebidas en los buses y que la prueba visual fuera suficiente para poder multar a aquellos vehículos que cometieran alguna ilegalidad en el estacionamiento<sup>9</sup>.

El caso de Ámsterdam es pionero debido a que fue la primera capital europea en vigilar el cumplimiento del estacionamiento en calzada mediante el uso de vehículos con una cámara embebida que le permitía mejorar de forma significativa la productividad de los recursos disponibles. El servicio lo opera desde 2015 la empresa Egis.



Imagen 3. Servicio de vigilancia del estacionamiento en la ciudad de Amsterdam, Países Bajos

### 2.3.2. Medidas regulatorias

Referente a las medidas regulatorias, las más destacadas para reducir la indisciplina en el estacionamiento son las siguientes:

---

<sup>7</sup> Es el caso de Amsterdam (Países Bajos) o Barcelona

<sup>8</sup> El sistema era conocido por el nombre de RetBus; finalmente no se llegó a implementar dicho servicio, si bien se puso en funcionamiento un sistema con una base muy parecida. Para más información, Estrada et al. (2010). Design and Implementation of Efficient Transit Networks: Procedure, Case Study and Validity Test

<sup>9</sup> Tal como se indica en Berkeley University (2010)

### a.- Regulación del estacionamiento en calzada

La regulación del estacionamiento en calzada consiste en la valorización económica de las plazas de aparcamiento localizadas en la vía pública con la asignación a éstas de un precio determinado para su uso.

Esta medida, que implica un incremento en el coste del trayecto percibido por parte del usuario tiene una clara derivada que es la reducción del uso del vehículo privado y el cambio modal a modos más sostenibles lo que implica una disminución de la demanda de estacionamiento<sup>10</sup>.

Esta medida, si bien implica una mejora en el equilibrio oferta-demanda de estacionamiento y, por tanto, una reducción del espacio para estacionar, ha de ir unida a una mayor vigilancia para asegurar el correcto cumplimiento del estacionamiento por parte de los vehículos.

Un caso paradigmático de esta medida es el Ayuntamiento de Madrid que en 2002 empezó a regular de forma integral el estacionamiento de la ciudad. El punto interesante en este caso es que, si bien otras ciudades ya disponían de algunas reservas de plazas de pago en el momento de la regulación integral – reservas para no residentes –, en el caso de Madrid, la regulación se implantó sin haber sometido a la población a ningún tipo de gradualidad en la medida, con las consiguientes quejas y problemas de adaptación que esto implicó<sup>11</sup>.



Imagen 4. Servicio de regulación del estacionamiento en Madrid, España

<sup>10</sup> Para más información, ver Àrea d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat (2018) referente a los datos de movilidad de la ciudad de Barcelona

<sup>11</sup> Si bien es cierto que la regulación del estacionamiento en Madrid empezó en la década de los 70 del siglo pasado, en el año 2002 este sistema estaba en desuso debido a deficiencias en la vigilancia de las plazas

### b.- Peaje urbano

Como medida suplementaria a la anterior, destaca el conocido como peaje urbano que consiste en la regulación de la entrada de vehículos a un entorno determinado, normalmente coincidente con el centro urbano de una localidad, mediante la imposición de un cargo económico a aquellos vehículos que quieren acceder o circular por la zona<sup>12</sup>.

Esta medida es coincidente con la anterior en el hecho que requiere de una vigilancia completa para el correcto funcionamiento de la medida, aunque en este caso la vigilancia suele ser de tipo telemático<sup>13</sup>; es de especial relevancia mencionar el caso de Singapur, pionero en el servicio, que se implementó en el conjunto de la ciudad en la década de los 70 del siglo pasado y que no permite circular por el núcleo urbano sin pagar un peaje por ello.



Imagen 5. Entrada al ámbito del peaje urbano de Singapur

Destacar que las dos medidas descritas (regulación del estacionamiento y peaje urbano) siendo compatibles no han estado incorporadas habitualmente de manera conjunta y las administraciones tienden a decidirse por una u otra medida<sup>14</sup>.

<sup>12</sup> Para más información, D'Artagnan Consulting (2018). Review of International road pricing initiatives, previous reports and technologies for demand management purposes.

<sup>13</sup> *Ibidem*

<sup>14</sup> En un lado hay los ejemplos de Londres, Singapur o Estocolmo donde se regula el acceso mediante peaje urbano mientras que en el otro hay ciudades como Barcelona o Madrid donde se regula el estacionamiento.

Destacar que en algunos casos, tal y como plantea Bagloee, Sarvi (2017), se ha considerado que los peajes de autopistas se pueden entender como peaje urbano aunque el hecho que se pueda acceder por alguna vía sin tener que efectuar pago alguno invalida la calificación de los mismos como peajes urbanos.

Finalmente, apuntar que si bien existen adicionalmente ciertas medidas similares al peaje urbano referentes a la prohibición de ciertos vehículos a acceder a un entorno determinado<sup>15</sup>, éstas son por motivos asociados a la contaminación y tienen poca relación con la indisciplina en el estacionamiento.

#### *c.- Incremento precio multas*

Esta medida de carácter regulatorio llevada a cabo en localidades<sup>16</sup> donde el estacionamiento no legal es significativamente elevado, ha consistido en aumentar el coste de las multas por aparcamiento indebido con el objetivo de reducir la indisciplina de estacionamiento.

Cabe destacar que esta medida, así como la contraria está relacionada con motivaciones de carácter político<sup>17</sup>.

#### *d.- Prohibición temporal del estacionamiento*

Esta medida, como su nombre indica, consiste en la prohibición de aparcar en horas específicas del día en una zona concreta del entorno urbano.

Se ha llevado a cabo en grandes ciudades como Nueva York y otras ciudades también se están planteando ponerlo en práctica<sup>18</sup>.

### 2.3.3. Medidas urbanísticas

Dentro de las medidas existentes, se destacan las siguientes medidas urbanísticas:

#### *a.- Incorporación elementos físicos*

Consiste en incorporar algún elemento físico en la vía que impida el estacionamiento en espacios que pueden ser susceptibles de ser utilizados como aparcamiento de forma ilícita.

---

<sup>15</sup> Como ejemplo el referente a la etiqueta ambiental que se quiere implementar en el entorno del Área Metropolitana de Barcelona. Mas información en Live Barcelona (2019)

<sup>16</sup> Ejemplo de ello es el caso de Hong Kong donde el incremento de las multas se disparó un 50% en 2017. South China Morning Post (2018)

<sup>17</sup> De hecho, en la campaña electoral para el municipio de Madrid en el año 2019, este tema fue tratado por uno de los candidatos. Para más información, ABC (2019)

<sup>18</sup> De acuerdo con On-Street Parking Management. Sustainable Urban Transport Technical Document #14

Cabe destacar que estos elementos no son útiles para el estacionamiento ilegal en calzada ya que también impiden la circulación en condiciones de normalidad.

Remarcar adicionalmente que esta medida está completamente circunscrita en el ámbito donde se realiza la actuación ya que no tiene ninguna implicación en el entorno más inmediato.

#### *b.- Reurbanización del vial de circulación*

Consiste en la transformación de una calle en un vial de un único sentido con un único carril disponible, de tal forma que no se puede estacionar sin impedir el paso en el conjunto de la vía, y así reducir de forma significativa la indisciplina debido a la propia presión de los vehículos que circulan en el entorno.

Remarcar que, como en el caso anterior, esta medida está completamente circunscrita al ámbito en el cual se ha realizado la actuación física ya que no tiene ninguna implicación en el entorno.

Finalmente, apuntar que dicha medida sólo se puede aplicar en calles con un tráfico reducido y, en ningún caso en viales de tipo principal.

#### *c.- Impacto visual*

Las medidas de impacto visual consisten en realizar actuaciones de tipo táctico en la infraestructura tales como pintar la calzada con una escala de colores que indica visualmente la imposibilidad de poder estacionar en un espacio concreto.

Un ejemplo de ello es el sistema de *Superilles (Supermanzanas)* de la ciudad de Barcelona, que se ha implementado en diferentes barrios de la ciudad para poder priorizar el uso del espacio urbano por parte de los ciudadanos y la reducción del uso del mismo para vehículos y, a la vez, reducir la ilegalidad en el estacionamiento.



Imagen 6. Ejemplo de impacto visual de las actuaciones en calzada

#### 2.3.4. Medidas de bonificación

A nivel de bonificación se considera una única medida que permite reducir el efecto de la indisciplina:

##### *a.- Reserva de plaza*

Consiste en realizar la reserva de una plaza en destino en el momento de iniciar el trayecto, y así disponer de ella sin tener que buscarla una vez se llega a destino.

Esta propuesta está asociada a la aparición de nuevos modelos de negocio enfocados a la tecnología<sup>19</sup> y tiene una afectación reducida en el estacionamiento en indisciplina, ya que los usuarios que utilizan la reserva previa suelen tener disponibilidad para pagar por el estacionamiento.

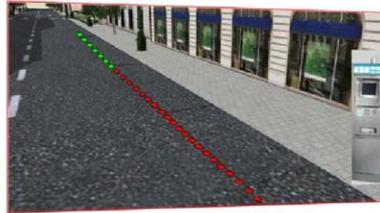
En plazas en calzada, únicamente se ha empezado en algunos casos a gestionar reservas en aquellas plazas de tipo estratégico por su valor como son las de recarga de vehículos eléctricos<sup>20</sup> aunque con una afectación muy limitada a lo que se refiere a la indisciplina en el estacionamiento. Adicionalmente, en la ciudad de Bilbao se llevó a cabo, durante el año 2012, una prueba piloto referente a la reserva de plazas para vehículos de distribución urbana de mercancías (DUM) que no tuvo continuidad.

<sup>19</sup> Existen empresas que permiten, en aparcamientos fuera calzada, realizar reserva de plaza tales como Wesmartpark

<sup>20</sup> Empresas como Chargepoint lo llevan haciendo desde 2011

## Reserva Dinámica de Plazas de Aparcamiento.

### Señalización Luminosa



- **VERDE** → espacio disponible para ser reservado.
- **VERDE** → vehículo aparcado correctamente.
- **ROJO** → espacio reservado que no puede ser usado.
- **FLASHES ROJOS** → vehículo no autorizado para aparcar.
- **APAGADO** → no programado.

Imagen 7. Caso de estudio de implantación de reserva de plazas para vehículos de reparto de mercancías en la ciudad de Bilbao

## 2.4. Tendencias de futuro de la movilidad

El sector de la movilidad es uno de los ámbitos que está sufriendo una mayor transformación debido a diferentes factores tanto de tendencia de la movilidad, asociada al comportamiento de los mismos usuarios, como referentes a las actuaciones regulatorias de la movilidad y los nuevos actores que aparecen en el terreno, así como de las mejoras tecnológicas que están impactando en el sector de la movilidad.

En este sentido, tanto la movilidad como todo el sector de la automoción están en un momento de gran cambio en el cual el sistema se está adaptando a un nuevo paradigma de movilidad, igual en entornos interurbanos como especialmente en los urbanos con cambios en el comportamiento del usuario y como éste entiende la movilidad y, además, con importantes cambios regulatorios asociados al nuevo paradigma de movilidad personal que se desarrolla en las ciudades actuales.

### 2.4.1. Comportamiento del usuario

Actualmente, el comportamiento del usuario en lo que se refiere a movilidad y sus patrones está cambiando siendo un punto clave el hecho de la propiedad del vehículo y el cambio de mentalidad de las nuevas generaciones. El usuario empieza a entender la movilidad como un servicio y, por tanto, el hecho de que

la necesidad de la movilidad de la persona es el factor decisorio para el uso del vehículo privado y no el hecho de disponer de vehículo en propiedad. Este hecho implica una reducción de la adquisición de vehículo privado y un incremento en el uso de los modelos de vehículo compartido y el trasvase a modos de transporte más sostenibles, tal y como indica Jones (2014).

Adicionalmente, otro factor de cambio en el comportamiento del usuario es el hecho de compartir trayecto con otros usuarios. Este modelo desarrollado de forma amplia en viajes de largo recorrido, empieza a ser también aplicado en entornos de tipo urbano<sup>21</sup> con la aparición de diferentes modelos de transporte a la demanda o la proliferación de los carriles de alta ocupación en vías de acceso a la ciudad.

Finalmente, también cabe destacar la tendencia hacia la intermodalidad de los trayectos que se realizan actualmente en el ámbito urbano y metropolitano que implican un cambio desde los desplazamientos de tipo unimodal (un único modo de transporte para realizar el desplazamiento) a los desplazamientos donde se realiza más de una etapa para completar el trayecto. Factores clave en este cambio han sido por un lado la promoción de los aparcamientos de Park&Ride<sup>22</sup> en los puntos de intercambio modal (estaciones de tren, ferrocarril, etc.) y, especialmente, el aumento de los vehículos de movilidad unipersonal de tipo eléctrico tanto de propiedad como compartidos<sup>23</sup>.

#### 2.4.2. Actuación de las administraciones

Las tendencias de movilidad están altamente relacionadas con el papel que juegan las administraciones y los pasos que éstas llevan a cabo.

En este sentido, las administraciones están tendiendo a regular en pro del vehículo eléctrico, dando un conjunto de ventajas competitivas respecto al modelo de combustión actual.

De forma complementaria a este punto, se están empezando a implantar restricciones en el acceso de vehículos a la ciudad por razones de tipo medioambiental, prohibiendo el acceso a ciertos vehículos – los más contaminantes – en las zonas de protección (actualmente en los entornos urbanos de Barcelona<sup>24</sup> y Madrid<sup>25</sup>). A estas restricciones implementadas, se debe sumar el cambio de uso en el espacio urbano que tiene como objetivo

---

<sup>21</sup> Un ejemplo es el servicio de carpooling de Uber: Uberpool

<sup>22</sup> Consultar El Periodico (2018) o Oxford Mail (2013)

<sup>23</sup> Tal y como se especifica en Erich, M. (2018).

<sup>24</sup> Para más información, AMB (2018)

<sup>25</sup> Para más información, Ayuntamiento Madrid (2019)

reducir el número de plazas disponibles en calzada para darle un uso alternativo<sup>26</sup>.

Por otro lado, desde las diferentes administraciones se está realizando un esfuerzo para poder avanzar en la gestión inteligente de la movilidad dando herramientas al ciudadano que permitan mejorar los desplazamientos, tanto a nivel individual como colectivo. En esta dirección, diferentes administraciones han empezado a publicar diferentes aplicaciones móviles que pueden usarse como herramientas de planificación, reserva y pago de servicios de movilidad<sup>27</sup>.

Finalmente, destacar la regulación por parte de las administraciones de los nuevos servicios de movilidad – no concesionada – operados por empresas privadas, muchas de ellas, de reciente creación.

#### 2.4.3. Nuevos actores en la movilidad urbana

Enlazando con el punto referente a la regulación por parte de la administración de los nuevos servicios de movilidad de tipo urbano, es un hecho diferenciador de la nueva movilidad la aparición, durante la década de 2010 y especialmente la segunda mitad, de un conjunto de empresas totalmente independientes de gestión de movilidad urbana, un ámbito que hasta la fecha había sido gestionado, directa o indirectamente, por la propia administración local.

Desde 2009, con la fundación de Uber, se ha sucedido la aparición de empresas privadas dispuestas a influir en el rumbo de la movilidad urbana con la puesta en funcionamiento de diferentes servicios que han implicado la aparición de un nuevo paradigma en el entorno urbano.

Estos actores, gestores de diferentes servicios de movilidad privada ya sea compartida, individual, auxiliar, etc., han provocado un cambio en la concepción del transporte urbano que ha provocado que las administraciones hayan regulado el uso de los servicios ofrecidos por estos nuevos actores.

#### 2.4.4. Cambio tecnológico

La nueva movilidad se centra en las tecnologías de la información y es en base a ellas que se operan y se gestionan los nuevos servicios de movilidad.

---

<sup>26</sup> Durante el período 2014-2017 se redujo el número de plazas reguladas en la ciudad de Barcelona (plazas para turismos) en un 5% si bien se amplió el ámbito de regulación, de acuerdo con Àrea d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat (2018).

<sup>27</sup> La ciudad de Barcelona puso en funcionamiento la aplicación Smou en 2019 mientras que Madrid lanzó MaaS Madrid en 2018. Otras ciudades como Viena tienen un sistema análogo desde 2015

Todos los servicios de movilidad que han surgido y están evolucionando en los últimos 10 años, independientemente de cuál es su propuesta de valor, han tenido en común que su foco principal es la tecnología<sup>28</sup>.

La industria del automóvil también ha evolucionado hacia un modelo centrado en la tecnología promocionando la aparición del vehículo conectado, el cual como su nombre indica, interactúa con diferentes elementos de forma dinámica y comparte los datos con el exterior. Se debe destacar que en 2015 un 10% de los vehículos nuevos disponían de conectividad y se estima que en 2020 este valor será del 70%<sup>29</sup>.

No únicamente la implantación del vehículo conectado ha sido un generador de datos de los que hasta el momento no se disponía, sino que también los nuevos servicios de movilidad basados en tecnología móvil han comportado la generación y almacenaje de un valioso conjunto de datos referente a la movilidad. También los dispositivos móviles, que se han convertido en una herramienta común, han permitido, mediante el uso del posicionamiento GPS o la misma señal de teléfono, disponer de una fuente de la que se carecía<sup>30</sup>.

Estos nuevos datos se han convertido en un importante activo, con un valor económico destacable, que ha sido utilizado tanto de forma interna por las empresas, así como de forma externa para mejorar y optimizar los servicios.

Finalmente, destacar que la aparición disruptiva del vehículo autónomo supondrá un cambio drástico en la movilidad y la gestión de la misma ya que comportará un cambio de paradigma al no requerirse conductor en el vehículo tal y como indica Bimbraw (2015).

#### 2.4.5. Implicación de las tendencias en la movilidad en la indisciplina en el estacionamiento

Las tendencias en movilidad tendrán una significativa implicación en la indisciplina en el estacionamiento ya que, si bien en los últimos años ya se ha detectado una importante disrupción, la estabilización del concepto de nueva movilidad supondrá un cambio en el uso del vehículo e implicará cambios considerables en el estacionamiento de los vehículos, tanto en forma como en cantidad.

---

<sup>28</sup> Empresas como Uber, Lime, Blablacar o Wesmartpark se basan en aplicaciones móviles

<sup>29</sup> De acuerdo con Hewlett Packard (2016)

<sup>30</sup> Empresas de telecomunicaciones (como Telefonica) o agregadores de datos (como Inrix) son ejemplo de ello

Por un lado, el impulso del uso del transporte público como, especialmente, la promoción de nuevos modelos de movilidad individual – ya sea en propiedad o compartida – además del incremento de los trayectos en vehículo turismo compartidos significará la reducción del uso del número de operaciones de estacionamiento que se realizarán en el futuro en los entornos urbanos<sup>31</sup>.

Por el otro lado, desde las administraciones locales se está llevando a cabo una política de reducción<sup>32</sup> de las plazas disponibles para el estacionamiento en calzada debido a que, como se ha comentado anteriormente, el elevado valor del espacio urbano no justifica el uso de este espacio como aparcamiento.

Además, se debe destacar que la aparición de nuevos actores privados – especialmente en los operadores de vehículos turismo compartidos sin conductor, *carsharing* – en el ámbito de la movilidad urbana, implica una nueva relación del usuario con el vehículo utilizado y el uso que hace durante todo el servicio.

Finalmente, referente al cambio tecnológico, hay dos puntos que tienen y tendrán un gran impacto en la indisciplina en el estacionamiento:

- La elevada disponibilidad de datos tanto a nivel histórico como en tiempo real, permite y permitirá mejorar el conocimiento que se dispone de la localización de los vehículos pudiendo tanto mejorar las medidas para reducir la indisciplina en el estacionamiento como cambiar el comportamiento del usuario frente a la decisión en el estacionamiento
- A largo plazo, la implantación de los vehículos autónomos supondrá un cambio en la necesidad de estacionamiento ya que este dejará de ser una necesidad en el entorno del destino debido a que el vehículo será capaz de circular hasta un espacio de estacionamiento adecuado a las necesidades del usuario

---

<sup>31</sup> De acuerdo, por ejemplo, con el Plan de Movilidad Urbana de Barcelona

<sup>32</sup> Durante el período 2014-2017 se redujo el número de plazas reguladas en la ciudad de Barcelona (plazas para turismos) en un 5% si bien se amplió el ámbito de regulación. Para más información consultar el documento Àrea d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat (2018)

### **3. ANÁLISIS TEÓRICO DEL IMPACTO DE LA INDISCIPLINA EN LA CIRCULACIÓN**

La indisciplina de estacionamiento se define como la aparición de vehículos estacionados de forma incorrecta que impiden una circulación libre a la vez que reducen la capacidad del conjunto de la vía de circulación.

Aunque el análisis del impacto de la indisciplina de estacionamiento sobre el tráfico urbano se va a realizar mediante un software comercial de modelización de tráfico, se pretende en este capítulo repasar los conceptos fundamentales en los que se soporta dicho software para no trabajar con él como si de una “caja negra” se tratase.

En este caso, el objetivo que se busca es analizar la variación del tiempo de recorrido en función de la indisciplina de estacionamiento desde un marco teórico.

#### **3.1. Modelo de circulación ininterrumpida**

El desplazamiento de los vehículos se produce en un ambiente físico que comprende simultáneamente tanto una dimensión espacial como temporal. A diferencia del transporte aéreo o marítimo, donde la dimensión espacial posee tres o dos componentes, el tráfico urbano tiene un componente espacial que se puede llegar a considerar unidimensional: la vía.

Por otro lado, es importante considerar que los vehículos en circulación son conducidos y ocupados por personas lo que dota al caso de una dimensión humana referente al comportamiento de los conductores.

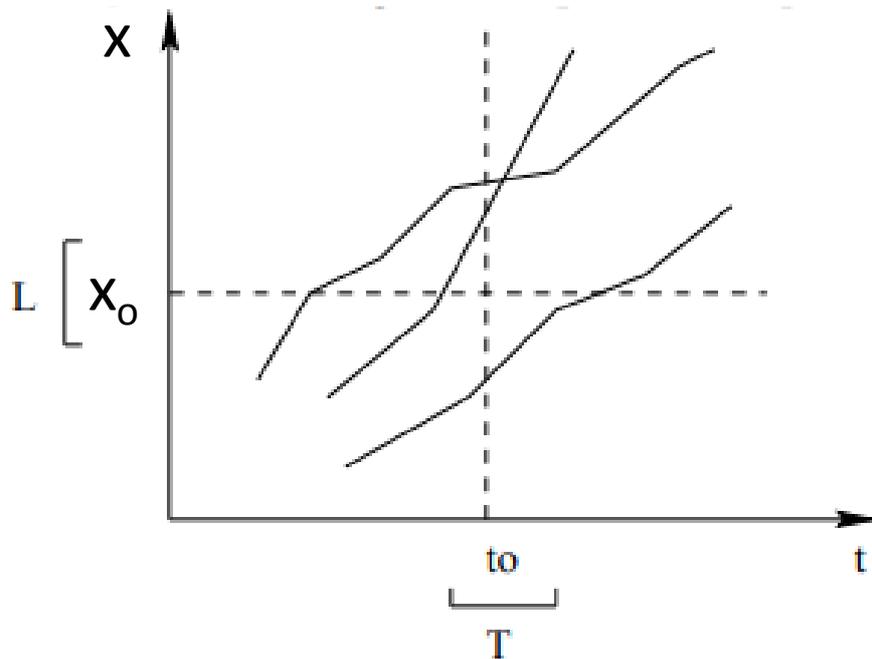


Imagen 8. Diagrama espacio-tiempo

La circulación se representa a través de un diagrama espacio-tiempo que muestra la posición de los vehículos para cada instante. Dicho diagrama se puede analizar tanto desde el punto de vista temporal como espacial.

### 3.1.1. Observación temporal

En la imagen anterior, se detecta una línea discontinua horizontal que representa la observación temporal de una vía en una sección transversal  $x_0$ . Ésta determina el número de vehículos que atraviesan la sección  $x_0$  durante un período  $T$ , que se define por  $m$  dando lugar a:

- **Flujo de tráfico ( $q$ ):** número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía por unidad de tiempo  $q = \frac{m}{T}$  correspondiendo al flujo promedio en el punto  $s_0$  durante el período  $T$
- **Intervalo ( $\bar{h}$ ):** tiempo que transcurre entre el paso de dos vehículos por una sección de la vía. Considerando un período de observación suficientemente largo, se obtiene que el intervalo medio es  $\bar{h} = \frac{1}{q}$

### 3.1.2. Patrones de flujo temporales

Tal como se indica en May (1990), los valores de flujo de tráfico varían a lo largo del tiempo y existen variaciones de flujo de carácter mensual, diario, horario y intra-horario, siendo muy importante para los analistas de tráfico entender los patrones asociados para poder estimar el flujo de tráfico.

En este sentido, se debe considerar que cada tipo de vías de circulación tienen unas variaciones mensuales específicas y, especialmente, se detecta importantes diferencias entre vías urbanas e interurbanas siendo los meses de abril-mayo y octubre-noviembre aquellos con unos valores más cercanos a la media.

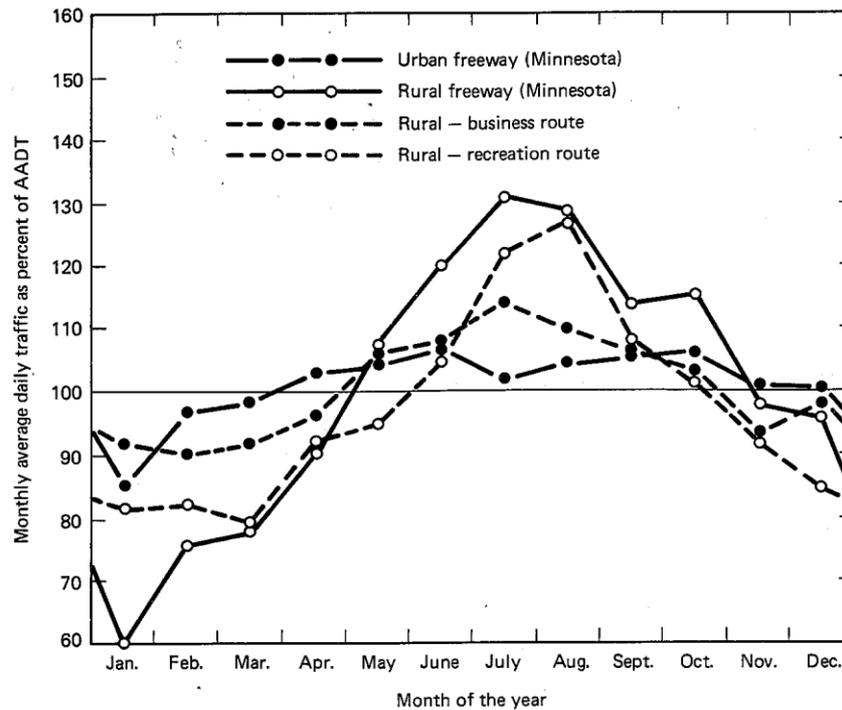


Figura 1. Uso mensual de las vías para diferentes tipos de acuerdo a May (1990)

A nivel semanal, también se detecta una diferencia importante entre los diferentes días de la semana y a nivel horario dentro de un mismo día.

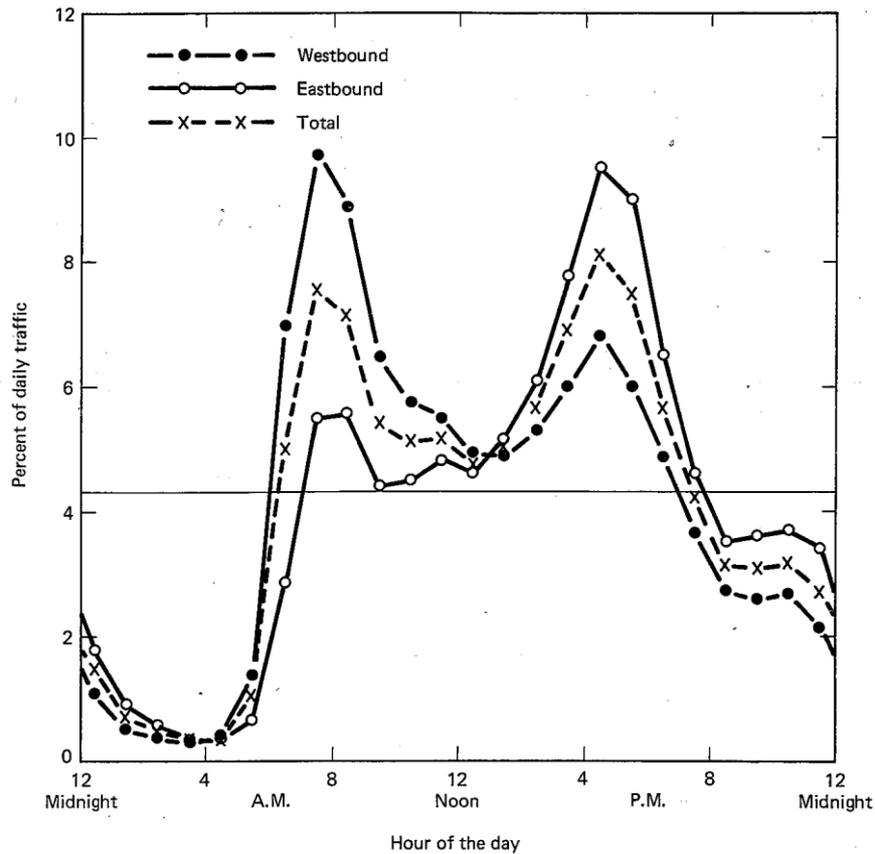


Figura 2. Patron de flujo horario en el puente de San Francisco-Oakland de acuerdo a May (1990)

### 3.1.3. Observación espacial

La recta vertical de la imagen 8 representa la observación espacial de la circulación desde un punto de vista elevado sobre la vía. Determina el número de vehículos presentes en un tramo de vía de longitud  $L$  en un instante  $t_0$  denominado  $n$ , dando lugar a:

- **Densidad de tráfico ( $k$ ):** número de vehículos existentes en un tramo de vía en un instante de tiempo  $k = \frac{n}{L}$
- **Espaciamiento ( $s$ ):** distancia entre dos vehículos sucesivos circulando por una misma vía en un instante determinado. El espaciamiento medio corresponde a la inversa de la densidad de tráfico. Éste se puede definir como  $\bar{s} = \frac{1}{k}$

### 3.1.4. Patrones de flujo espaciales

Los flujos de tráfico varían con el espacio y, consecuentemente, las variaciones lineales, de red, de dirección y de carril son importantes conceptos a entender y aplicar.

Un primer patrón espacial detectado, tal como indica May (1990) es el que las rutas de mayor calidad se saturan en primera instancia y derivan el flujo posteriormente a las de tipo secundario.

Otro patrón que se detecta es la direccionalidad del flujo en función de la franja horaria que se analiza.

Finalmente, el último patrón a considerar es la distribución del tráfico entre los carriles disponibles en vías multicarril. Dicho factor es de una importancia extrema ya que define el uso de la capacidad de la vía y el nivel de servicio de la misma en todo momento.

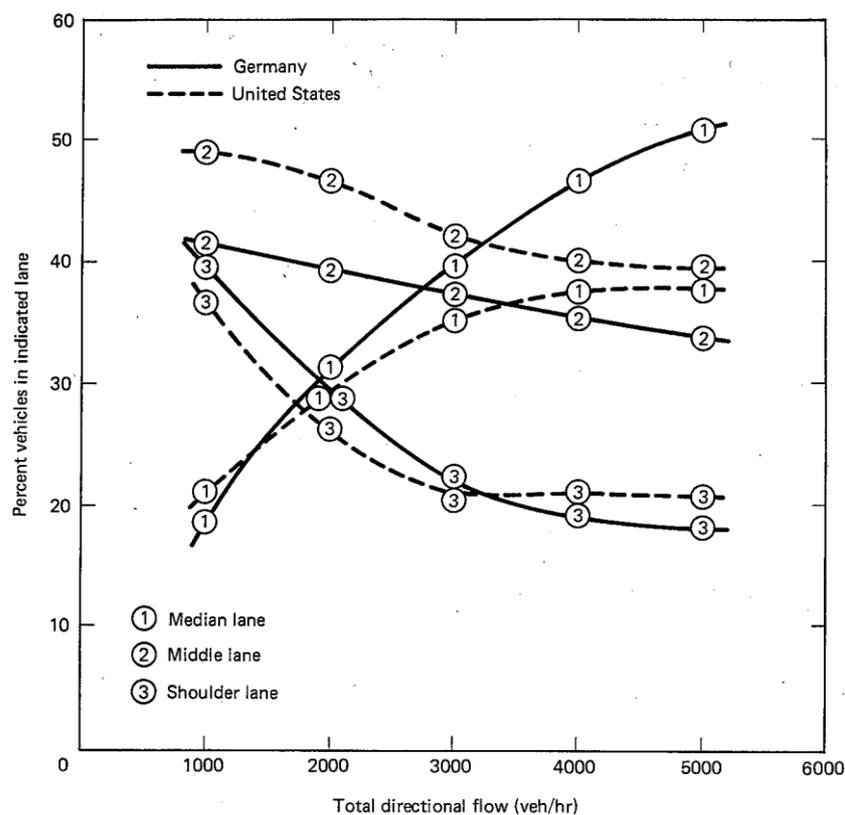


Figura 3. Distribución típica del uso de los carriles de acuerdo a May (1990)

### 3.1.5. Distribución de las velocidades

Adicionalmente a los dos puntos anteriores, visiones de carácter estático, se puede definir un tercer punto con una visión no-estática asociada a la de un observador en movimiento. De esta forma pueden ser analizados dos grandes grupos de vehículos: aquellos que pasan por un punto y los que están presentes en un tramo. Estos grupos son conocidos como distribución temporal y espacial respectivamente.

- **Distribución espacial:** esta distribución se obtiene de considerar la proporción de vehículos presentes en un tramo de longitud  $L$  en un instante determinado
- **Distribución temporal:** esta distribución se obtiene al considerar la proporción de vehículos que cruzan una sección de la vía durante un período de tiempo determinado

### 3.1.6. Relación entre las velocidades temporal y espacial

A continuación, se presenta la relación entre la velocidad media temporal y la velocidad media espacial, tal y como se explica en Kraemer (2003).

Sea  $K$  la densidad de tráfico,  $q$  la intensidad y sean  $f_t(V)$  y  $f_e(V)$  las funciones de densidad correspondientes a las distribuciones de velocidad temporal y espacial respectivamente. El número de vehículos con velocidad comprendida entre  $V$  y  $V+dV$  que pasarán por una sección fija  $A$  en el intervalo  $t$  a  $t+dt$  será:

$$f_t(V).dV.q.dt$$

Estos vehículos serán justamente aquellos que en el instante  $t$  estén delante de la sección  $A$  en un tramo de longitud  $V.dt$ , es decir  $f_e(V).dV.K.V.dt$ . Consecuentemente:

$$q.f_t(V).dt.dV = K.V.f_e(V).dt.dV \quad (1)$$

Integrando los dos miembros en relación a  $V$ , se obtiene la relación fundamental:

$$q = K.\bar{V}_e \quad (2)$$

Siendo  $\bar{V}_e$  la velocidad mediana espacial.

Teniendo en cuenta la ecuación (2) y considerando que la ecuación (1) permite relacionar las dos distribuciones de velocidad espacial y temporal, entonces (2) se puede reescribir:

$$K.\bar{V}_e.f_t(V) = K.V.f_e(V)$$

A partir de aquí, si se integra en relación a  $V$ , entonces:

$$\frac{1}{\bar{V}_e} \int_0^{\infty} f_e(V).dV = \int_0^{\infty} \frac{f_t(V).dV}{V}$$

Y a partir de aquí:

$$\frac{1}{\bar{V}_e} = \int_0^{\infty} \frac{1}{V} f_t(V).dV$$

Es decir, que la velocidad media espacial coincide con la media armónica de la distribución temporal. Por tanto, la velocidad media temporal será:

$$\bar{V}_t = \frac{1}{\bar{V}_e} \int_0^{\infty} V^2 f_e(V) \cdot dV = \bar{V}_e + \frac{\sigma_e^2}{\bar{V}_e}$$

Siendo  $\sigma_e^2$  la varianza de la distribución espacial. Por tanto, se puede comprobar que la velocidad media temporal es siempre mayor a la velocidad media espacial.

Por este motivo, además de por el hecho que su cálculo resulta mucho más sencillo, en estudios de tráfico se usa siempre  $\bar{V}_t$ . El cálculo de la velocidad media temporal está mucho más extendido en el ámbito de la ingeniería de tráfico que el cálculo de la velocidad media espacial.

### 3.2. Ecuación fundamental del tráfico

Algunas de las variables planteadas en el punto anterior están relacionadas entre sí. La relación más destacable es la que afecta el flujo, la densidad y la velocidad media espacial.

Si se supone un flujo de vehículos  $j$  homogéneo y estacionario (igual velocidad y constante en el tiempo) en condiciones de circulación ininterrumpida entonces se obtiene que el espaciamiento entre vehículos es igual a la velocidad de circulación por el intervalo entre los mismos:

$$s_j = v_j \cdot h_j$$

Si el flujo se calcula en un período en el cual hay un número elevado de vehículos, la ecuación anterior se puede reescribir como:

$$\frac{1}{k_j} = \frac{v_j}{q_j} \Leftrightarrow k_j = \frac{q_j}{v_j}$$

Además, es conocido que se cumple:

$$\bar{v}_e = \frac{\sum_j k_j v_j}{\sum_j k_j} = \frac{\sum_j \frac{q_j}{v_j} v_j}{\sum_j k_j} = \frac{\sum_j q_j}{\sum_j k_j}$$

En consecuencia,

$$q = k \cdot \bar{v}_e$$

Que es la relación fundamental del tráfico, que liga entre sí las tres magnitudes fundamentales y permite calcular una de ellas en función de las otras dos.

Por lo tanto, la relación fundamental del tráfico se define por tres factores relacionados entre sí, tal y como se ha descrito anteriormente:

- $q$  = Intensidad – la intensidad es la cantidad de vehículos que circulan por un tramo concreto de la vía en un determinado intervalo horario
- $K$  = Densidad – la densidad es el número de vehículos que pueden estar en un tramo concreto de vía por unidad de longitud en un instante determinado
- $\bar{V}_e$  = Velocidad media espacial – es la velocidad media del conjunto de vehículos que en un instante determinado están localizados en un tramo de carretera fijado

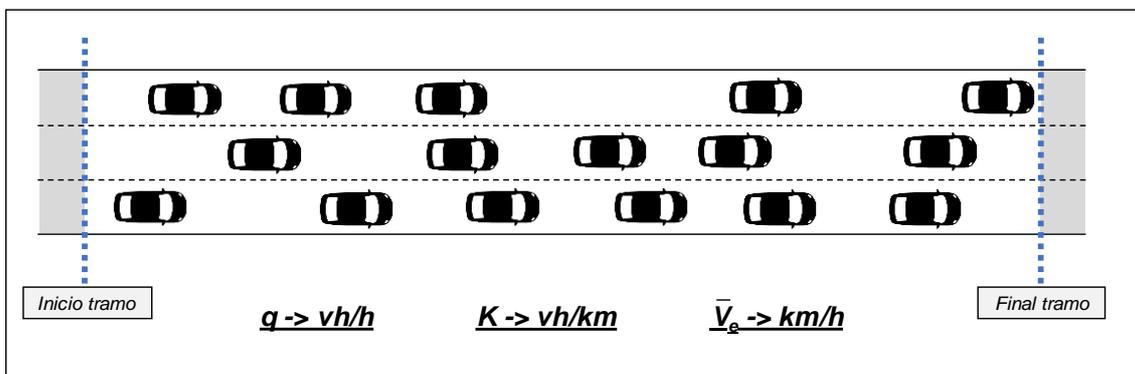


Figura 4. Ejemplo de tramo de circulación analizado

Se debe tener en cuenta, como se ha apuntado anteriormente, que la velocidad media espacial no coincide con la velocidad media temporal ( $v_t$ ), que se define como la velocidad media de todos los vehículos que pasan por un perfil fijo de la carretera en un cierto periodo de tiempo y que es la más extendida en el cálculo de la velocidad de los vehículos.

### 3.3. Relación entre los parámetros básicos del tráfico

Como se ha comentado anteriormente, existe una relación entre las tres características básicas de circulación ( $q$ ,  $K$  y  $\bar{V}_e$ ), que se ha obtenido de forma empírica en base a diferentes observaciones en campo.

En todas las relaciones entre los diferentes parámetros se detectan dos tramos claramente diferenciados; por un lado está el tramo en el cual se registra una circulación estable, en el que el comportamiento del vehículo se ajusta de forma continua a la relación correspondiente mientras que por el otro lado se dispone

de un tramo de circulación inestable en el cual, si bien se aproxima a la relación, por situación del tráfico real, se pueden producir saltos pasando de una situación a otra del tramo sin una continuidad en el mismo.

### a. Relación velocidad-densidad

Referente a la relación entre la velocidad y la densidad, a partir de unas sencillas consideraciones, se puede considerar la analogía entre ambas.

En caso de densidades muy pequeñas, los vehículos podrían circular a velocidad libre debido a la poca interacción con el entorno. A medida que la densidad empieza a ser mayor, debido a la mayor interacción con el resto de la circulación, la velocidad del vehículo debe reducirse para ajustarse al entorno. En el caso más desfavorable se encuentra el caso con densidad máxima (toda la vía ocupada con vehículos) donde la velocidad en este caso será la mínima.

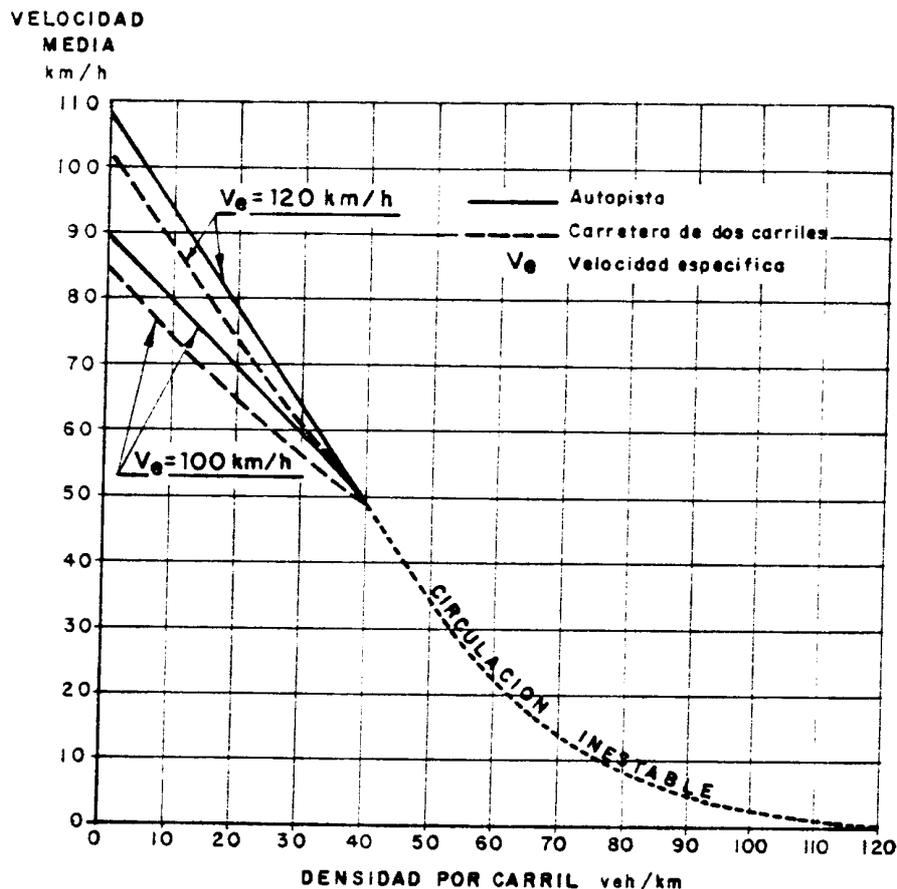


Figura 5. Relación velocidad – densidad presentado en Kraemer (2003)

### *b. Relación intensidad-densidad*

La relación entre la intensidad y la densidad viene definida a partir tanto de la relación básica ( $q = K \cdot \bar{v}_e$ ) así como la relación existente entre velocidad y densidad.

Al representar dicha relación como la intensidad en función de la densidad, aparece una función convexa con un máximo dado para un determinado valor de densidad.

Este valor máximo de intensidad se conoce como la capacidad de la carretera y el valor de densidad asociado, se le llama densidad crítica.

En este sentido y para cada valor de intensidad menor a la capacidad, existen dos conjuntos de valores de densidad con un funcionamiento de la circulación completamente diferente en ambos casos uno de los valores está en el tramo de circulación estable y el otro en el de circulación inestable.

En el caso de situarse en el tramo de circulación estable, cualquier perturbación que pueda producirse, se disipa rápidamente y no implica una situación de complejidad en la circulación. En cambio, si la intensidad se corresponde a una densidad superior a la crítica, la circulación es inestable y se producen de forma continua paradas y avances con velocidades de circulación reducidas.

Este diagrama, que representa la intensidad en función de la densidad, se le conoce como diagrama fundamental del tráfico.

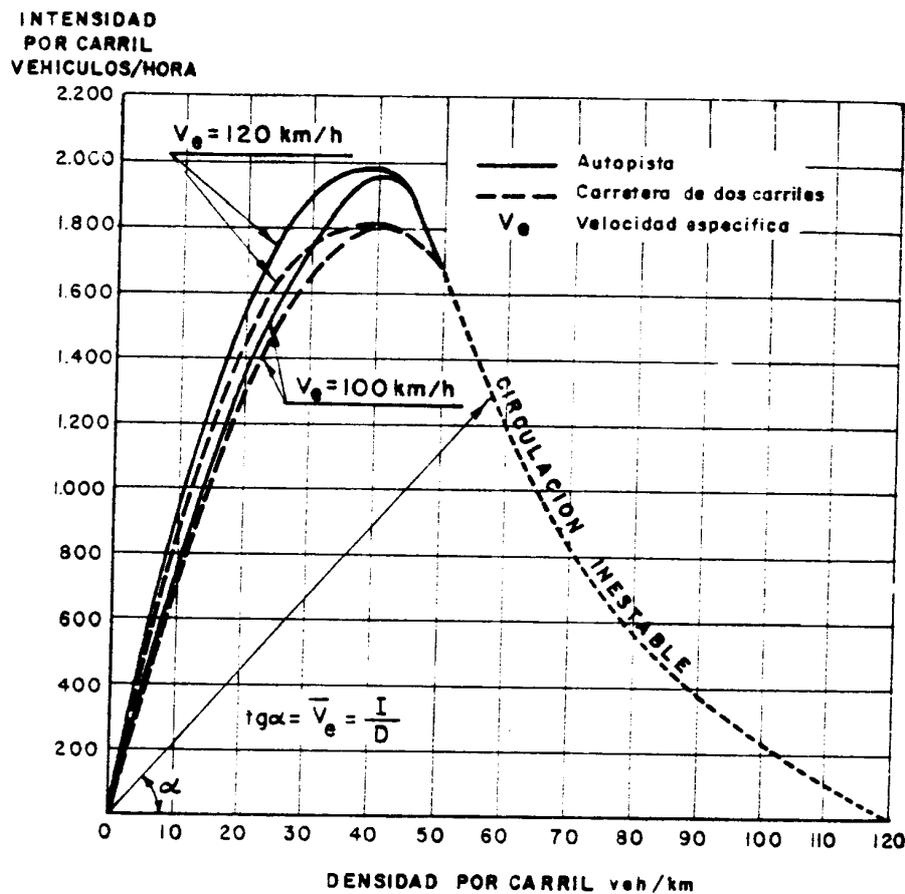


Figura 6. Relación intensidad - densidad presentado en Kraemer (2003)

### c. Relación velocidad-intensidad

La relación entre velocidad e intensidad, debido a su elevada utilidad y su relativa sencillez en el cálculo, ha sido la más estudiada y trabajada de las diferentes relaciones existentes.

En esta relación, que se presenta como la velocidad en función de la intensidad una vez definida la capacidad (intensidad máxima), se puede comprobar que para cada intensidad menor a dicha capacidad, existen dos velocidades diferentes de circulación.

Como en el caso de la relación intensidad-densidad, la velocidad superior se sitúa en el tramo de circulación estable, donde una pequeña perturbación puede ser rápidamente compensada y no implica problemas a gran escala, mientras que la velocidad inferior, localizada en el tramo de circulación inestable, sí comporta problemas asociados de circulación y paradas continuas.

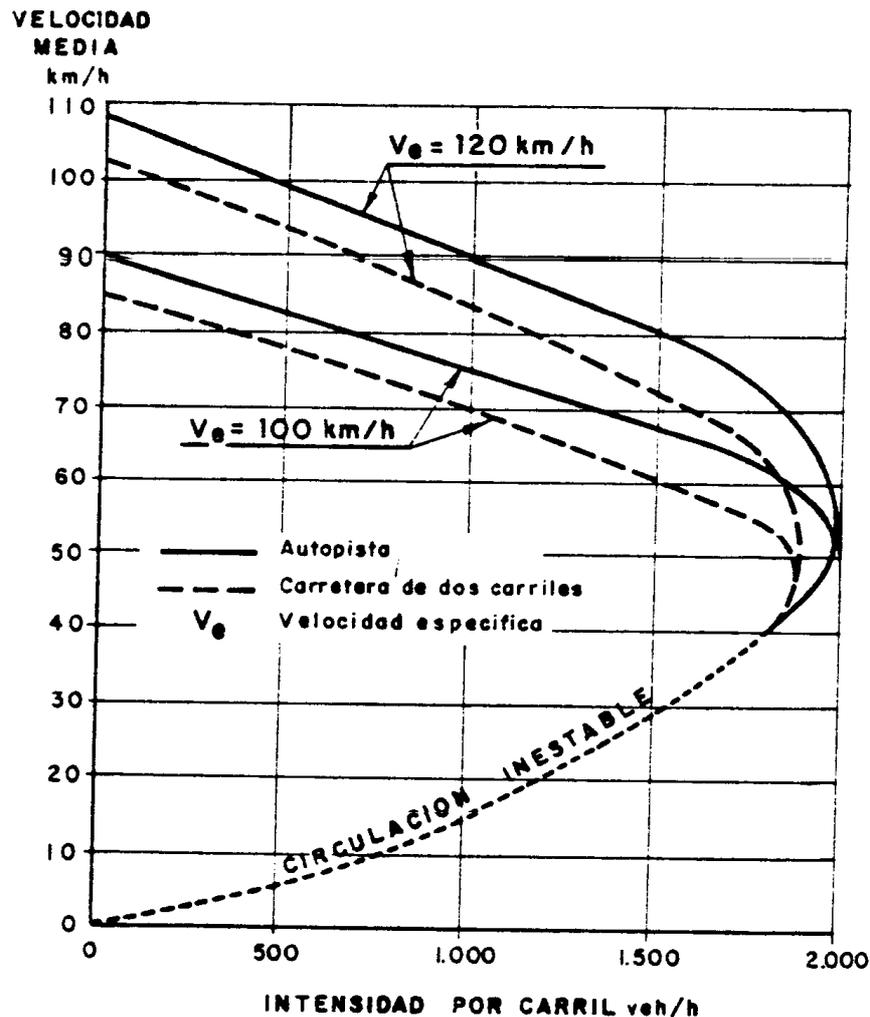


Figura 7. Relación velocidad - densidad presentado en Kraemer (2003)

De dicha relación se deriva la conversión entre la densidad del carril y el nivel de servicio de la vía tal y como se muestra en la tabla adjunta

Level of Service	Flow Condition	$v/c$ Limit	Service Volume (veh/hr)	Speed (miles/hr)	Density (veh/mile/lane)
A	Free	0.35	700	$\geq 60$	$\leq 12$
B	Stable	0.54	1100	$\geq 57$	$\leq 20$
C	Stable	0.77	1550	$\geq 54$	$\leq 30$
D	High density	0.93	1850	$\geq 46$	$\leq 40$
E	Near capacity	1.00	2000	$\geq 30$	$\leq 67$
F	Breakdown	Unstable		$< 30$	$> 67$

Tabla 1. Relación entre nivel de densidad y nivel de servicio propuesto según May (1990)

Un hecho importante en la obtención correcta de los diagramas asociados a la ecuación fundamental del tráfico es la recolección de datos en la ubicación adecuada durante el tiempo determinado. La localización de la toma de datos es

clave para el correcto resultado final ya que, para una misma vía sin entradas ni salidas, los resultados varían sobremanera en función de dicha ubicación

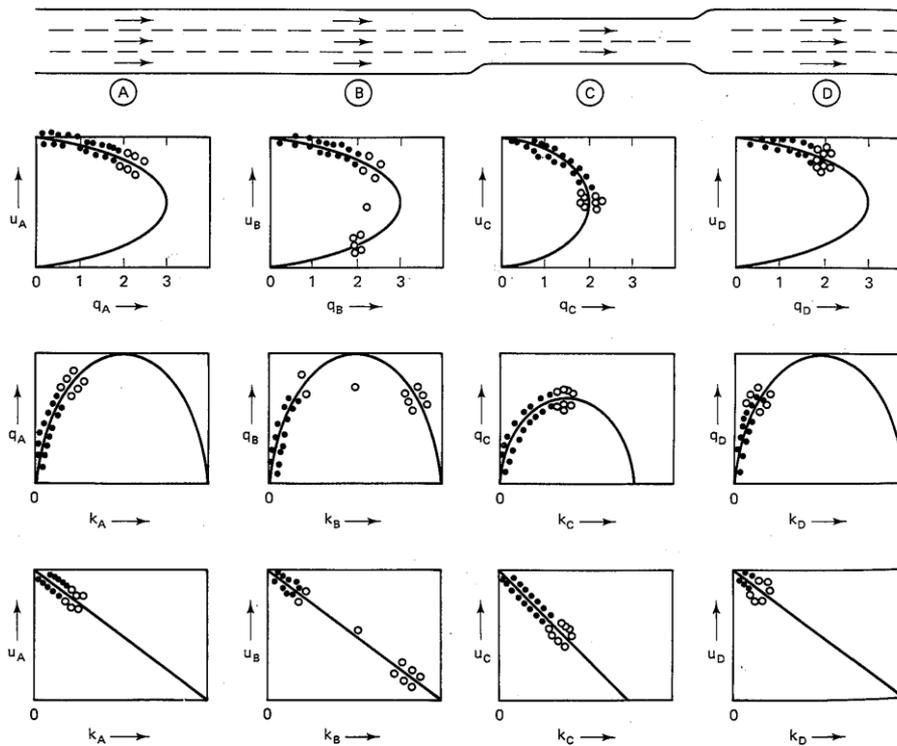


Figure 10.2 Importance of Location

Figura 8. Relaciones asociadas a velocidad, intensidad y densidad para diferentes localizaciones de una misma vía según May (1990)

### 3.4. Relaciones entre variables en la ecuación fundamental del tráfico

En base a la fórmula de la relación fundamental del tráfico,  $q = K \cdot \bar{V}_e$ , y a partir de los gráficos empíricos obtenidos para las diferentes relaciones entre parámetros presentadas en el punto anterior, a nivel teórico se presentan las relaciones entre ellas de una forma matemática simplificada.

De esta forma, las curvas que se trabajan en ingeniería del tráfico son funciones cuadráticas.

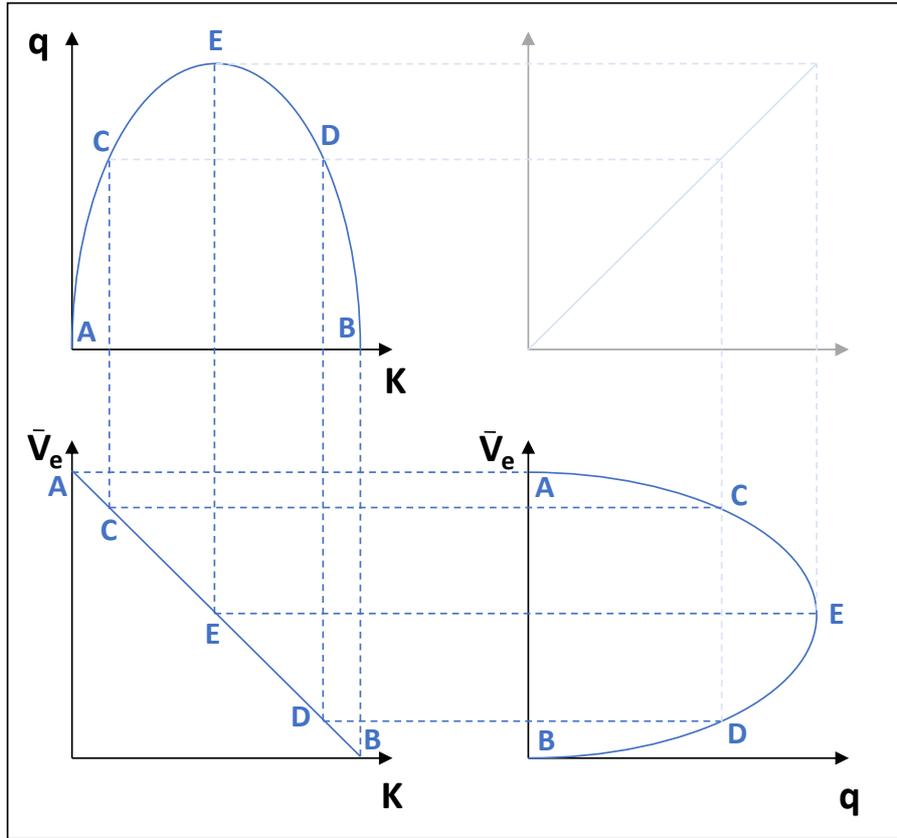


Figura 9. Relación fundamental tráfico – Adaptada de HCM 2000

En este sentido, el tramo definido por los puntos A, C y E de las curvas teóricas se corresponde al tramo de circulación estable planteado en el apartado anterior mientras que el tramo definido por los puntos E, D y B se ajusta al tramo de circulación inestable.

### 3.5. Afectación de la indisciplina en la relación fundamental de tráfico

La aparición de indisciplina implica una reducción del número de carriles hábiles para la circulación de vehículos, reduciendo de esta forma la intensidad máxima ( $q_{max}$ ) – o capacidad de la vía – de vehículos que pueden llegar a cruzar el punto donde se detecta la indisciplina.

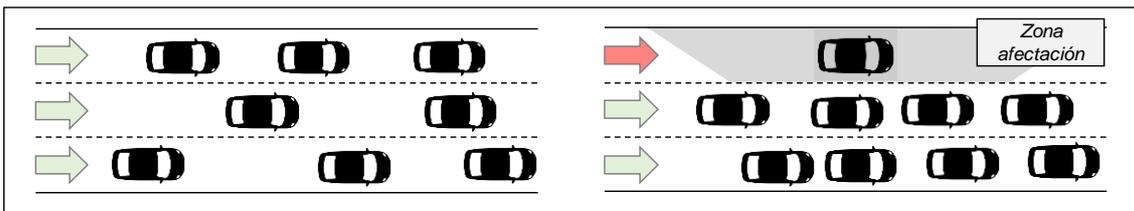


Figura 10. Ejemplo de afectación de la indisciplina al tráfico

Dicha reducción de la intensidad máxima, implica un cambio en la relación fundamental del tráfico tal y como se presenta en la figura siguiente.

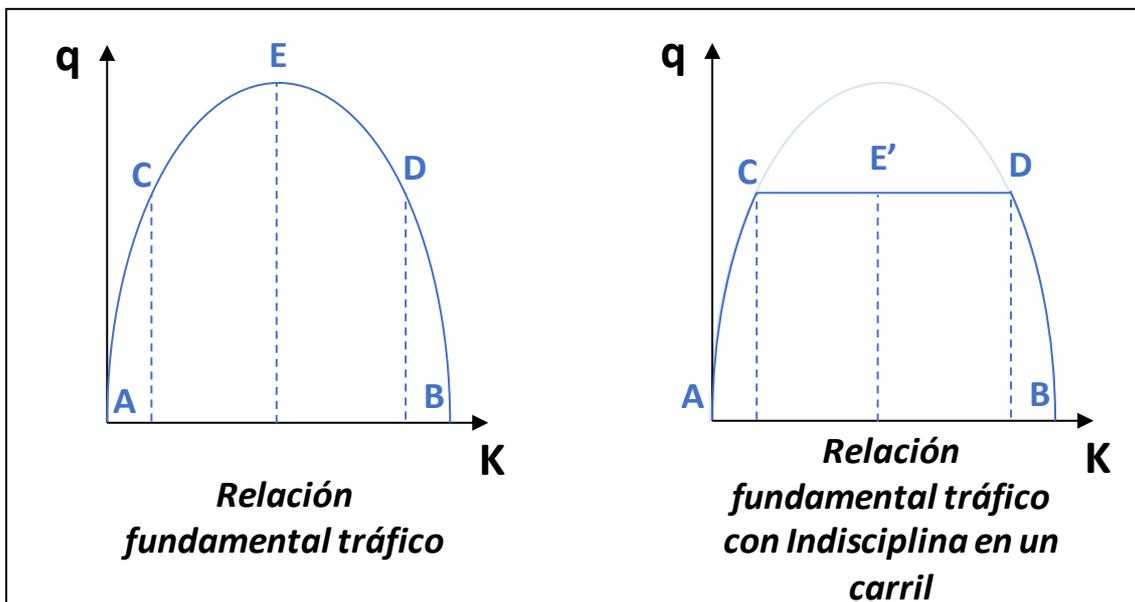


Figura 11. Afectación de la indisciplina en la relación fundamental del tráfico

La densidad ( $K$ ) es independiente del número de carriles que están disponibles para la circulación ya que el número de vehículos que accederán al punto de conflicto no variará independientemente de la reducción temporal de la capacidad de la vía (si esta reducción de capacidad se ve alargada en el tiempo los conductores pueden optar por un cambio de rutina, pero en ningún caso será este inmediato, como mínimo a efectos teóricos). Por el contrario, la velocidad ( $\bar{V}_e$ ) sí se ve afectada de forma proporcional por la reducción de la intensidad ( $q$ ), asociada de forma directa a la reducción de la capacidad de la vía.

La reducción del número de carriles que se produce en un tramo concreto, implica modificaciones en los factores de la relación fundamental del tráfico ( $Q_{max}^{33} = K_{max} \cdot V_{max}$ ) tal y como se ha comentado.

La reducción de la capacidad de una vía en un instante determinado implica la reducción de la velocidad de circulación de la vía.

Al reducirse la velocidad, tal y como se ha indicado, el tiempo de recorrido medio de los vehículos aumenta implicando una afectación en el conjunto de los usuarios de la red.

<sup>33</sup> Los valores máximos se refieren a los valores que toman las diferentes variables cuando el flujo es máximo

### 3.6. Teoría de seguimiento de vehículos

La teoría de seguimiento de vehículos es un enfoque microscópico para modelar el comportamiento de conductores que circulan por un tramo de vía. Dicha teoría se basa en la ley de Webster que establece que la reacción de un individuo frente a un estímulo es directamente proporcional a su sensibilidad y a la magnitud del estímulo.

En este caso lo importante es identificar la respuesta, la sensibilidad y el estímulo en el caso de la circulación ininterrumpida con las condiciones preimpuestas que se detallan a continuación:

- Existe una sola vía
- Se define un solo sentido de circulación
- Se detectan dos vehículos sucesivos
- No se permite el adelantamiento

En base a esto, de acuerdo a Rothery (2002), se ajusta:

$$\text{Respuesta} = \text{Sensibilidad} \cdot \text{Estímulo}$$

Sea  $x_n(t)$  la posición del vehículo  $n$  en el instante  $t$ , se define:

- 1) **Respuesta:** aceleración de un vehículo  $n$  en el instante  $t+T$

$$\frac{dv_n(t+T)}{dt}$$

Siendo  $T$  el tiempo de respuesta asociado a una acción<sup>34</sup> y  $v_n$  la velocidad del vehículo

- 2) **Estímulo:** velocidad relativa entre el vehículo  $n$  y el  $n-1$  en el instante  $t$

$$v_{n-1}(t) - v_n(t) = \frac{d[x_{n-1}(t) - x_n(t)]}{dt} = \frac{ds_n(t)}{dt}$$

- 3) **Sensibilidad:** función de la velocidad y el espaciamiento en el instante  $t$ . En general, dicho parámetro es proporcional a la velocidad e inversamente proporcional al espaciamiento. Una de las diferentes alternativas de modelación es considerar

$$\lambda = \lambda_0 \frac{v_n^m}{s_n^l}$$

---

<sup>34</sup> Este tiempo de respuesta se compone de 1) Percepción del estímulo, 2) Interpretación del estímulo, 3) Determinación acción a realizar, 4) Ejecución de la acción necesaria y 5) Transmisión mecánica de la acción

Siendo  $\lambda_0$  el parámetro inicial de sensibilidad, y  $m$  y  $l$  parámetros de ajuste referentes a la velocidad y al espaciamiento respectivamente

Por lo tanto, el modelo general de seguimiento de vehículos queda representado por la siguiente ecuación,

$$\frac{dv_n(t+T)}{dt} = \lambda_0 \frac{v_n^m}{s_n^l} \frac{ds_n(t)}{dt}$$

Si se considera sensibilidad constante, entonces se considera que  $m = l = 0$  y, consecuentemente,  $S = \lambda_0$  y por tanto,

$$\frac{dv_n(t+T)}{dt} = \lambda_0 \frac{ds_n(t)}{dt}$$

Si se desprecia  $T$  y se integra la ecuación, se obtiene,

$$v_n = \lambda_0 \cdot s_n + C$$

Aplicando la condición de borde  $v_n \rightarrow 0$  si  $s_n \rightarrow s_{min}$ , se comprueba que

$$v_n = \lambda_0 \cdot (s_n - s_{min})$$

Si se considera dicha relación para un grupo de vehículos se obtiene

$$\bar{v} = \lambda_0 (\bar{s} - \bar{s}_{min})$$

O bien,

$$\bar{v} = \lambda_0 \cdot \left( \frac{1}{k} - \frac{1}{k_e} \right)$$

Siendo  $\frac{1}{k_e}$  la inversa de  $\bar{s}_{min}$

Esta ecuación, conocida como modelo de Herman, no es adecuada para describir velocidades con densidades bajas debido a que la velocidad tiende a infinito.

En todo caso, utilizando la ecuación fundamental del tráfico, se obtiene un modelo de la circulación ininterrumpida

$$q = \lambda_0 \cdot \left( 1 - \frac{k}{k_e} \right)$$

En consecuencia, el flujo disminuye linealmente desde un máximo igual a  $\lambda_0$  cuando la concentración es cero, hasta un mínimo de cero cuando se llega a la congestión. El hecho de que el flujo no sea cero para densidad igual a cero es otro de los puntos débiles del modelo de Herman.

### 3.6.1. Modelo de seguimiento de vehículos de Wiedemann

A continuación, se plantea el detalle del modelo de seguimiento de vehículos de Wiedemann debido a que es el utilizado por parte del software comercial escogido en este trabajo.

El modelo propuesto por Wiedemann se basa en la aceptación que el conductor adopta uno de los modelos de conducción siguientes:

- **Circulación libre:** no hay influencia de los vehículos anteriores; en este modo, el conductor intenta mantener una velocidad constante que se ajusta a su velocidad deseada
- **Acercamiento:** es el proceso del conductor de adaptación de su velocidad a la del vehículo precedente. Mientras se aproxima, el conductor aplica una deceleración tal que la diferencia de velocidades con el vehículo precedente es cero en el momento que alcanza la velocidad de seguridad determinada por él
- **Seguimiento:** el conductor sigue al vehículo precedente sin ninguna aceleración o desaceleración consciente. Mantiene la distancia de seguridad constante
- **Freno:** es la aplicación de valores de frenada medios o altos cuando la distancia de seguridad con el vehículo precedente se reduce. Esto puede suceder cuando el vehículo precedente cambia de velocidad de forma abrupta o cuando un tercer vehículo cambia de carril colocándose enfrente del conductor

Para cada modo, la aceleración es descrita como el resultado de la velocidad, la diferencia de velocidad, la distancia y las características individuales de conductor y vehículo. El conductor cambia de modo una vez se alcanza un umbral concreto en función de sus características.

Wiedemann desarrolló este modelo de seguimiento de vehículos de forma separada para el caso de tráfico urbano – Wiedemann 74 – y para el caso de tráfico interurbano – Wiedemann 99.

El caso específico del modelo para entornos urbanos es el que se utiliza en esta tesis. A continuación, se detallan los parámetros básicos para su definición:

- Distancia media existente entre vehículos parados ( $ax$ )
- Distancia de seguridad entre vehículos definida como  $d = ax + bx$  donde  $ax$  es la distancia media entre vehículos parados y

$$bx = (bx_{add} + bx_{mult} \cdot z) \cdot \sqrt{v}$$

$v$  velocidad del vehículo

$z$  valor entre 0 y 1 normalmente distribuido alrededor de 0,5 y con una desviación estándar de 0,15

$bx_{add}$  distancia de seguridad adicional

$bx_{mult}$  parámetro corrector adicional

### 3.7. Relación flujo-demora – BPR

Un concepto clave en teoría de tráfico es que la velocidad o su inverso, la demora, es función del flujo circulante. Para poder relacionar los tiempos de viaje en un arco con los flujos asociados al mismo se utiliza:

$$t^k = t^k(\{q\})$$

Donde  $t^k$  es el tiempo medio de viaje en el arco  $k$ , expresado en unidades de tiempo por unidad de distancia y  $\{q\}$  el vector de flujos en toda la red expresado en vehículos por unidad de tiempo. Esta relación puede ser simplificada si se consideran arcos suficientemente largos. En este caso, el tiempo de viaje únicamente dependerá del flujo en el arco tal que:

$$t^k = t^k(q^k)$$

Sea  $T$  el tiempo de viaje total para todos los usuarios del arco  $k$ :  $T = q^k t^k(q^k)$ . Entonces el tiempo marginal de viaje en el arco  $k$  ( $t_{ma}^k$ ), es decir, la contribución al tiempo total que producirá un vehículo adicional circulando por el arco es:

$$t_{ma}^k = \frac{dT}{dq^k} = t^k(q^k) + \frac{dt^k}{dq^k} q^k$$

En este sentido, destacar la relación que propuso el Bureau of Public Roads (BPR) de Estados Unidos en 1964 en el que proponía, en base a lo expuesto, la siguiente relación:

$$t = t_0(1 + \alpha x^\beta)$$

Siendo  $t$  el tiempo de trayecto

$t_0$  el tiempo en condición de circulación libre

$\alpha$  coeficiente fijo – fijado normalmente en 0,15

$x$  relación entre el volumen de tráfico y la capacidad

$\beta$  exponente fijo – fijado normalmente en 4,0

### 3.8. Teoría de colas

Las colas son producto de que el flujo de unidades en un sistema es superior a su capacidad en un cierto instante.

La teoría de colas establece relaciones, dadas las características de los procesos de llegada y salida, donde ahora la variable relevante es la longitud de la cola así como la permanencia de los vehículos en ella (demoras). Típicamente, el sistema se describe por A/B/N, donde A y B son el tipo de proceso de llegada y salida, respectivamente, y N es el número de estaciones de atención que se suponen idénticas e independientes. Las distribuciones de probabilidad que se utilizan de forma común son:

M: Markov – asociada a distribuciones aleatorias

D: Determinísticas – asociadas a sucesos que ocurren en forma constante y sin cambio

G: General – se refiere a cualquier otra distribución de probabilidad

En el caso de teoría de colas en vías urbanas, el número de estaciones de atención independientes queda representado de forma correcta por una sola estación, es decir, las colas se analizan para cada vía.

Se define:

$L$  = longitud media de cola incluyendo al vehículo en servicio

$L'$  = longitud media de cola excluyendo al vehículo en servicio

$D$  = tasa media de demora incluyendo al vehículo en servicio

$D'$  = tasa media de demora excluyendo al vehículo en servicio

$d$  = demora media por vehículo incluyendo al vehículo en servicio

$d'$  = demora media por vehículo excluyendo al vehículo en servicio

$x = q/Q$ : grado de saturación de la pista cuyo flujo  $q$  y capacidad  $Q$  son conocidos

En terminos simples  $D$  corresponde al promedio de la longitud de cola en el período de análisis y  $d$  al tiempo promedio que tarda un vehículo en salir de la cola existente

Si el sistema es estacionario, se cumple que:

- $L' = qd'$ , ecuación de Little
- $L = L' + x = qd$

- $D' = L'$ : ya que la cola no varía en el tiempo
- $D = L$ : idem
- $d = d' + 1/Q + 1/Q$ : demora promedio en cola más tiempo promedio de atención

Se han estudiado diversos sistemas algunos de los cuales conducen a fórmulas analíticas especificadas para  $L'$  y a partir de ésta a las otras variables. Hay casos en los cuales la solución analítica es aún desconocida.

Ejemplos de colas no dependientes del tiempo son los casos M/M/1 y M/G/1; en el opuesto contrario, se encuentra D/D/1, que es dependiente del tiempo. A continuación se detallan los casos planteados independientes del tiempo.

### 3.8.1. Caso M/M/1

Se puede demostrar en este caso que la probabilidad que existan  $k$  vehículos en la cola está dada por  $p_k = (1-x)x^k$  con  $x < 1$ . En consecuencia, la longitud media de la cola está dada por

$$L = \sum_{k=0}^{\infty} k p_k = (1-x)x \frac{\partial}{\partial x} \sum_{k=0}^{\infty} x^k = (1-x)x \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{1-x} = \frac{x}{1-x}$$

Por lo tanto, de las relaciones básicas se obtiene:

$$L' = \frac{x^2}{1-x} \quad L = \frac{x}{1-x}$$

$$d' = \frac{1}{Q} \frac{x}{1-x} \quad d = \frac{1}{Q} \frac{1}{1-x}$$

Este caso puede corresponder, en principio, a una pista en una intersección de prioridad aislada con poca congestión.

### 3.8.2. Caso M/G/1

Según el desarrollo de *Pollaczek-Khinchin*,

$$L' = C_p \frac{x^2}{1-x} \quad L = L' + x$$

$$d' = \frac{C_p}{Q} \frac{x}{1-x} \quad d = d' + \frac{1}{Q}$$

Con  $C_p = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{k_s}\right)$  y donde  $k_s$  es el número de *Erlang* para el proceso de servicio,  $k_s = \left(\frac{T_s}{\sigma_s}\right)^2$  donde  $T_s$  y  $\sigma_s$  son la esperanza y la desviación estándar del tiempo de servicio.

Este caso puede extenderse razonablemente a uno G/G/1 haciendo que  $C_p$  sea sustituido por un parámetro C dado por:

$$C = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{k_{LL}} + \frac{1}{k_s} \right)$$

Con  $k_{LL} = \left(\frac{T_{LL}}{\sigma_{LL}}\right)^2$  donde  $T_{LL}$  y  $\sigma_{LL}$  son los parámetros de la distribución del tiempo entre llegadas.

Este caso es especialmente apropiado en la circulación vial, donde por la existencia de semáforos, vehículos lentos u otras particularidades, dichos procesos no son estrictamente Markovianos.

## 4. ANÁLISIS PRÁCTICO DE LA AFECTACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO ILEGAL EN LA CIRCULACIÓN DEL ENTORNO

Una vez analizado, a nivel teórico, el efecto de la indisciplina de estacionamiento en el tráfico de la vía, punto básico e inicial para poder plantear el presente trabajo, se trabaja en la parte práctica para poder cuantificar el valor en tiempo de recorrido del efecto de la indisciplina en el estacionamiento.

Se presentan a continuación un conjunto de análisis empíricos realizados a partir de diferentes simulaciones de tráfico para entornos urbanos de diferente índole.

### 4.1. Objetivo

El objetivo principal de esta sección, como se ha comentado anteriormente, es, en base a la realización de un conjunto de simulaciones de tráfico, poder conocer la afectación real que tiene la aparición de indisciplina en el estacionamiento en el tiempo de recorrido de los vehículos que circulan en el entorno.

Para poder complementar dicho objetivo, se plantean un conjunto de puntos de interés que se detallan a continuación:

- Analizar los parámetros clave asociados tanto a la infraestructura como a la morfología de los viales de circulación para poder definir la afectación que tiene cada uno de ellos en el impacto de la indisciplina de estacionamiento
- Analizar diferentes tipos de regulación de tráfico (priorización de paso e intersecciones semafóricas) para conocer la relación que tienen con el impacto de la indisciplina de estacionamiento
- Analizar el efecto del tráfico de agitación para evaluar si este tiene relación con el impacto de la indisciplina de estacionamiento
- Conocer el impacto de la indisciplina en el estacionamiento tanto en las vías en las que se produce como en las vías adyacentes

### 4.2. Pasos previos para la definición de casos de análisis

Para poder llevar a cabo el objetivo de este punto, se ha realizado un proceso previo con una metodología asociada que se indica a continuación:

- En primer lugar, se analizan las diferentes posibilidades para llevar a cabo los casos de análisis y poder conocer el efecto del tiempo de recorrido en los vehículos que circulan en el entorno urbano

- Para dicho propósito, se escoge utilizar un software de simulación para poder conocer ese impacto
- Una vez determinado que se utilizará un software de simulación, se concreta el tipo de modelo a utilizar
  - Se escoge el software comercial Vissim de la compañía PTV Group para el cual se pide una licencia académica para poder usarlo
  - Destacar que este software utiliza un modelo de *car-following* desarrollado por Wiedemann-1974. En este caso, el modelo usado está basado en la generación de números aleatorios para la creación de un comportamiento mixto de tráfico
- Finalmente, una vez escogido el modelo, se definen y crean los diferentes escenarios a simular ajustándose a los casos a analizar
  - Los casos a analizar se han planteado basándose en un esquema secuencial, empezando por modelos extremadamente simples hasta llegar a modelos de interacción entre diferentes vías principales y secundarias, siempre simulando entornos urbanos

### 4.3. Casos analizados

A continuación, se presentan los diferentes casos analizados adjuntando una breve descripción de los mismos:

- Caso 1 – Vía simple
  - En este primer caso se analizan, para una única vía simple sin ninguna intersección ni regulación de tráfico, los diferentes parámetros que pueden influir en la afectación de la indisciplina en el estacionamiento y en el tiempo de circulación medio de los vehículos que circulan por ella

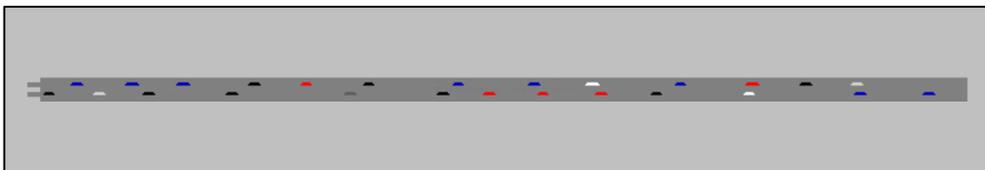


Imagen 9. Representación gráfica del caso de vía simple

- Caso 2 – Intersección simple

- En este caso se analiza un escenario con una sola intersección en la cual se consideran dos posibles tipologías de regulación de la misma: priorización de paso e intersección semafórica

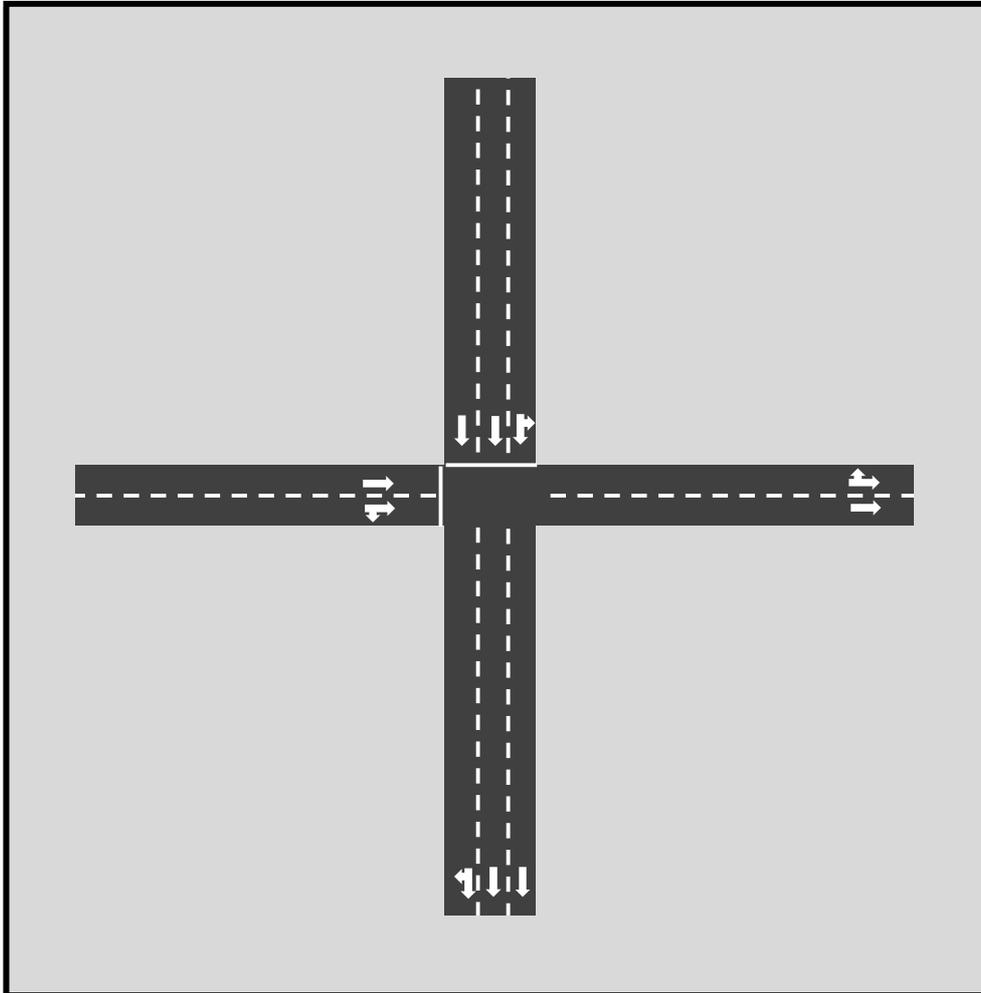


Imagen 10. Representació gràfica del caso de intersección simple

- Caso 3 – Entramado urbano
  - En este caso se analiza un entramado urbano en el que se representan 3x3 manzanas en las cuales se semaforizan las diferentes intersecciones. En este caso se considera un escenario adicional en el que se evalúa, de forma complementaria, la existencia de tráfico de agitación

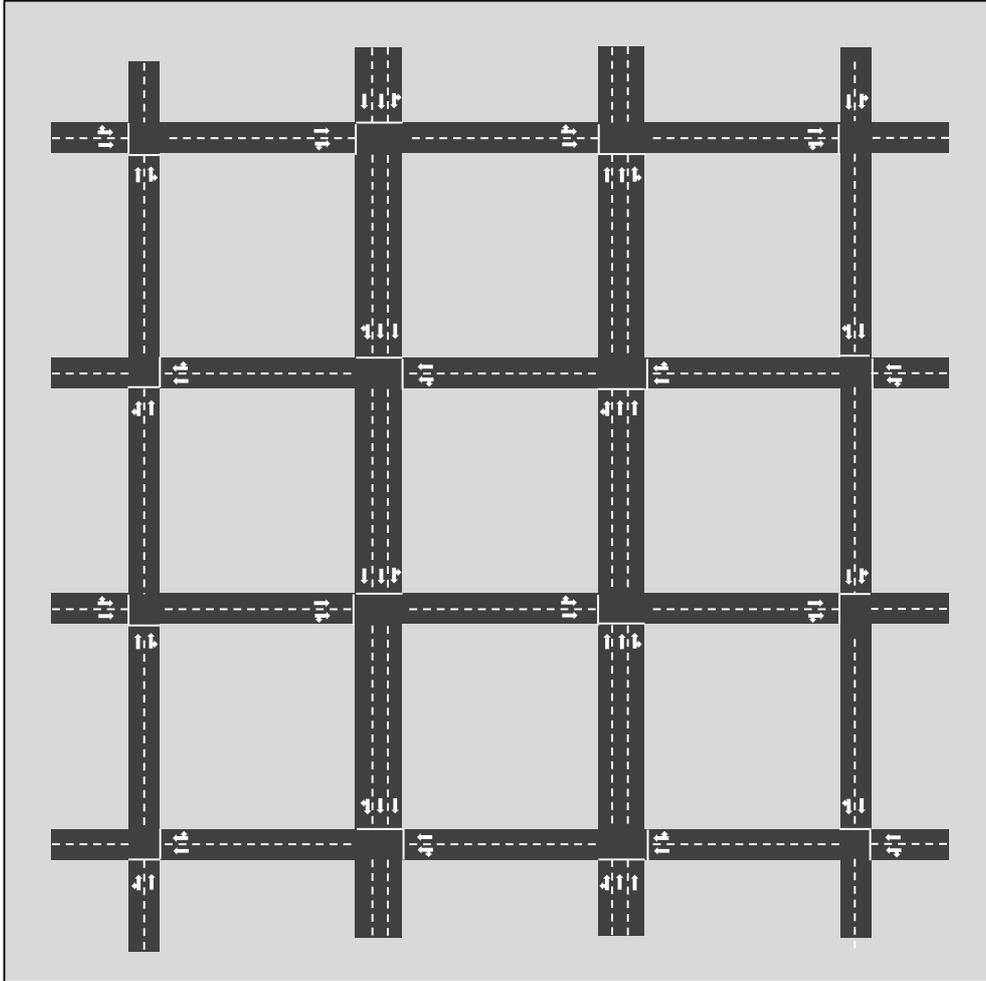


Imagen 11. Representación gráfica del caso de entramado urbano

#### 4.4. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: análisis del impacto de diferentes variables en el tiempo de recorrido para una vía simple

##### 4.4.1. Introducción

El aparcamiento ilegal en calzada dentro de áreas urbanas y, especialmente aquel referido a los vehículos aparcados en carriles de circulación, es uno de los problemas clave en el ámbito del transporte y en el que los departamentos de movilidad de las administraciones locales focalizan su esfuerzo siendo a la vez una de las razones que provocan congestión en vías urbanas.

##### 4.4.2. Objetivo

El objetivo principal de este caso es evaluar el efecto en la circulación derivado de la presencia de vehículos aparcados de forma ilegal en las vías de circulación.

Para ello se han definido diferentes variables que pueden tener implicación en la generación de problemas en la circulación, habiéndose evaluado para poder definir cuáles tienen una afectación real en el entorno.

Para alcanzar el objetivo se ha estimado un conjunto de escenarios en los que poder definir el efecto del estacionamiento ilegal en calzada para cada entorno y analizar los resultados obtenidos.

Es importante remarcar que este ejercicio realizado es un caso teórico simple debido a que únicamente analiza un tramo de una vía de circulación, sin tener en cuenta ninguna interacción con el resto de vías. En este sentido, los escenarios planteados con posterioridad en el mismo documento, más complejos, sí dispondrán de una mayor conectividad con el entorno.

#### 4.4.3. Definición del modelo

Como se ha comentado anteriormente, para poder llevar a cabo la simulación del caso en estudio se ha utilizado un programa comercial informático específico.

Para evaluar el efecto del aparcamiento ilegal en calzada, en este caso se ha realizado una simulación de un tramo de tipo “tubería” en la cual se han considerado diferentes variables referentes tanto a la densidad de vehículos en ilegalidad, como al flujo de circulación, número de carriles, velocidad máxima permitida de la vía y localización de los vehículos ilegalmente estacionados.

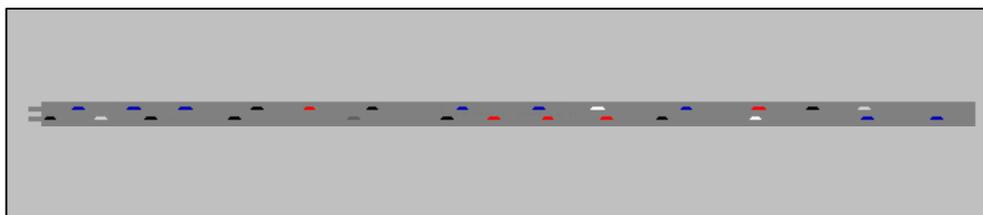


Imagen 12. Representación gráfica del caso de estudio

En este contexto, como primer paso, se ha implementado un tramo de 100 metros de longitud en el programa de simulación, a continuación, 2 secciones adicionales de 100 metros de largo se han localizado en los extremos del tramo inicial para poder dar continuidad al escenario, pero sin ser caso de evaluación en los resultados.

La longitud escogida de 100 metros, se basa en que es esta la distancia aproximada<sup>35</sup> entre 2 calles consecutivas en el distrito del Eixample de la ciudad de Barcelona.

Una vez precisada la longitud, el siguiente paso ha sido la definición de las diferentes categorías de vehículos que se considera circulan por el tramo. Se han concretado 4 categorías: vehículo turismo, furgonetas de distribución, camiones y autobuses.

Es necesario remarcar que la categoría “vehículo turismo” se ha dividido en dos subcategorías para poder ajustarse a los requerimientos del programa de software comercial; una subcategoría ha sido específica para aquellos vehículos que circulan por el tramo mientras que la otra está asociada a aquellos vehículos que realizan el estacionamiento de forma incorrecta.

A continuación, se han asignado dos tipologías de grupos de vehículos, por un lado los de tipo legal – donde se integran todas las categorías a excepción de los vehículos ilegales – y por otro el grupo de vehículos de tipo ilegal.

Una vez definidas y ajustadas las tipologías, se han localizado dos contadores virtuales (uno al inicio del tramo y otro al final del tramo) para poder obtener los datos necesarios requeridos para analizar los datos referentes a tiempos de recorrido de los vehículos.

Con estos datos se han ejecutado las simulaciones para los diferentes escenarios del caso tal y como se presenta posteriormente.

#### 4.4.4. Parámetros de cálculo

Como se ha mencionado anteriormente, se han analizado un total de 5 características que a continuación se detallan:

##### *a. Nivel de indisciplina en calzada*

Se han estudiado diferentes casos de nivel de indisciplina en calzada – un total de 11 – considerando valores de indisciplina desde 0 a 1 vehículo por cada 100 metros lineales con saltos de 0,1 vh/100ml.

Es importante mencionar que los valores de nivel de indisciplina son una media del escenario y que únicamente indican dicha media en el conjunto del tramo; sin embargo, este valor, como en un escenario real, no es constante durante

---

<sup>35</sup> La distancia entre ejes de dos calles paralelas del distrito del Eixample de Barcelona es de 115 metros. A modo de este análisis se ha considerado adecuado simplificar el valor hasta los 100 metros

todo el tiempo; de hecho, se ha implementado de esta forma para que se ajuste en mayor medida a condiciones reales.

En este sentido, destacar que se han realizado un total de 1.080 simulaciones diferentes para cada uno de los niveles de indisciplina.

#### *b. Flujo de circulación por carril*

Se ha evaluado un conjunto de 18 diferentes flujos de circulación, desde los 100 vehículos por carril y hora hasta los 1.800 vehículos/carril/hora. Destacar que se ha definido que los vehículos accedieran al tramo en estudio de una forma estocástica con el objetivo de que se ajustara en la medida de lo posible a la realidad.

En este caso, el total de simulaciones para cada uno de los 18 valores definidos ha sido de 660.

#### *c. Número de carriles*

El efecto del nivel de indisciplina en el aparcamiento en calzada ha sido evaluado para viales de circulación de 2, 3 y 4 carriles.

Para cada uno de los 3 casos se ha realizado un total de 3.960 simulaciones.

Cabe destacar que en ningún caso se ha considerado interacción entre dos sentidos de circulación, ya que se ha analizado el caso de una vía de sentido único.

#### *d. Localización del estacionamiento en calzada*

Para realizar el análisis en el presente capítulo, también se ha considerado de forma desagregada el carril donde se localiza (en un lado de la vía o en ambos lados) la indisciplina.

Se debe tener en cuenta que en el caso de que existieran más de dos carriles, no se ha considerado un estacionamiento ilegal en los carriles centrales.

Destacar que para cada uno de los escenarios evaluados se han llevado a cabo un total de 5.940 simulaciones.

#### *e. Velocidad máxima de circulación*

En este caso, se han considerado las dos velocidades de circulación más comunes en entornos urbanos, 30 y 50 km/h.

Como en el caso anterior, para cada uno de los valores evaluados se han llevado a cabo un total de 5.940 simulaciones.

#### 4.4.5. Resultados obtenidos

A continuación, se presenta para cada uno de los 5 parámetros, los resultados obtenidos.

##### *a. Nivel de indisciplina en calzada*

A continuación, se presenta el efecto del nivel de estacionamiento ilegal en el tiempo de recorrido. Para evaluarlo, se ha utilizado la siguiente formulación:

$$\% I_T = (T_j - T_0) / T_0 \quad (1)$$

Donde:

% I<sub>T</sub> es el incremento relativo de tiempo de viaje

T<sub>j</sub> es el tiempo de viaje para un nivel de ilegalidad j

T<sub>0</sub> es el tiempo de viaje para un escenario sin indisciplina

Calculando los valores medios para los diferentes niveles de indisciplina considerados, se observa que el incremento de tiempo aumenta un 20% de media en caso de la aparición de indisciplina (1 vh/100ml) en comparación a la no existencia de indisciplina.

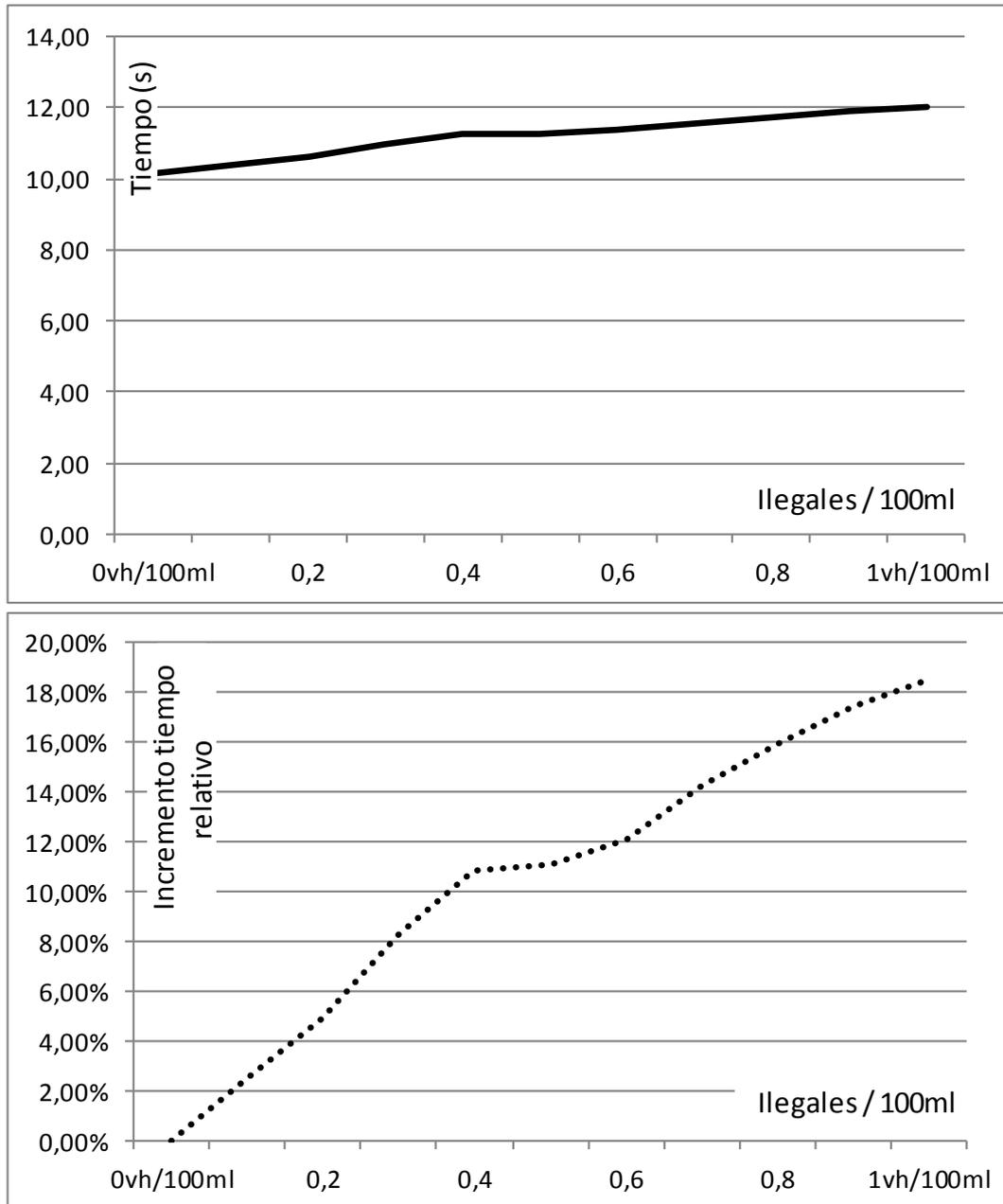


Figura 12. Tiempo de viaje y variación asociada en función del nivel de indisciplina

Para detectar el escenario con el nivel de indisciplina que implica un crecimiento mayor en el tiempo de recorrido, se han asociado los resultados analizados a una regresión de tipo polinómica para poder disponer de una función continua y diferenciable.

Con la función obtenida por la regresión y calculando su derivada, se ha podido detectar la variación de tiempo de recorrido relativa al nivel de estacionamiento ilegal.

$$I'_T = d(I_T)/dt \quad (2)$$

Donde:

$I'_T$  es la derivada de la función  $I_T$  respecto al tiempo

Adicionalmente, para detectar tendencias, se ha obtenido a su vez, la segunda derivada:

$$I''_T = d(I'_T)/dt \quad (3)$$

Donde:

$I''_T$  es la segunda derivada de la función  $I_T$  respecto al tiempo

Cuando se evalúan los resultados, se detecta que el tiempo de recorrido no se incrementa de forma lineal con el aumento del nivel de indisciplina. De hecho, la mayor variación de tiempo de recorrido aparece cuando los primeros vehículos empiezan a estacionarse de forma ilegal.

Cuando el nivel de estacionamiento ilegal incrementa, la variación tiende a reducirse.

Estos resultados implican que es para niveles de estacionamiento ilegal bajos donde es más rentable (coste-beneficio directo) actuar contra los vehículos estacionados de forma ilegal, aunque, evidentemente, es en esta “última” indisciplina – referida a aquella que se mantiene independientemente de las medidas que se realicen para reducirla y eliminarla – en la que es más difícil actuar.

Finalmente, es remarcable señalar que la segunda derivada es claramente lineal y crece con el incremento de la indisciplina, teniendo valores negativos para niveles de indisciplina bajos y medios.

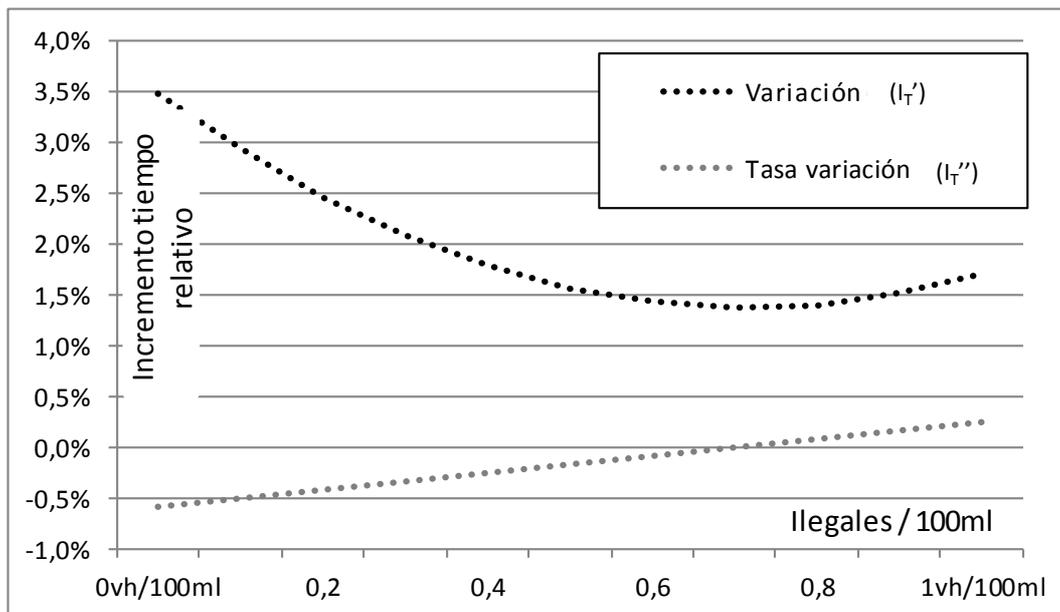


Figura 13. Variación del incremento de tiempo de viaje ( $I'_T$ ) y su derivada ( $I''_T$ ) dependiendo del nivel de indisciplina de estacionamiento

### *b. Flujo de circulación:*

El flujo de circulación es un elemento clave en el incremento de tiempo de recorrido para los escenarios evaluados con diferentes niveles de indisciplina de estacionamiento.

Ante todo, la variación de tiempo de viaje es evaluada para cada uno de los flujos de circulación considerados, dependiendo del escenario de nivel de indisciplina.

Para alcanzar este objetivo, el tiempo de viaje se ha obtenido considerando diferentes flujos de circulación y niveles de indisciplina de estacionamiento. El incremento de tiempo de viaje se ha alcanzado de la siguiente forma:

$$\% I_{Ti} = (T_{ijn} - T_{i0n}) / T_{i0n} \quad (4)$$

*∀ flujo n considerado*

Donde

$\% I_{Ti}$  es el incremento de tiempo relativo dependiendo del nivel de indisciplina de estacionamiento

$T_{ijn}$  es el tiempo de viaje para un nivel específico de indisciplina  $j$  y flujo  $n$

$T_{i0n}$  es el tiempo de viaje para un escenario sin indisciplina de estacionamiento y un flujo  $n$

Los resultados muestran que, para cualquier nivel de indisciplina de estacionamiento, cuando el flujo de circulación aumenta, el tiempo de recorrido hace lo propio, aunque no de forma lineal.

Además, a la vez que el flujo de circulación se incrementa, las diferencias temporales entre los escenarios sin y con indisciplina hacen lo mismo.

La mitigación del efecto del nivel de indisciplina en los casos con un flujo de circulación elevado, viene dada por la aparición de congestión debido, de forma directa, al número de vehículos que circulan por el ámbito y, en menor medida, por la indisciplina que es, entonces, un marginal adicional del incremento del tiempo de circulación.

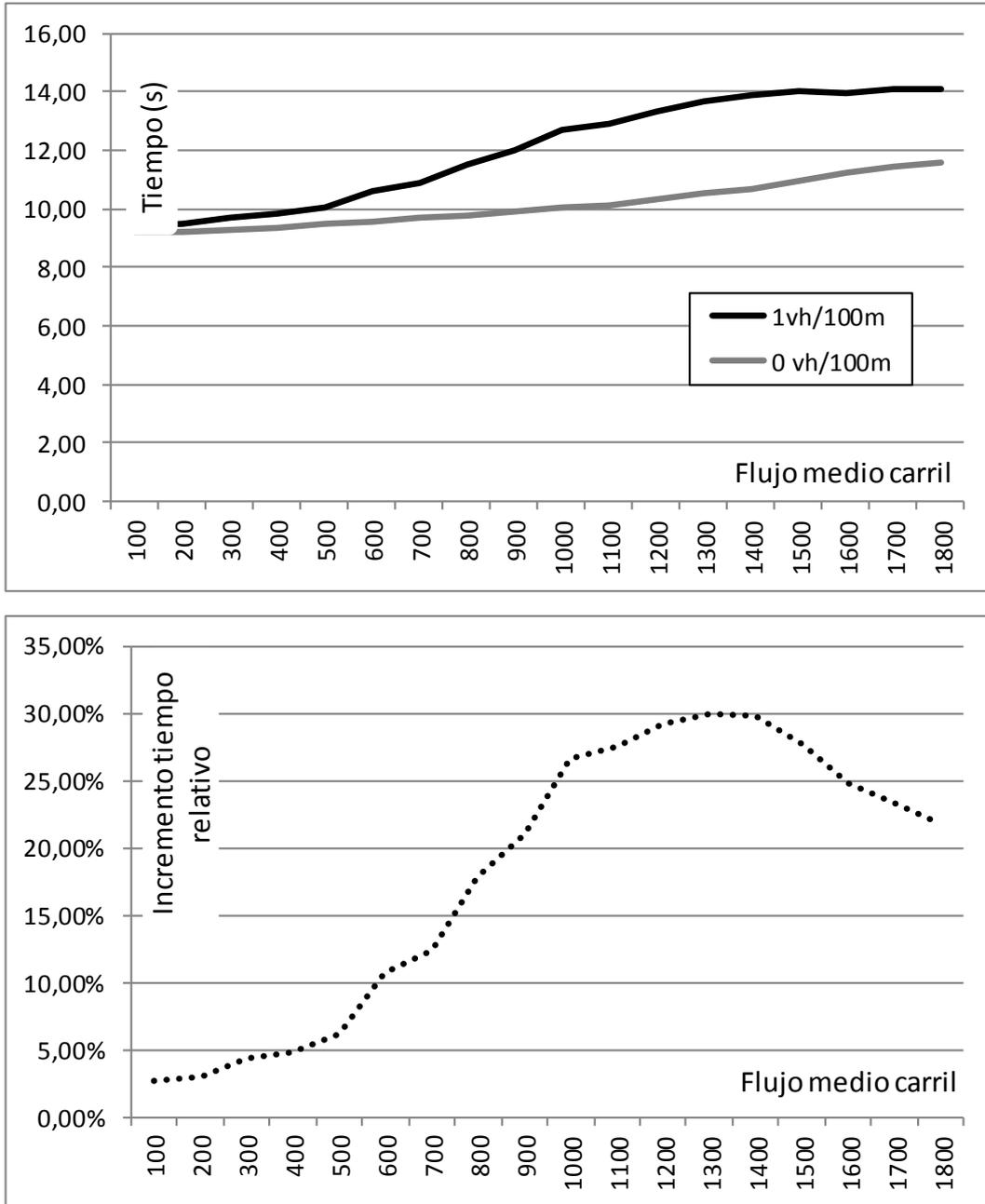


Figura 14. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento

El tiempo de recorrido y su variación se ajustan de la misma forma para cualquier nivel de indisciplina en estacionamiento; sin embargo, para niveles bajos de indisciplina el efecto es menor.

Es importante remarcar que hay diferencias significativas en el incremento del tiempo de viaje en función de las condiciones de indisciplina y flujo del ámbito de estudio. En este sentido destacar que para un nivel de indisciplina de 0,1 vh/100 metros lineales) y considerando unas condiciones de flujo cercanas a 1.300-

1.400 vh/carril/hora, dicho nivel de indisciplina incrementa el tiempo de viaje en hasta un 5% respecto a la no aparición de indisciplina.

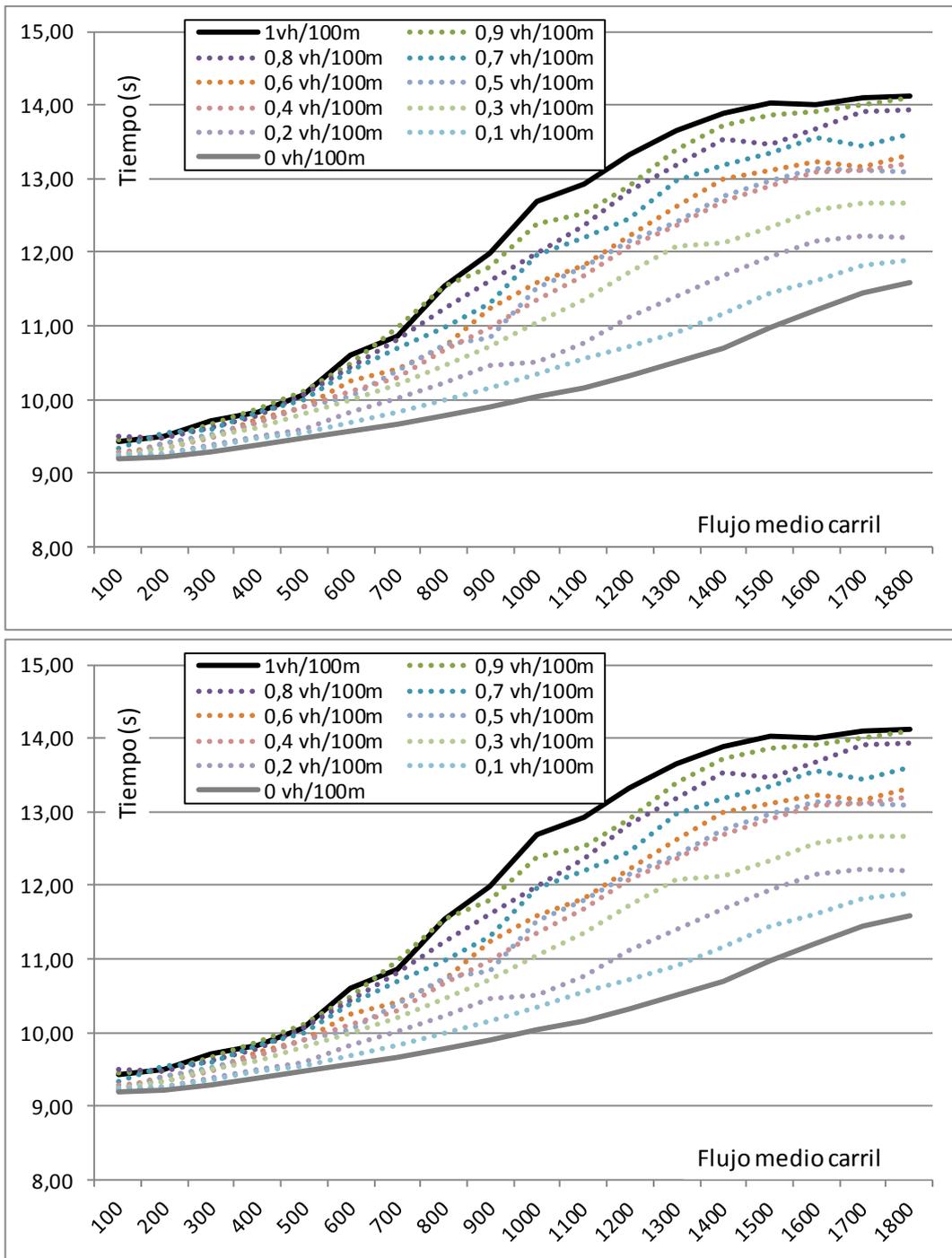


Figura 15. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina en calzada

Con el objeto de detectar cuál es el escenario evaluado donde el incremento de tiempo de recorrido es máximo, los resultados referidos a cada escenario se han asociado a una regresión polinómica para poder disponer de funciones continuas y diferenciables.

Con la función obtenida de la regresión y calculando su derivada, ha sido posible conocer la variación del incremento de tiempo de viaje relacionado al nivel de indisciplina en el estacionamiento:

$$I'_{Ti} = d(I_{Ti})/dt \quad (5)$$

∀ flujo considerado

Donde

$I'_{Ti}$  es la derivada de la función  $I_{Ti}$  respecto al tiempo

Los resultados determinan que para un flujo de circulación próximo a 800 vh/carril/hora es cuando el incremento del nivel de indisciplina en el estacionamiento tiene un mayor efecto en el tiempo de recorrido.

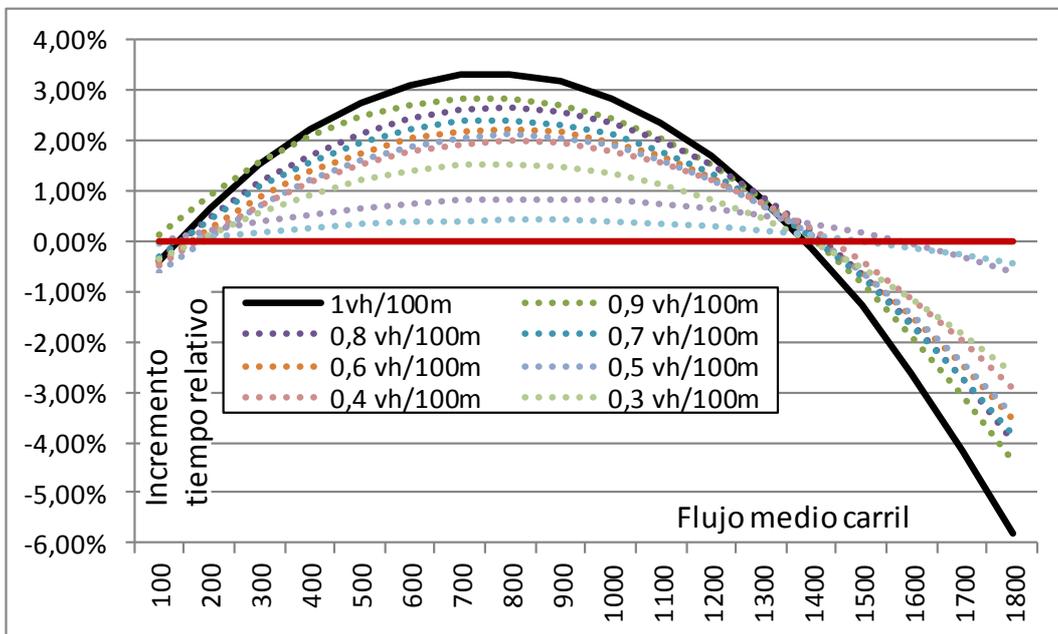


Figura 16. Variación del incremento del tiempo de viaje para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento

Finalmente, se ha analizado el efecto de la variación del flujo para un nivel de ilegalidad fijado. Para ello se ha calculado el tiempo de viaje considerando diferentes flujos de circulación y niveles de indisciplina. El incremento de tiempo de viaje se ha obtenido como sigue:

$$\% I_{Tf} = (T_{fnj} - T_{fn0}) / T_{fn0} \quad (6)$$

∀ nivel de indisciplina  $n$  considerado

Donde

$\% I_{Tf}$  es el incremento relativo del tiempo de viaje en función del flujo de circulación

$T_{fnj}$  es el tiempo de recorrido para un nivel de indisciplina  $n$  y un flujo de circulación  $j$

$T_{f,n0}$  es el tiempo de viaje para un nivel de indisciplina  $n$  y flujo de circulación libre (100 vh/carril/hora)

Los resultados muestran que a medida que el flujo de circulación incrementa, el tiempo de recorrido hace lo mismo, aunque es importante mencionar que el patrón asociado varía de forma significativa en función del escenario de nivel de indisciplina.

En caso de que no haya vehículos estacionados en los carriles de circulación, para flujos de circulación bajos y medios, el incremento tiempo de viaje es moderado a medida que el flujo aumenta; para valores superiores a 1.300 vh/carril/hora, el valor incrementa de forma abrupta coincidiendo con la aparición de congestión.

De forma opuesta, en un escenario con un elevado nivel de indisciplina en calzada, es para flujos de circulación inferiores a 1.300 vh/carril/hora donde el incremento de tiempo de recorrido toma sus valores más elevados respecto al escenario de flujo libre. Sin embargo, a partir de alcanzar el flujo de 1.300 vh/carril/hora, el tiempo de viaje tiende a estabilizarse – debido a la aparición de una situación de congestión en la vía.

Destacar que el efecto de la indisciplina se reduce al aparecer la congestión en el ámbito de análisis. Sin embargo, es importante remarcar que la indisciplina en el estacionamiento tiene, en todos los casos, una importante influencia en la circulación.

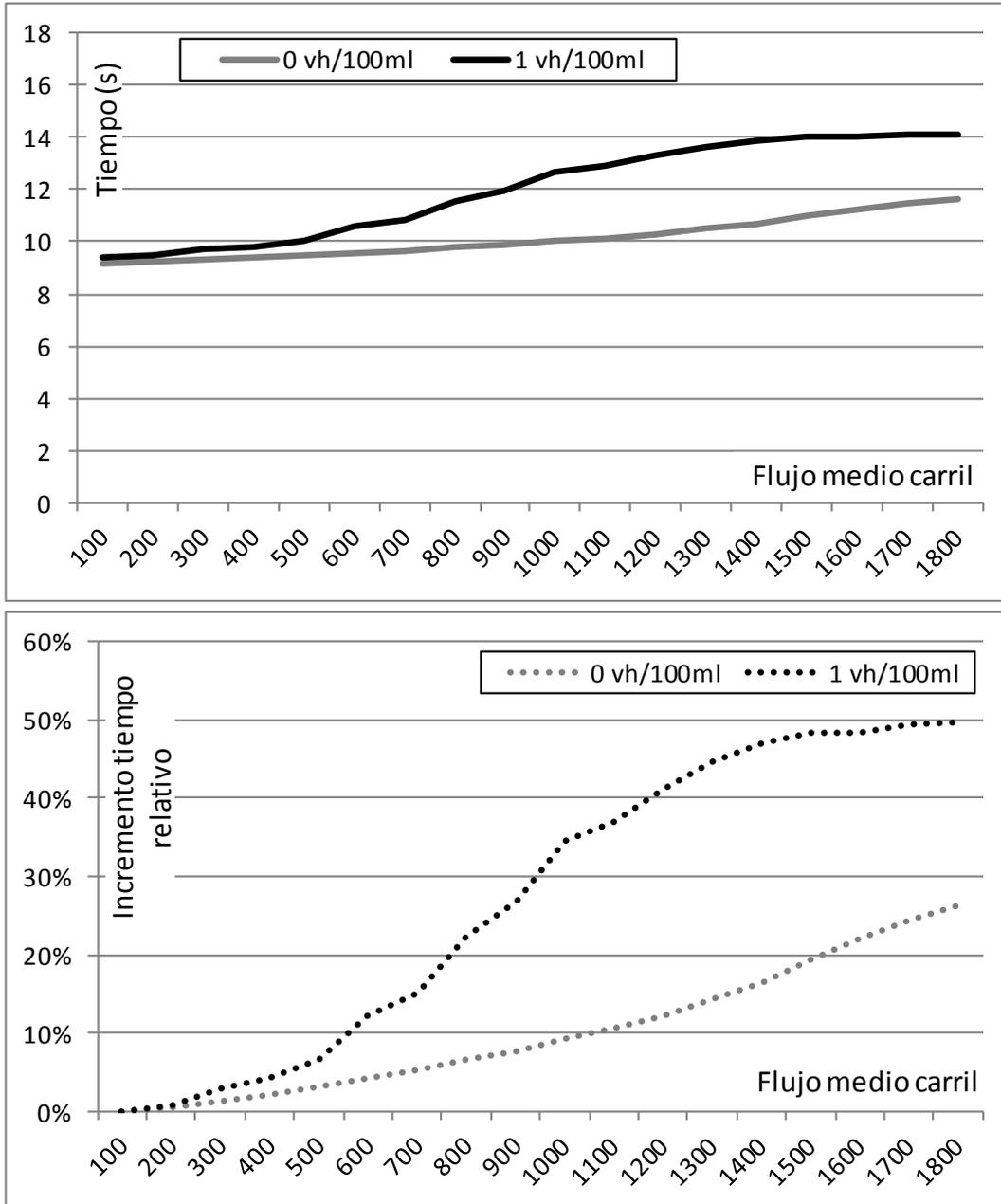


Figura 17. Tiempo de recorrido y su variación para un valor de indisciplina en estacionamiento fijado en función de los flujos de circulación

*c. Número de carriles disponibles en la vía de circulación:*

Como se ha expuesto anteriormente, el nivel de indisciplina en calzada en una vía urbana tiene una importante influencia en el tiempo de recorrido. En esta sección se evalúa el efecto específico del número total de carriles existentes en la vía para determinar el tiempo de viaje.

Para calcular el efecto de la indisciplina en función del número de carriles existentes, se han considerado escenarios para 2, 3 y 4 carriles.

Para ello, se ha evaluado el incremento de tiempo de viaje dependiendo únicamente del nivel de indisciplina. Se ha considerado lo siguiente:

$$\% I_{Tic} = (Tic_{jn} - Tic_{0n}) / Tic_{0n} \quad (7)$$

∇ número de carriles  $n$  considerado

Donde:

$\% I_{Tic}$  es el incremento relativo del tiempo de viaje en función nivel de indisciplina para los distintos escenarios de número de carriles

$Tic_{jn}$  es el tiempo de viaje para un nivel de indisciplina  $j$  y un número de carriles  $n$

$Tic_{0n}$  es el tiempo de viaje para escenarios sin indisciplina con un número de carriles disponibles  $n$

El incremento de tiempo de recorrido relativo al nivel de indisciplina es mayor en los casos con un menor número de carriles. Se ha contabilizado un valor del 25% de incremento en el tiempo de viaje se ha contabilizado en el caso de 1 vh/100 metros lineales respecto al escenario sin indisciplina para el caso de 2 carriles.

Por el contrario, para los escenarios con mayor número de carriles, con la misma comparativa (1vh/100ml de indisciplina), el incremento del tiempo de recorrido es menor, con valores próximos al 15%.

Se ha detectado, a tenor de los resultados, que el efecto del aparcamiento ilegal es mayor en viales de 2 carriles que en viales con más carriles.

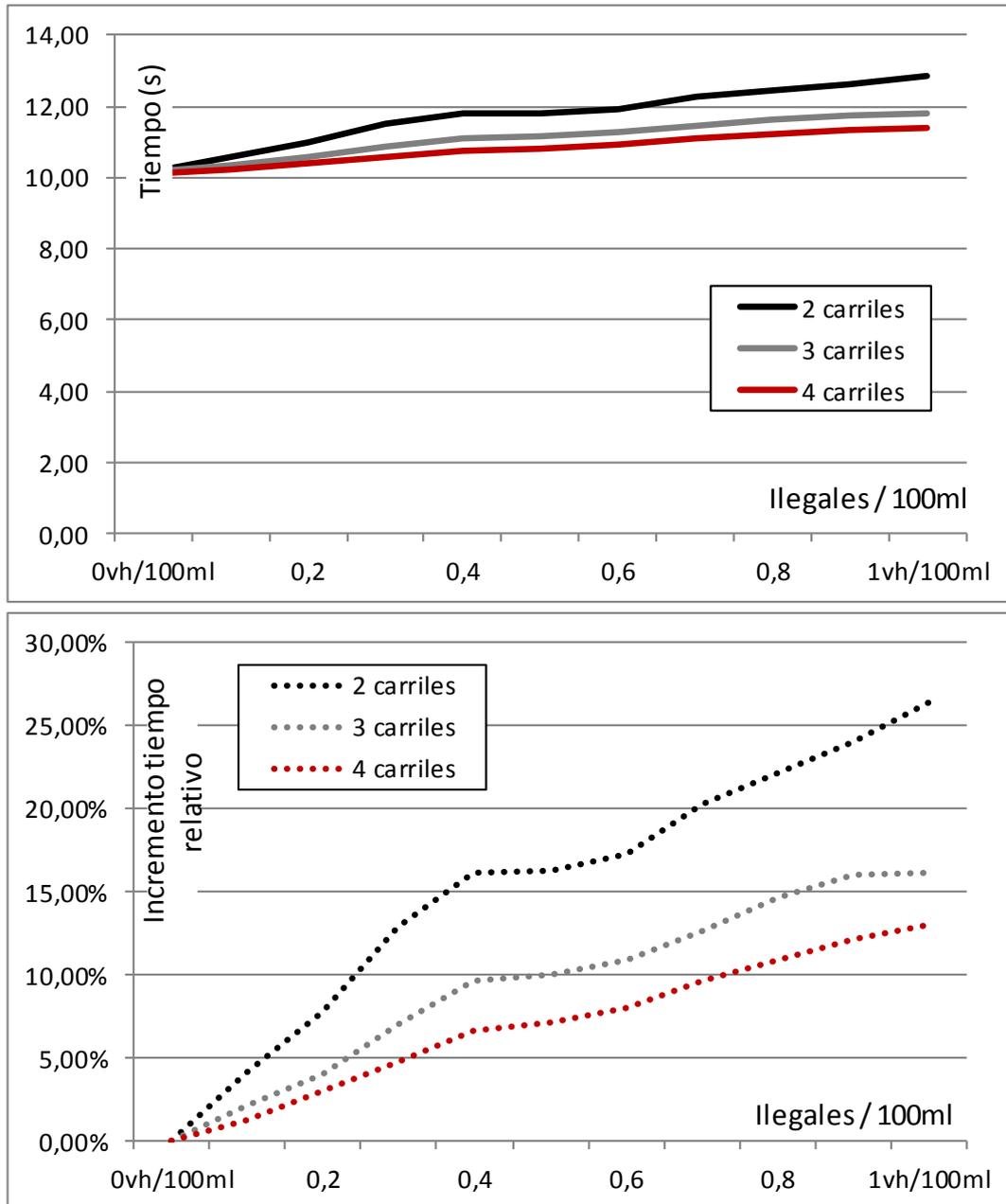


Figura 18. Tiempo de viaje y su variación para los diferentes escenarios de número de carriles dependiendo del nivel de indisciplina

Como en los casos anteriores, los resultados referentes a cada escenario se han asociado a una regresión polinómica para poder disponer de funciones continuas y diferenciables.

Con la función obtenida de la regresión y calculando su derivada, ha sido posible conocer la variación del incremento de tiempo de viaje relacionado con el nivel de indisciplina en el estacionamiento:

$$I'_{Tic} = d(I_{Tic})/dt \quad (8)$$

∀ número de carriles considerado

Donde

$I'_{Tic}$  es la derivada de  $I_{Tic}$  respecto al tiempo

Se puede observar que la variación del incremento del tiempo de recorrido en función del nivel de indisciplina no depende del número de carriles de la vía y sigue un patrón similar en todos los casos.

La variación del tiempo de viaje superior se detecta cuando los primeros vehículos estacionan de forma incorrecta. A partir de este punto, la variación tiende a reducirse y, posteriormente, estabilizarse.

Es importante remarcar que el efecto detallado no es idéntico para los 3 entornos considerados; el efecto en los escenarios de 2 carriles es significativamente más marcado que en los otros.

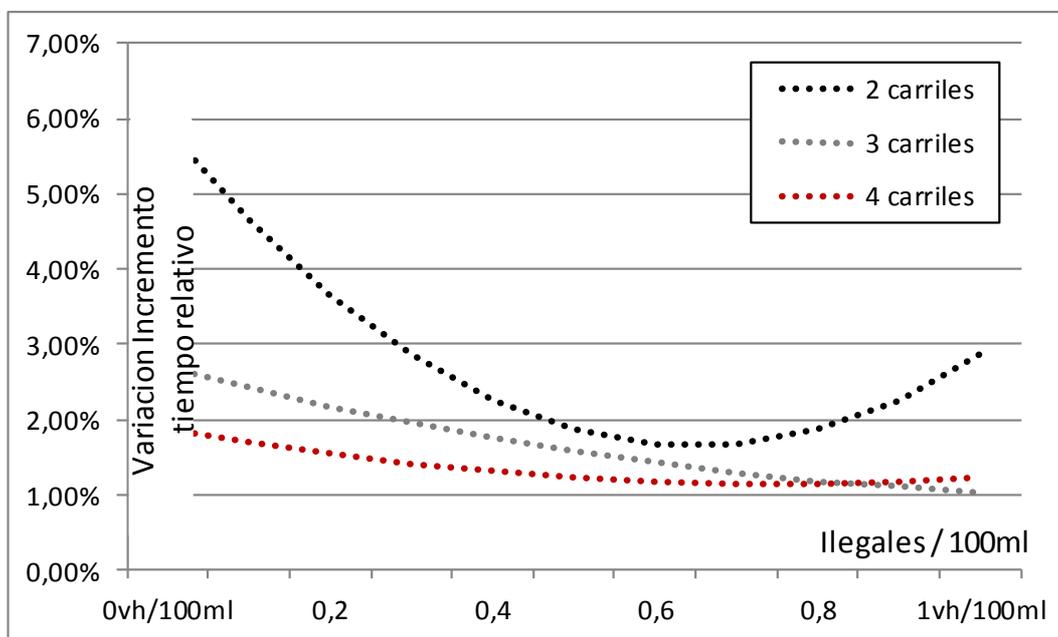


Figura 19. Variación del incremento de tiempo de viaje y su tendencia para escenarios de vías con diferente número de carriles evaluados en función del nivel de indisciplina

Una vez se ha analizado el tiempo de viaje del mismo, a continuación, se estudia el incremento en función del flujo de circulación y del número de carriles por vía de circulación.

En este caso, el incremento de tiempo de viaje se calcula de la siguiente forma:

$$\% I_{Tfc} = (T_{fcn} - T_{fc0}) / T_{fc0} \quad (9)$$

$\forall$  nivel de indisciplina  $n$  considerado

Donde

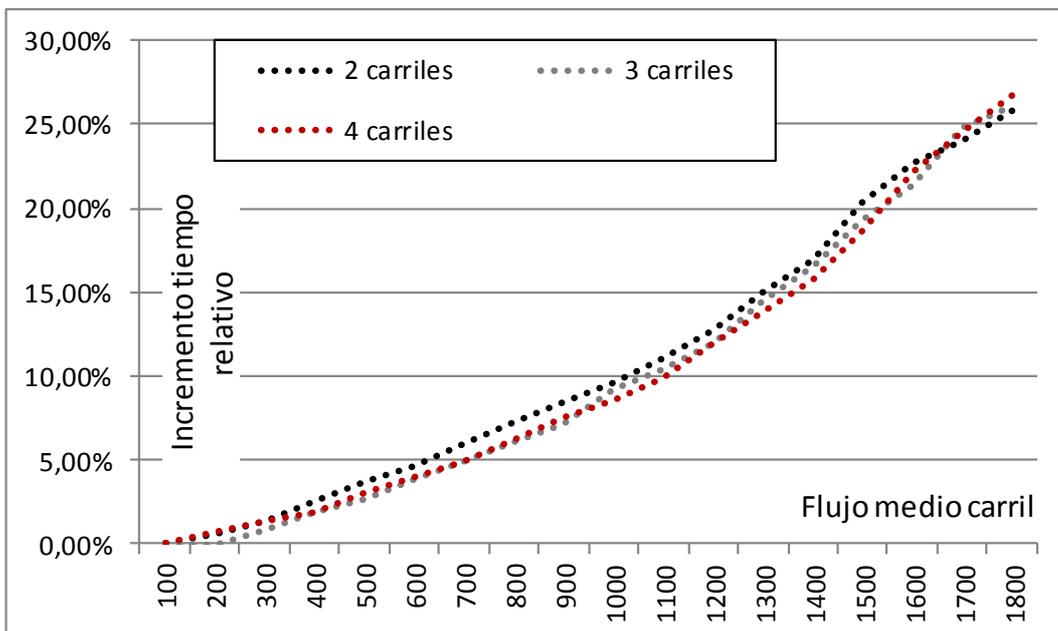
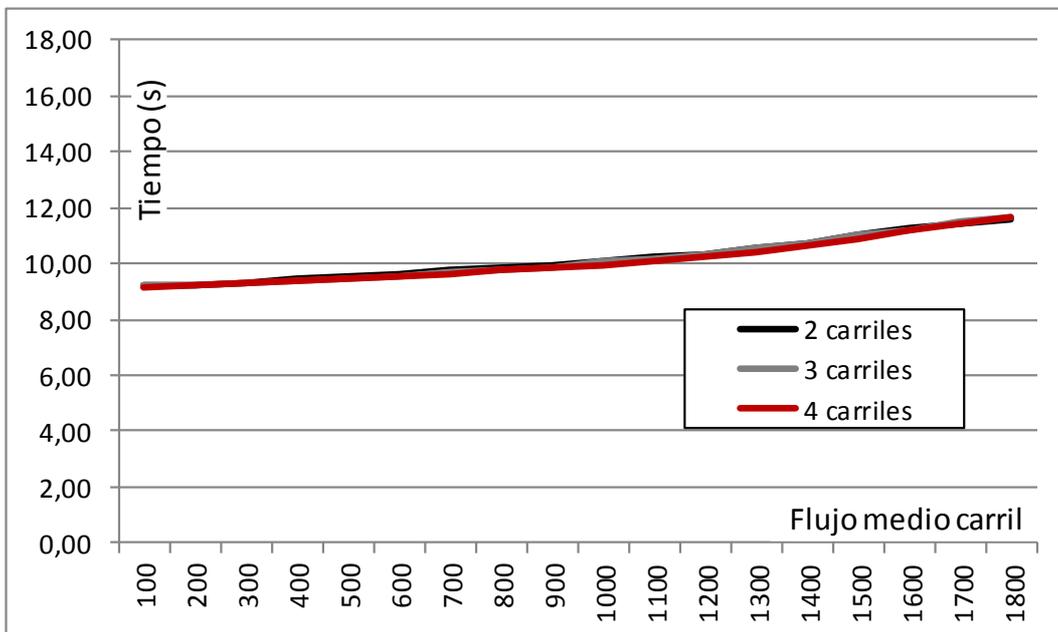
$\% I_{Tfc}$  es el incremento relativo del tiempo de viaje en función del flujo de circulación para los escenarios de número de carriles evaluados

$T_{fc_{jn}}$  es el tiempo de viaje para un flujo de circulación  $j$  y un número de carriles  $n$

$T_{fc_{0n}}$  es el tiempo de viaje para un flujo de circulación libre y un número de carriles  $n$

La fórmula presentada se ha aplicado a 2 casos de nivel de indisciplina. Por una parte, el caso en el que no hay indisciplina de estacionamiento y por otra en el caso de elevado nivel de indisciplina de estacionamiento (1 vh/100ml).

En el primer caso, el tiempo de viaje requerido para recorrer el tramo evaluado incrementa cuando el flujo de circulación aumenta. Como ocurre en otros casos mencionados anteriormente, es para flujos de circulación elevados (superiores a 1.300 vh/carril/hora) donde la variación del tiempo es más sustancial.



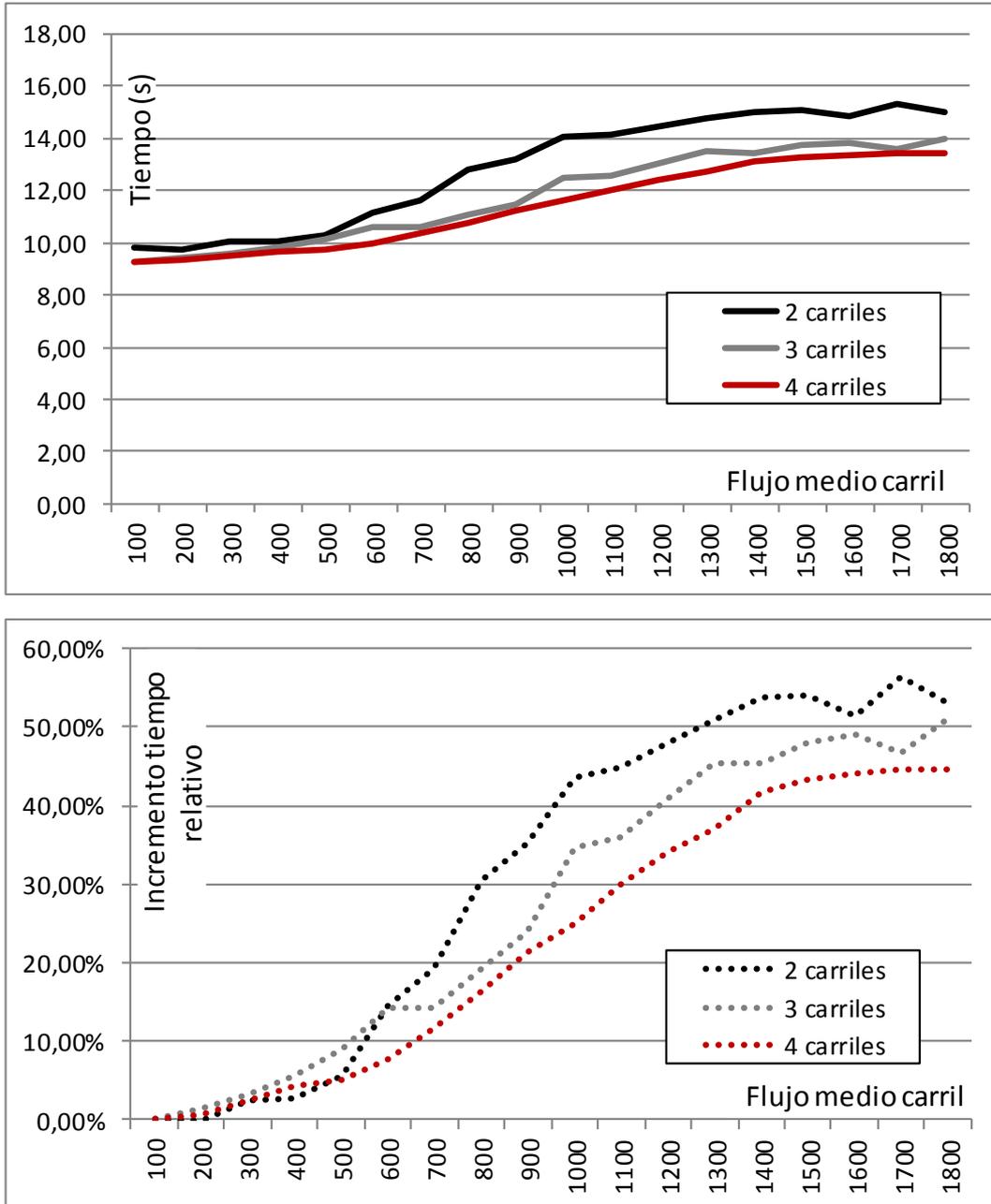


Figura 20. Tiempo de viaje y su variación para escenarios de número de carriles en función del flujo de circulación para un nivel de indisciplina de estacionamiento de 0 vh/100ml (superior) y 1 vh/100ml (inferior)

En el segundo caso, es para situaciones con un flujo de circulación inferior a 1.300 vh/carril/hora donde el aumento del tiempo de viaje es mayor y, una vez pasado el umbral, el tiempo de viaje se estabiliza.

Aunque los patrones detectados son, de forma genérica, análogos para los diferentes escenarios de número de carriles es para el caso de 2 vías donde el incremento de tiempo es mayor con valores superiores próximos al 50%.

#### d. Localización de la indisciplina de estacionamiento

En esta sección, se ha analizado el efecto de la variación del tiempo de recorrido en función de la localización de los vehículos ilegalmente estacionados en calzada.

Para alcanzar el objetivo, se han considerado dos escenarios. En un caso, se ha estimado el estacionamiento en un único lado de la vía – se ha escogido el lado derecho – y, en el otro caso, se ha considerado estacionamiento en ambos lados de la vía – teniendo en cuenta que el estacionamiento de los vehículos no impide en ningún momento el flujo de vehículos.

El primer análisis llevado a cabo ha sido evaluar la variación del tiempo de viaje tal y como se presenta a continuación:

$$\% I_{Til} = (Til_{jn} - Til_{0n}) / Til_{0n} \quad (10)$$

∇ *localización de los vehículos estacionados n considerada*

Donde

**% IT<sub>il</sub>** es el incremento relativo del tiempo de viaje en función del nivel de indisciplina para la localización considerada

**Til<sub>jn</sub>** es el tiempo de viaje para un nivel de indisciplina *j* y una localización de la indisciplina *n*

**Til<sub>0n</sub>** es el tiempo de viaje en un escenario sin indisciplina y una localización de la indisciplina *n*

Los resultados comparados entre los dos escenarios de localización permiten observar que las diferencias son casi inexistentes con tiempos de recorrido que difieren menos de un 4% en todos los casos considerados.

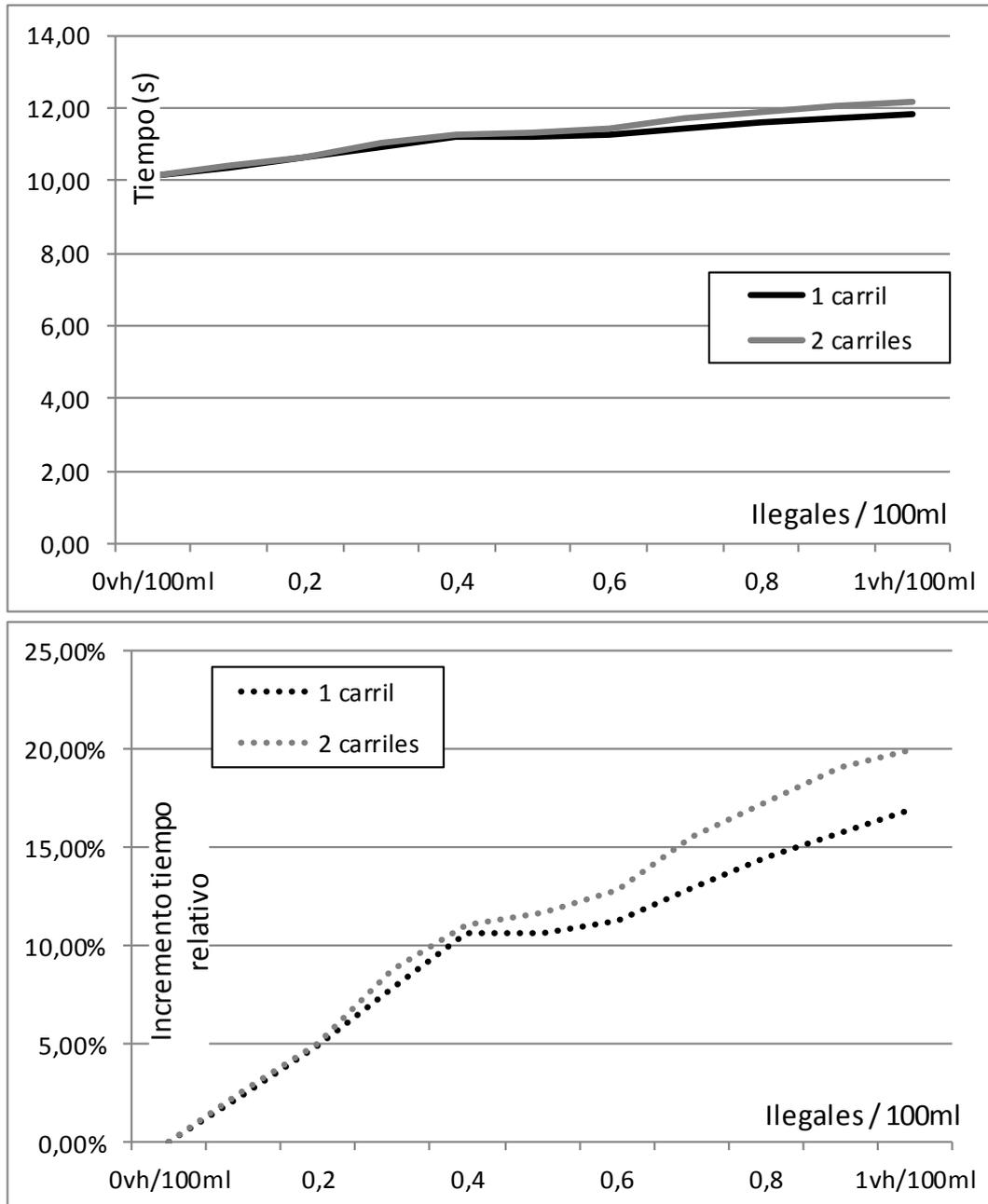


Figura 21. Tiempo de viaje y su variación para los escenarios de localización de indisciplina en función de la indisciplina en el estacionamiento

A continuación, la variación del tiempo de recorrido ha sido analizada tal y como se presenta a continuación:

$$\% I_{Tfl} = (Tfl_{nj} - Tfl_{n0}) / Tfl_{n0} \quad (11)$$

∇ localización de indisciplina en el aparcamiento  $n$  considerada

Donde

%  $I_{Tfl}$  es el incremento relativo del tiempo de viaje en función del flujo de circulación para el caso de localización de la indisciplina considerado

$T_{fljn}$  es el tiempo de viaje para un flujo de circulación  $j$  y una localización de la indisciplina  $n$

$T_{flon}$  es el tiempo de viaje para un flujo libre (100 vh/carril/hora) y una localización de indisciplina  $n$

Como ha ocurrido en el punto anterior, las diferencias entre los 2 escenarios son mínimas con valores menores al 2%.

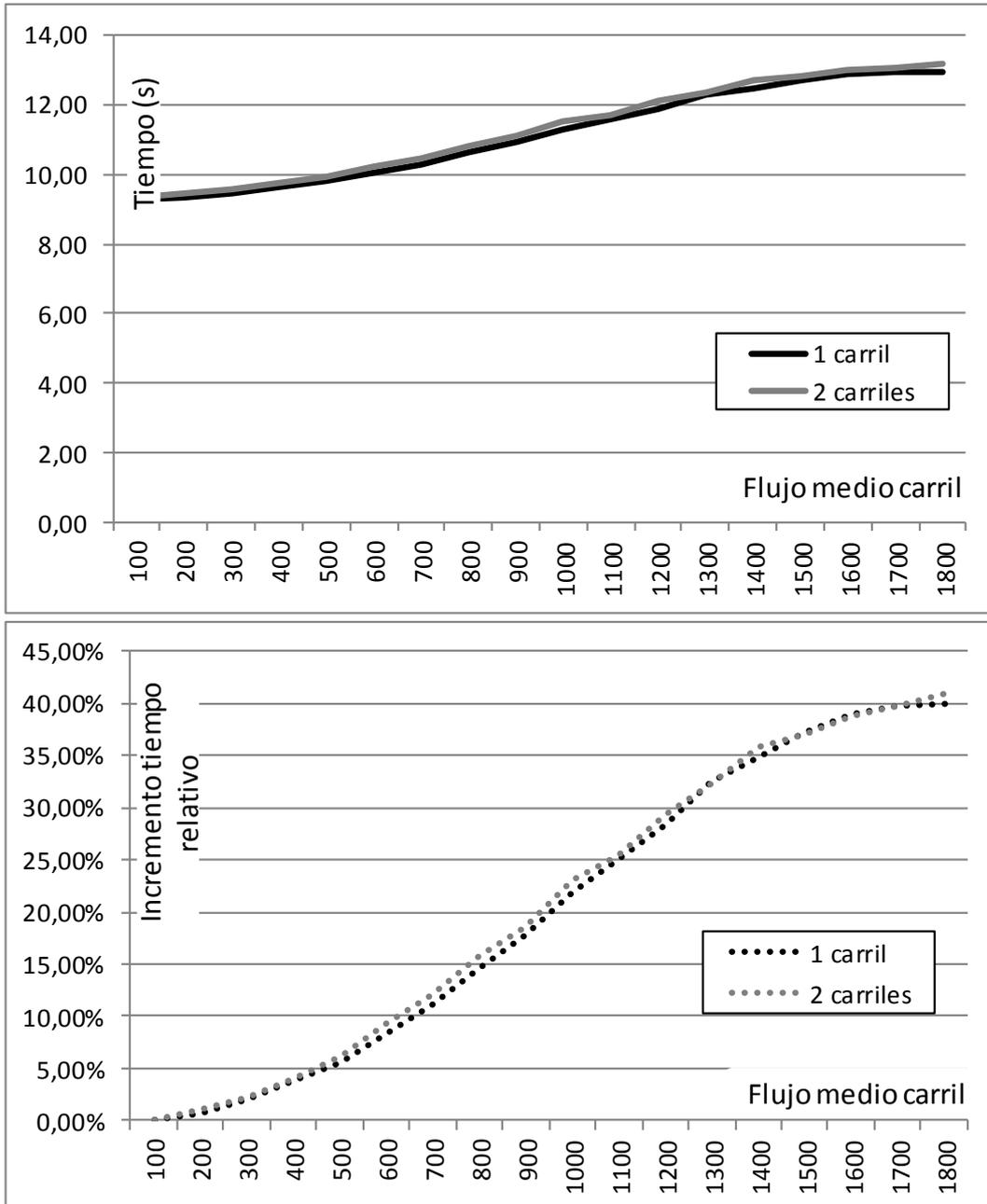


Figura 22. Tiempo de recorrido y su variación para diferentes escenarios de localización en función del flujo de circulación

#### e. Velocidad máxima permitida

Esta variable se ha estudiado para evaluar el incremento del tiempo de viaje relativo a la indisciplina de estacionamiento en función de la velocidad máxima

de circulación. Para poder llevar a cabo este punto, se han evaluado las dos velocidades máximas de circulación más comunes en entorno urbano, 30 y 50 km/h.

Para ello, la variación del tiempo de viaje se ha evaluado en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento:

$$\% I_{Tiv} = (Tiv_{jn} - Tiv_{0n}) / Tiv_{0n} \quad (12)$$

∀ *escenario de velocidad máxima n considerada*

Donde

**% I<sub>Tiv</sub>** es el incremento relativo de tiempo de viaje en función del nivel de indisciplina para los escenarios de velocidad máxima evaluados

**Tiv<sub>jn</sub>** es el tiempo de viaje para un nivel de indisciplina *j* y una velocidad máxima permitida *n*

**Tiv<sub>0n</sub>** es el tiempo de viaje para un escenario sin indisciplina y un escenario de velocidad máxima permitida *n*

Los resultados muestran que, para una mayor velocidad de circulación máxima, a medida que el nivel de indisciplina aumenta, el incremento de tiempo de viaje aumenta. En otras palabras, el nivel de indisciplina afecta en mayor medida para velocidades de circulación mayores.

Sin embargo, cabe destacar que las diferencias en incremento de tiempo obtenidas entre los 2 escenarios de velocidad máxima permitida son significativamente reducidas – menor al 4%.

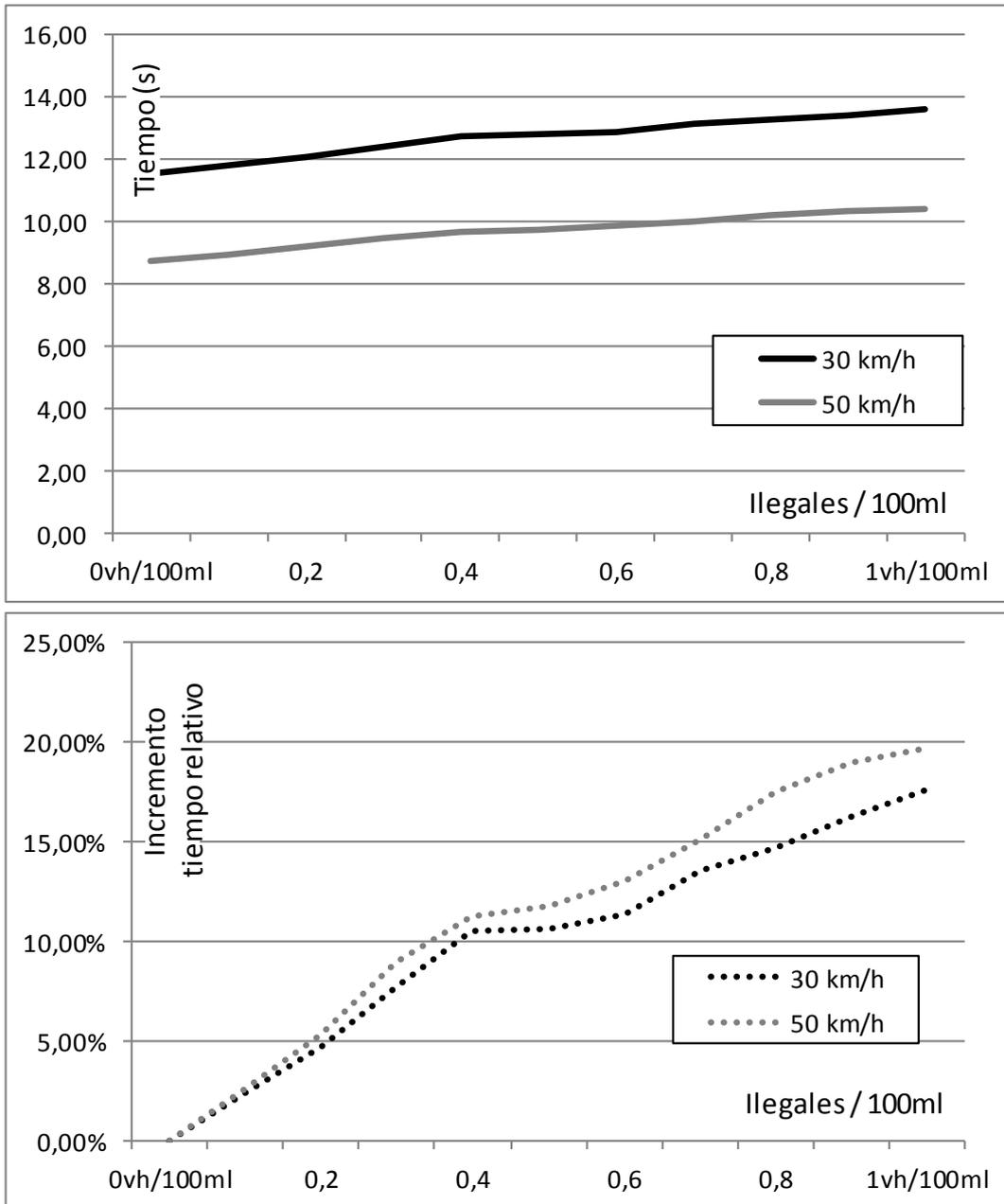


Figura 23. Tiempo de recorrido y su variación para escenarios de velocidad máxima permitida en función del nivel de indisciplina en el estacionamiento

A continuación, se evalúa el incremento de tiempo de viaje para los escenarios de velocidad máxima en función del flujo de circulación:

$$\% I_{Tfv} = (Tfv_nj - Tfv_{n0}) / Tfv_{n0} \quad (13)$$

∇ velocidad máxima permitida  $n$  considerada

Donde

$\% I_{Tfv}$  es el incremento relativo de tiempo de viaje en función del flujo de circulación para los casos de velocidad máxima permitida

$Tfv_{jn}$  es el tiempo de viaje para un flujo de circulación  $j$  y una velocidad máxima permitida  $n$

$T_{fv_{0n}}$  es el tiempo de viaje para flujo libre (100 vh/carril/hora) y una velocidad máxima permitida  $n$

Se detecta que a medida que el flujo de circulación incrementa, el tiempo de viaje incrementa más para velocidad de circulación mayor.

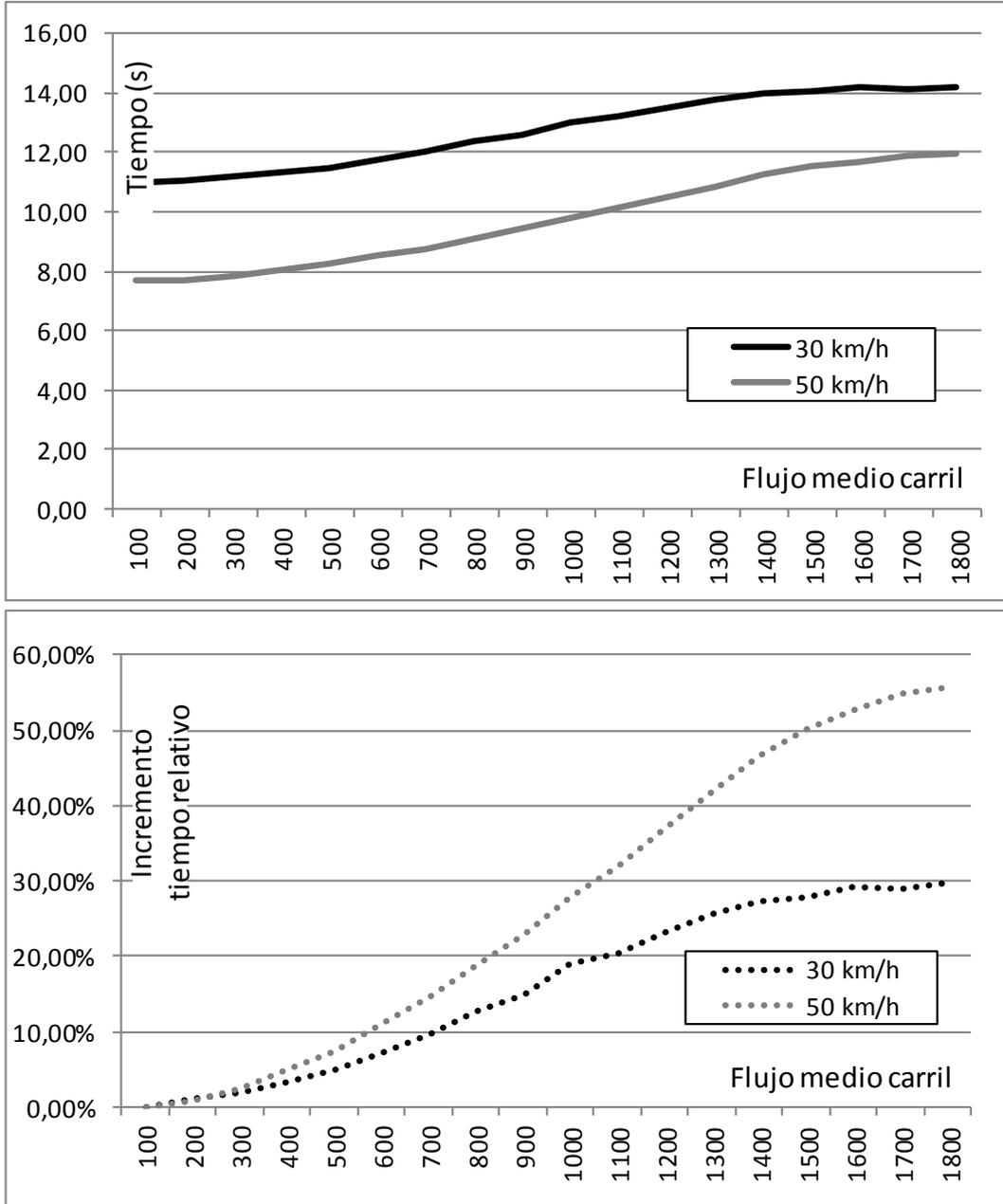


Figura 24. Tiempo de viaje y su variación para diferentes velocidades máximas de circulación permitidas dependiendo del flujo de circulación

#### 4.4.6. Resultados principales

Los resultados principales se presentan a continuación:

- El tiempo necesario para recorrer el tramo en estudio se incrementa a medida que el nivel de indisciplina en calzada aumenta

- Es importante señalar que este incremento es no lineal y que es mayor para valores de indisciplina de estacionamiento significativamente bajos. En otras palabras, el valor de indisciplina que implica un mayor efecto en las condiciones de circulación es el primero en aparecer y, obviamente, el último y más difícil de eliminar, es decir, aquel que el usuario considera más inevitable y por tanto es más difícil de relocalizar en una zona de estacionamiento legal
- El efecto de la indisciplina de estacionamiento en función del flujo de circulación tiene un umbral en los 1.300/1.400 vehículos por carril y hora. Para valores más bajos, el impacto de la indisciplina es mayor y, para valores superiores el efecto se reduce de forma importante debido a la aparición de congestión por el propio flujo de circulación implicando por sí misma un incremento de tiempo de desplazamiento y, consecuentemente, reduciendo el impacto del estacionamiento ilegal
- Dependiendo del número de carriles considerados, el efecto de la indisciplina en el estacionamiento tiene variaciones significativas. Es para un escenario de 2 carriles donde el efecto es más destacado con un incremento de tiempo de viaje superior al 25%. En caso de escenarios con 3 o 4 carriles, el incremento es inferior con valores en torno al 15%. Es importante mencionar que la variación superior en el tiempo de viaje, independientemente del número de carriles, aparece para niveles de indisciplina reducidos
- Referente a la localización de los vehículos estacionados de forma incorrecta, las diferencias encontradas entre los escenarios son casi nulas para los diferentes casos evaluados con una variación en la afectación del tiempo de recorrido inferior al 5%
- Finalmente, referente a las diferencias detectadas en función de la velocidad máxima permitida, los resultados muestran que son menospreciables con disparidades de tiempo de recorrido inferiores al 5%

#### **4.5. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para una intersección**

##### 4.5.1. Introducción

El impacto del estacionamiento ilegal en calzada tiene, como se ha podido validar anteriormente, un efecto significativamente elevado en los vehículos que

circulan en el entorno de dicha indisciplina implicando una afectación directa en el tiempo de viaje de los mismos.

Una vez evaluado un caso simple y detectados aquellos parámetros para los cuales la afectación de la indisciplina influye en mayor medida, se pretende ir un paso más allá y realizar una simulación que permita analizar el efecto que existe en la indisciplina cuando hay una intersección entre dos vías de circulación, y así poder ajustar los resultados obtenidos a la realidad de la movilidad en un entorno urbano.

#### 4.5.2. Objetivo

El objetivo del presente capítulo es poder analizar el efecto en el tiempo de viaje de los vehículos que circulan en un entorno simple en el cual se localiza una interacción entre diferentes vehículos en un cruce.

Para calcular el efecto en el tiempo de recorrido, se evalúan las diferentes variables claves definidas en el punto anterior. De esta manera, se analiza tanto el volumen de la indisciplina existente como el flujo de circulación. En este caso, debido a la simplicidad del entorno, no se consideran diferentes localizaciones de la indisciplina.

También se analiza la interacción mediante dos tipologías de regulación; por un lado, se considera el caso mediante regulación de prioridad de paso (ceda el paso) y, por el otro, mediante regulación semafórica. Finalmente, se comparan ambos resultados para poder evaluar las diferencias entre ambos.

#### 4.5.3. Definición del modelo

Para el desarrollo de este apartado, se ha utilizado una herramienta de microsimulación de tráfico con el objetivo de evaluar diferentes escenarios y condiciones de entorno y obtener los resultados de efecto en el tiempo de recorrido de los vehículos del entorno.

En este sentido, en primer lugar, se han definido los diferentes casos de estudio a ser simulados. Para ello, se ha escogido una malla ortogonal, con dos vías de circulación que se interaccionan en el punto medio de ambas. La figura adjunta muestra el caso elaborado.

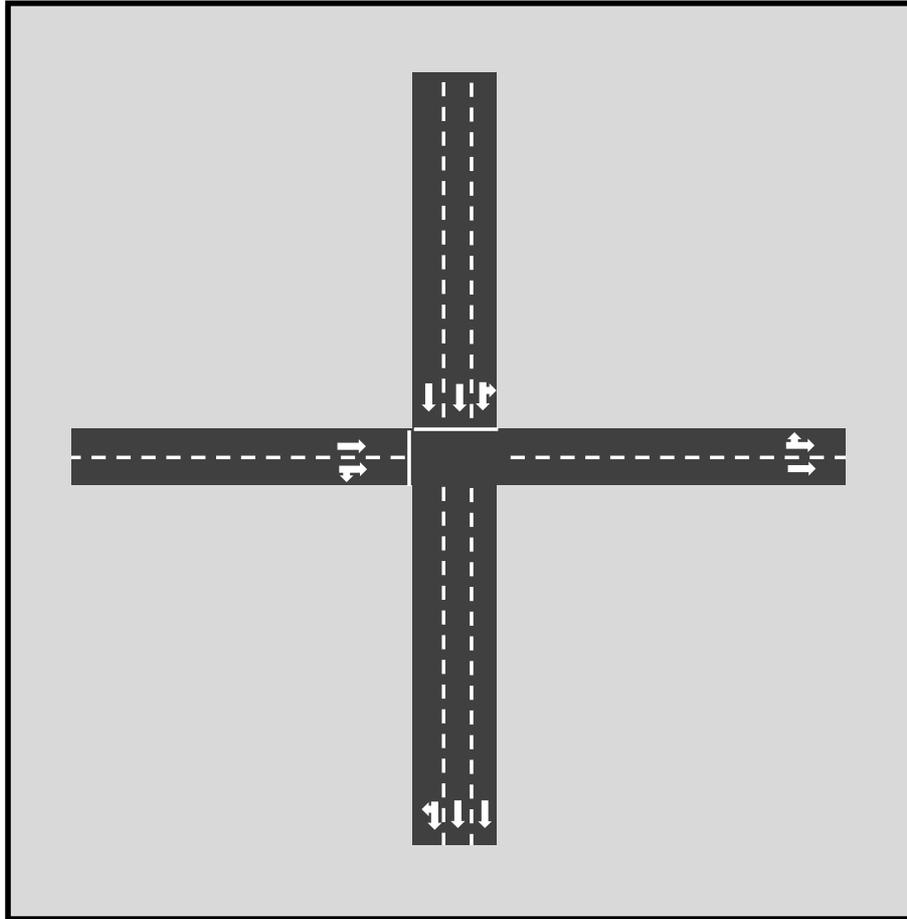


Imagen 13. Representación gráfica del caso de estudio

Una vez se ha definido el escenario, se han escogido las condiciones de contorno. Estas condiciones son el flujo de circulación referido a cada carril, así como los orígenes y los destinos de los diferentes vehículos.

A continuación, se han definido las condiciones específicas de cada escenario como la existencia de indisciplina en las zonas concretas y la localización de la misma.

#### *a. Definición del caso*

Para todos los escenarios escogidos, el modelo considerado es un total de 2 vías de único sentido que se intersectan ortogonalmente.

#### *b. Definición de las condiciones de contorno*

Con el objetivo de poder analizar los efectos de la indisciplina en estacionamiento, se ha simulado un conjunto de escenarios con flujos de circulación definidos.

En este sentido, se ha determinado un flujo de circulación entre 250 y 1.000 vehículos por carril y hora. Estos valores se han definido para poder analizar el caso de forma amplia.

De forma adicional, un punto importante a considerar es que, para la intersección, independientemente de la misma, un 80% de los vehículos seguían recto mientras que el otro 20% giraban hacia el lado que la intersección lo permitiera.

### *c. Definición de las condiciones internas*

Una vez se han fijado la circulación del vehículo y las rutas, el siguiente paso ha sido definir el nivel de indisciplina existente en el entorno.

Primero, referente al nivel de indisciplina existente, el modelo se ha ejecutado con diferentes valores de acuerdo a niveles de indisciplina reales<sup>36</sup> situados entre 0 y 1 vehículo cada 100 metros lineales de vía. Para el caso de existencia de indisciplina, destacar que el modelo se ha realizado para que la localización de la misma sea dinámica durante la simulación para cada escenario y así ajustarse a la realidad de los entornos urbanos actuales.

Como ha ocurrido con el flujo de circulación, la ilegalidad en el estacionamiento es también completamente distribuida de forma aleatoria.

### *d. Ejecución del modelo y simulación*

Una vez se ha definido y modelado el caso, se han ejecutado los diferentes escenarios considerados. Para cada uno de ellos, se han realizado un total de 5 simulaciones, cada una de ellas con una distribución de vehículos de entrada y una distribución de la localización y duración de la indisciplina totalmente aleatoria. Destacar que se han llevado a cabo un total de 1.120 simulaciones.

#### 4.5.4. Parámetros de cálculo

A continuación, se presentan los parámetros calculados para la presente simulación:

- **Afectación al tiempo de recorrido de la indisciplina con intersección regulada por prioridad de paso:** fijada, en la intersección, la regulación por prioridad de paso, se analiza el efecto de la indisciplina en función de su nivel y del flujo de circulación

---

<sup>36</sup> De acuerdo con Suriñach et al. (2015) y Mesa Movilidad Madrid (2007)

- **Afectación al tiempo de viaje de la indisciplina con intersección regulada por semáforo:** fijada, en la intersección, la regulación semafórica, se analiza el efecto de la indisciplina en función de su nivel y del flujo de circulación

#### 4.5.5. Resultados y discusión

##### *a. Regulación por prioridad de paso*

En este caso, la característica común de los diferentes escenarios evaluados es que la regulación de la intersección se ha realizado mediante la priorización de paso de las vías confluyentes. Teniendo este punto en cuenta, para los diferentes flujos de circulación, se ha evaluado el tiempo de recorrido para diferentes tramos de vía para obtener el efecto de la indisciplina en estacionamiento.

Se detecta que, en los diferentes escenarios de flujo de circulación, a medida que éste es superior, el tiempo requerido para realizar el viaje es mayor.

El incremento de tiempo de recorrido, en valor relativo, tiene variaciones importantes en función del flujo de carril medio. De hecho, es para los valores medios de flujo – 500 vh/carril/hora – donde el efecto de la indisciplina es mayor en el tiempo de viaje con un impacto de hasta el 18%. En los escenarios con un menor flujo, la aparición de indisciplina tiene un efecto bajo debido a que ésta no afecta a la circulación libre. En el caso contrario, con flujos de circulación elevados, al existir una congestión producida por el mismo tráfico, el efecto de la indisciplina en el tiempo de viaje se modera.

Destacar que el impacto marginal de la indisciplina es mayor para niveles bajos mientras que, a medida que aumenta el nivel de indisciplina, el impacto marginal aumenta de forma más moderada. Destacar que dicho impacto marginal se ha medido de forma análoga a la aplicada en el apartado 4.4.

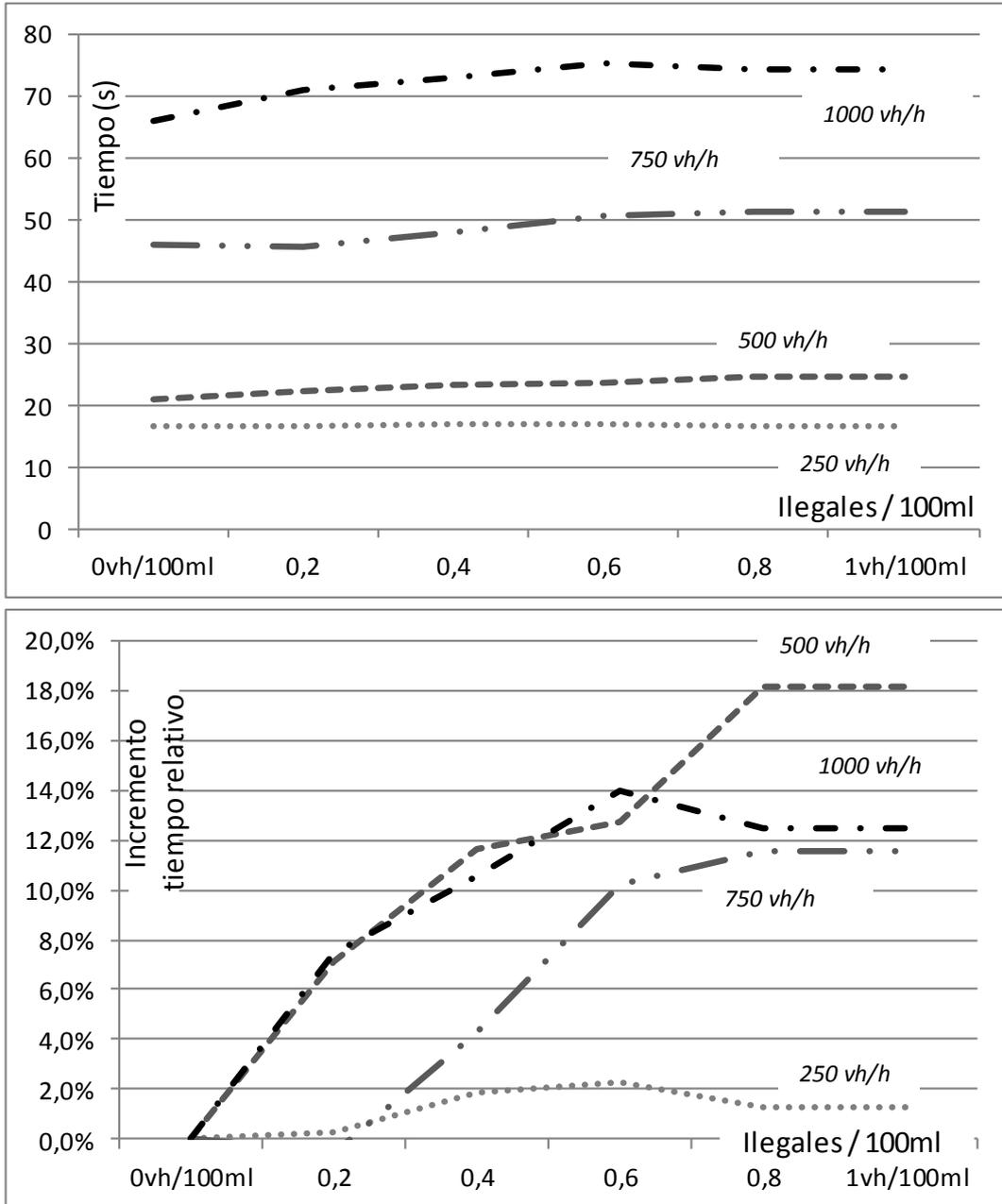


Figura 25. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina para regulación de prioridad de paso

### b. Regulación semafórica

En este caso, la característica común de los diferentes escenarios evaluados es que la regulación de la intersección se ha realizado de forma semafórica. Teniendo este punto en cuenta, para los diferentes flujos de circulación, se ha evaluado el tiempo de viaje para diferentes tramos de vía para obtener el efecto de la indisciplina en estacionamiento.

Como en el caso de la regulación por prioridad de paso, se detecta que, para los diferentes escenarios de flujo de circulación, a medida que éste es superior, el tiempo requerido para realizar el viaje es mayor.

También tiene un comportamiento similar en lo que se refiere a las variaciones en valor relativo, donde el efecto de la indisciplina se destaca en los casos con flujos medios – 500 / 750 vh/carril/hora – en las que se detectan las afectaciones superiores al tiempo de viaje que significan hasta un 8% de incremento.

Destacar que el impacto marginal, entendiéndose como el incremento del tiempo de viaje producido por un incremento de indisciplina fijado, en función del nivel de indisciplina, si bien es ligeramente superior para niveles de indisciplina bajos, se mantiene constante en todo momento.

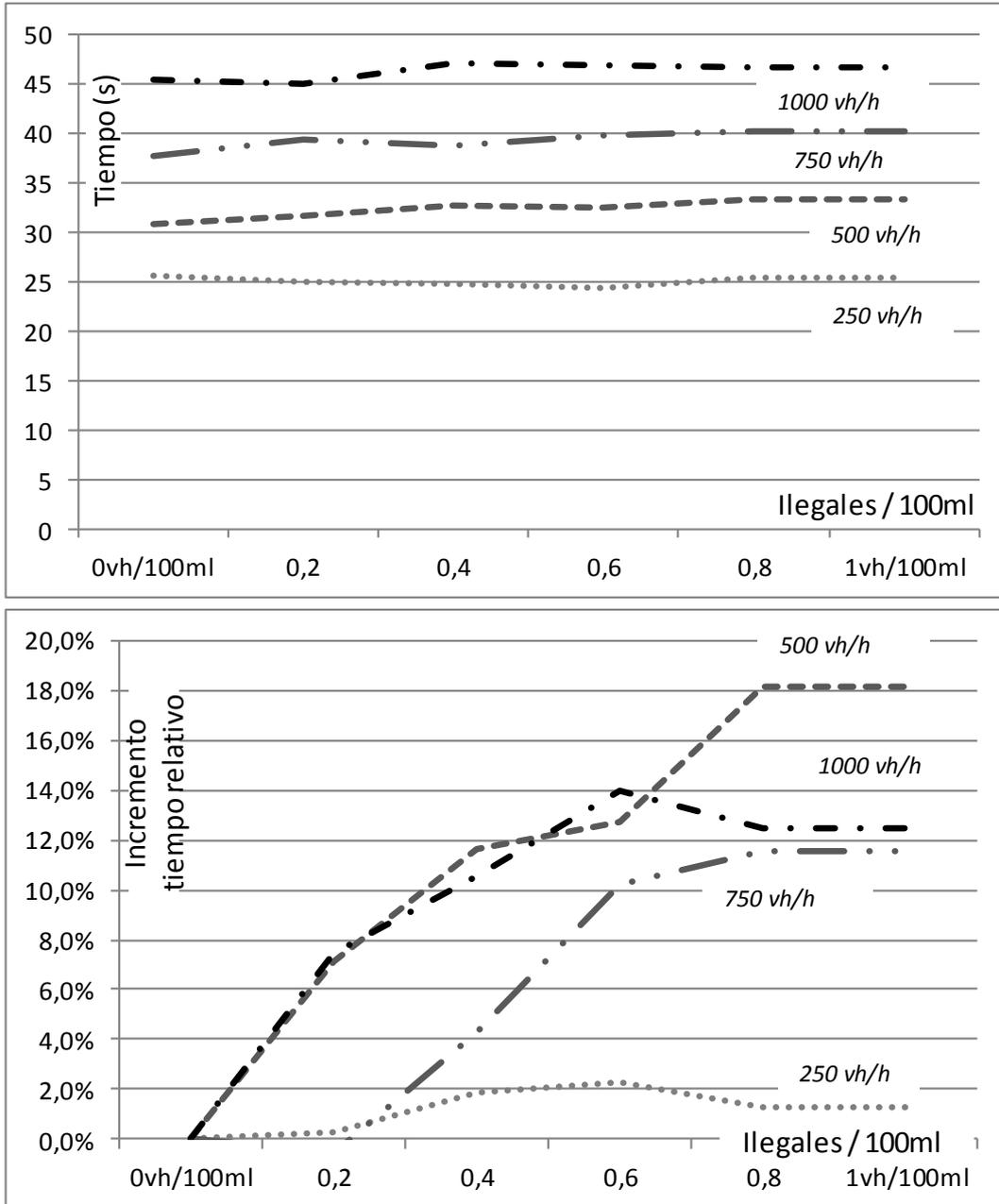


Figura 26. Tiempo de viaje y su variación para diferentes flujos de circulación en función del nivel de indisciplina para regulación semafórica

### c. Comparación entre los dos escenarios evaluados

Una vez se ha llevado a cabo la presentación de resultados para los escenarios de regulación considerados, se presenta la comparación entre ambos escenarios con el objetivo de poder definir cuál de ellos se ajusta más a las necesidades reales en cada caso.

En primer lugar, se debe hacer mención a la relación existente entre el flujo de circulación y el tiempo de viaje para cada uno de los dos escenarios, sin tener en cuenta el nivel de indisciplina. En este caso, se comprueba que existe un

patrón que permite detectar que, para flujos de circulación reducidos – hasta 500 vh/carril/hora –, el escenario de priorización de paso permite obtener un tiempo de viaje menor mientras que para casos con flujos elevados – a partir de 800 vh/carril/hora, el escenario de semaforización es el óptimo.

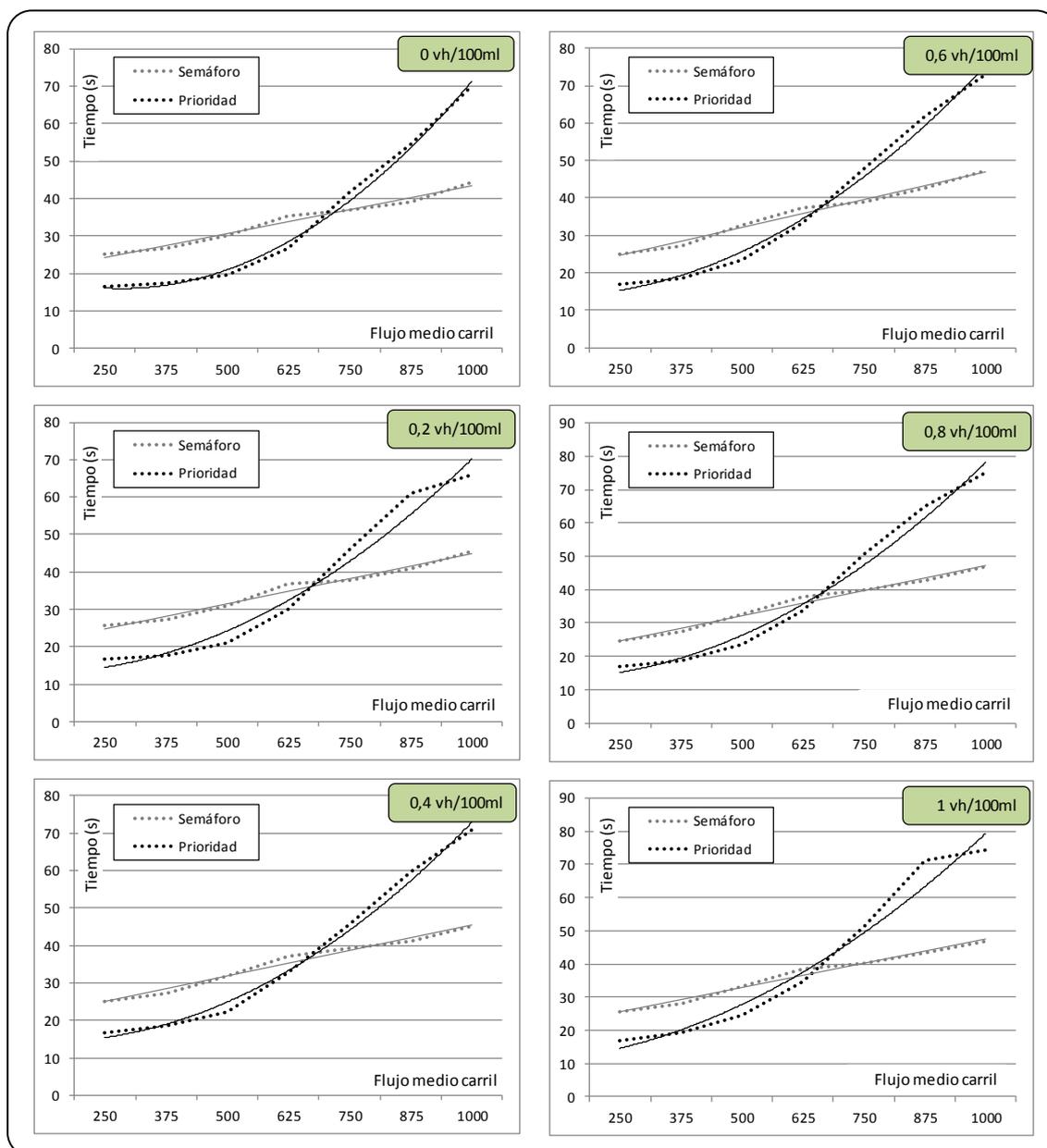


Figura 27. Comparación tiempo de viaje en función de la regulación de la intersección

Una vez se incorpora el efecto de la indisciplina en el estacionamiento en la comparativa entre escenarios, se comprueba que dicho efecto tiene una incidencia clave para definir el punto de inflexión en el que ambas regulaciones tienen un efecto idéntico en la circulación.

De hecho, a medida que se incrementa el nivel de indisciplina en el entorno, el punto de inflexión referente al flujo de circulación tiende a reducirse, haciendo

más atractiva la opción de la regulación semafórica. De hecho, para escenarios sin indisciplina, el punto de inflexión se encuentra en torno a un flujo medio de 720 vh/carril/hora mientras que para una indisciplina de 1 vehículo cada 100 metros lineales, el valor de flujo disminuye hasta 610 vh/carril/hora.

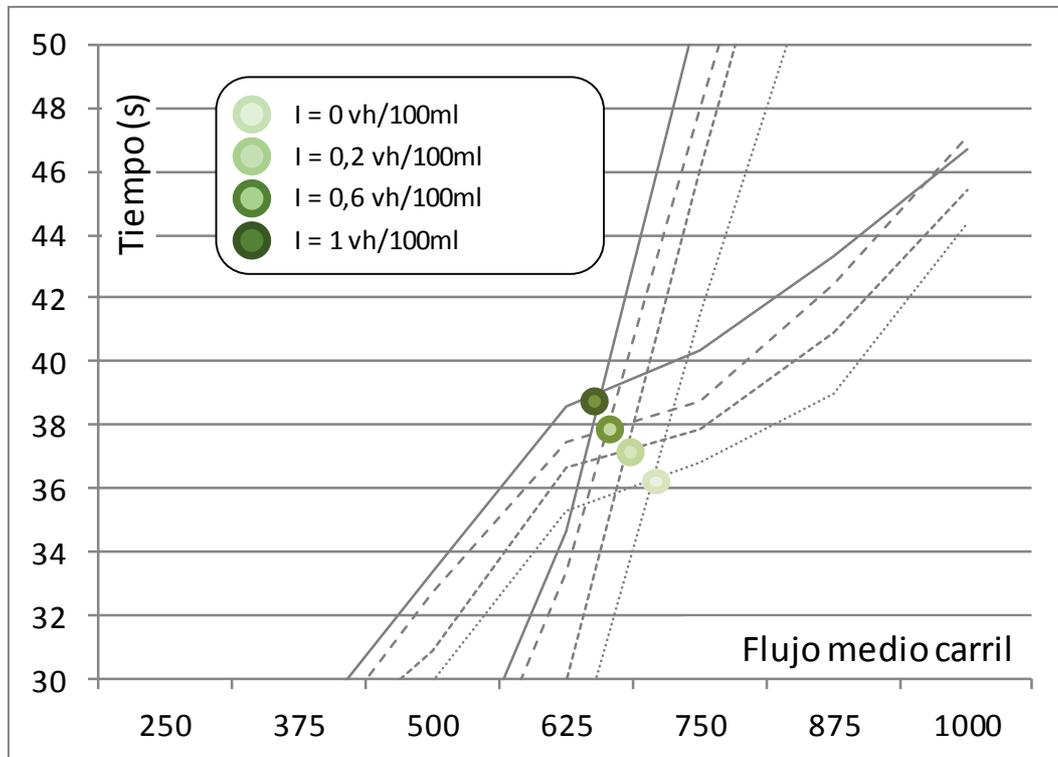


Figura 28. Valor umbral de flujo por carril en función del tipo de regulación de la intersección

#### 4.5.6. Resultados principales

Los resultados más destacados que se han obtenido referente al capítulo, se presentan a continuación:

- El nivel de indisciplina en el estacionamiento tiene un considerable impacto en los escenarios estimados, especialmente en aquellos casos con un flujo de circulación moderado – valores entre 500 y 750 vh/carril/hora
- El impacto de la indisciplina es mayor en el caso del escenario regulado mediante priorización de paso con incrementos del tiempo de viaje de hasta 18%, por incrementos inferiores al 10% en la regulación semafórica
- El efecto de la aparición de indisciplina en el caso planteado incide, además de, evidentemente, en el incremento de tiempo de recorrido en el entorno, en la definición de la mejor regulación para la intersección. Si bien para flujos extremos – donde la prioridad de paso es la solución óptima para flujos reducidos y la semaforización para flujos elevados –

dicho resultado no afecta, es para flujos moderados donde a mayor indisciplina, mayor ajuste de la solución semafórica para reducir el tiempo de viaje

#### **4.6. Simulación del impacto de estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entorno urbano complejo**

##### 4.6.1. Introducción

El número diario de viajes realizados en una ciudad es un valor significativamente elevado en el conjunto de la movilidad debido a que los entramados urbanos son los polos de actividad económica más importantes de una región y, consecuentemente, donde se finalizan la mayoría de los trayectos.

El número de viajes realizado por vehículos privados en una ciudad representa entre el 30 y el 50% de todos los viajes realizados; sin embargo, se registran importantes diferencias en función de la ciudad (por ejemplo, en Bruselas los vehículos privados representan el 60% de la movilidad mientras que en Barcelona este valor se reduce al 15%<sup>37</sup>).

Cabe destacar que todos los trayectos – incluyendo vehículo privado, transporte público y otros métodos no motorizados –, obviamente, se realizan para llegar a un destino concreto, normalmente predefinido antes de empezar el trayecto.

En el caso de los trayectos en vehículo privado, es importante remarcar que la mayoría de los mismos empiezan sin disponer de un lugar en destino para poder estacionar. Este problema sólo ocurre con el vehículo privado debido a que tanto el transporte público como los modos no motorizados no requieren una plaza de estacionamiento para finalizar el trayecto<sup>38</sup>.

La falta de un espacio asegurado de estacionamiento en destino, en muchos de los casos, implica que el conductor deba buscar una plaza de estacionamiento una vez llega a dicho destino para poder finalizar el trayecto, que es el efecto conocido como tráfico de agitación.

En el caso de los vehículos de dos ruedas, esta falta de espacio para estacionar en destino no representa, realmente, un problema importante para la administración debido a que dichos vehículos se les permite estacionar de forma

---

<sup>37</sup> De acuerdo con European Metropolitan Transport Authorities (2012)

<sup>38</sup> En todo caso, no requieren de una plaza de estacionamiento del tamaño de un vehículo turismo.

libre en acera – salvo alguna excepción puntual<sup>39</sup> – permitiendo disponer de una oferta de estacionamiento casi ilimitada.

Aunque en el caso de los vehículos de 2 ruedas el problema no es importante, en el caso de los vehículos de 4 ruedas, la problemática aparece debido a que éstos sí requieren de un importante espacio para estacionar. Dicho requerimiento implica, a menudo, que la oferta no se ajuste a los requisitos de demanda debido a diferentes parámetros: la falta de espacio, el coste económico del espacio, la localización del mismo, etc. implicando la aparición de indisciplina en el estacionamiento tal y como indica Shoup (2005).

La aparición de ilegalidad en el estacionamiento implica, consecuentemente, una reducción de la velocidad comercial y un incremento de la congestión implicando un ineficiente uso de la infraestructura de acuerdo con Willeke (1984).

#### 4.6.2. Objetivo

El objetivo de este capítulo es poder calcular el efecto en el tiempo de recorrido que implica, para los vehículos que circulan en un entorno urbano complejo, la aparición de un nivel determinado de indisciplina.

Para calcular el efecto en el tiempo de viaje, el punto clave es evaluar para el caso en estudio las variables referentes al volumen de indisciplina en el estacionamiento, el flujo de circulación y la localización de dicha indisciplina, de acuerdo a las variables claves que se han determinado anteriormente. Como sugieren Wang et al. (2012), dichas conclusiones son importantes para poder analizar medidas estratégicas a implementar por las autoridades locales que reduzcan o mitiguen el impacto negativo de la indisciplina.

Por esta razón, se ha considerado un conjunto de simulaciones de un entramado urbano prediseñado para diferentes escenarios con estacionamiento ilegal variando los valores de volumen de indisciplina, flujo de circulación y localización de la indisciplina.

#### 4.6.3. Definición del modelo

Para el desarrollo de este capítulo, se ha utilizado una herramienta de microsimulación de tráfico con el objetivo de evaluar diferentes escenarios y

---

<sup>39</sup> Destacar, por un lado, el caso de Westminster (de acuerdo con City of Westminster. Motorcycles: permits and parking.) donde el estacionamiento de motocicletas es de pago y, por el otro, los centros históricos de ciudades tales como Barcelona donde el estacionamiento de vehículos está condicionado a la anchura de las aceras

condiciones de entorno y obtener los resultados de efecto en el tiempo de recorrido de los vehículos en el entorno.

En este sentido, en primer lugar, se han definido los diferentes casos de estudio a ser simulados. Para ello, se ha escogido una malla ortogonal, a razón y semejanza de la estructura del Eixample de la ciudad de Barcelona, con el objetivo de adaptar el caso a un modelo continuo real. La figura adjunta muestra el caso elaborado.

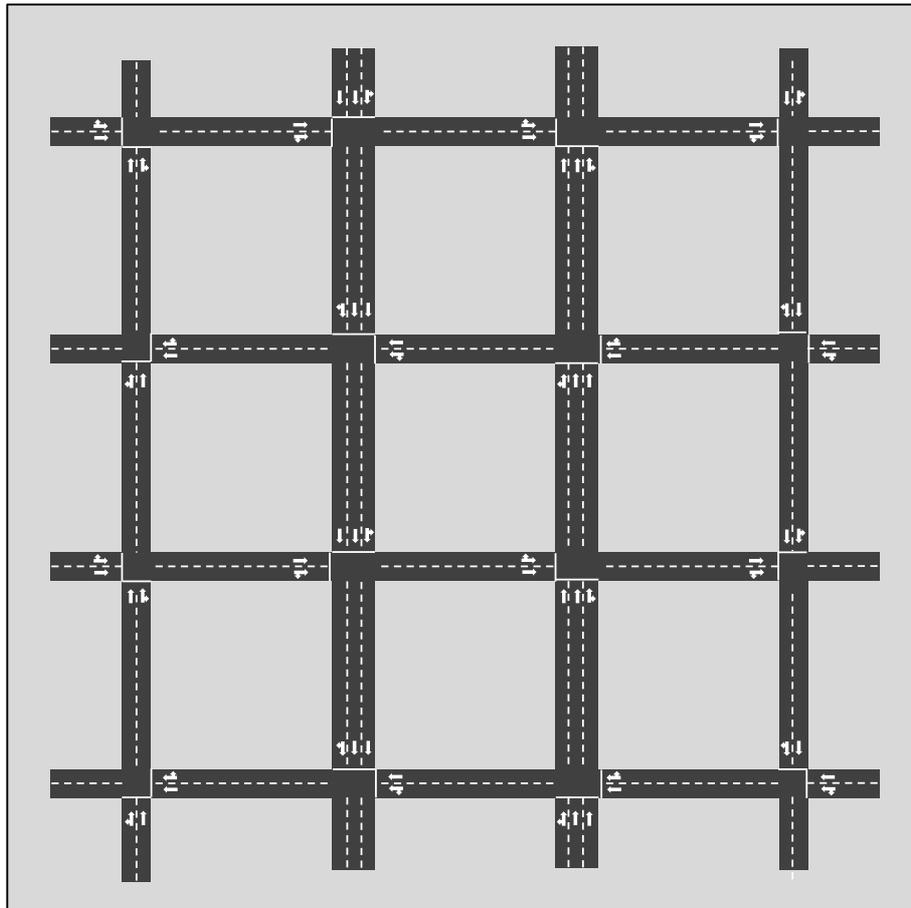


Imagen 14. Representación gráfica del caso de estudio

Una vez se ha definido el escenario, se han caracterizado las condiciones de contorno. Estas condiciones son el flujo de circulación referido a cada carril, así como el origen y los destinos de los diferentes vehículos.

A continuación, se han definido las condiciones específicas de cada escenario como la existencia de indisciplina en las zonas concretas y la localización de la misma.

### a. Definición del caso

Para todos los escenarios escogidos, el modelo considerado es un conjunto de vías de único sentido ortogonalmente distribuidas con un total de 4 para cada dirección conformando un total de 9 manzanas. Se considera un total de 4 vías principales localizadas en el centro del esquema y el resto de tipo secundario.

Todas las intersecciones están controladas por semáforos y las carreteras principales tienen el nivel de prioridad superior en el modelo.

### b. Definición de las condiciones de contorno

Con el objetivo de poder analizar los efectos de la indisciplina en estacionamiento, se ha llevado a cabo un conjunto de escenarios con flujos de circulación definidos.

En este sentido, se han simulado los escenarios con un flujo de circulación entre 500 y 1.000 vehículos por carril y hora. Estos valores se han definido de acuerdo con las recomendaciones que indica el manual *Highway Capacity Manual* (publicado por Transport Research Board de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos) para poder analizar niveles reales de flujos en entornos urbanos.

De forma adicional, un punto importante a considerar es que, para cada intersección, independientemente de la misma, un 80% de los vehículos siguen recto mientras que el otro 20% giran hacia el lado que la intersección lo permita.

### c. Definición de las condiciones internas

Una vez la circulación del vehículo y las rutas se han fijado, el siguiente paso ha sido definir el nivel de indisciplina existente en el entorno, así como su localización en el mismo.

Primero, referente al nivel de indisciplina existente, el modelo se ha ejecutado con diferentes valores de acuerdo a niveles de indisciplina reales<sup>40</sup> situados entre 0 y 1 vehículo cada 100 metros lineales de vía. Para el caso de existencia de indisciplina, destacar que el modelo se ha realizado para que la localización de la misma sea dinámica durante la simulación de cada escenario y poder ajustarse a la realidad de los entornos urbanos actuales.

Como ha ocurrido con el flujo de circulación, la ilegalidad en el estacionamiento es distribuida también de forma completamente aleatoria.

---

<sup>40</sup> De acuerdo con Suriñach et al. (2015) y Mesa Movilidad Madrid (2007)

Referente a la localización de la ilegalidad, ésta se ha ubicado en diferentes puntos del modelo evaluado:

- a) Distribuida de forma uniforme en todo el ámbito
- b) Concentrada en dos vías
- c) Concentrada en una única vía
- d) Concentrada en un único tramo de una única vía

Es importante remarcar que independientemente de la localización de la indisciplina, el nivel de ilegalidad, en todos los casos, se ha definido como el relativo al conjunto del ámbito y no al nivel relativo al sector específico donde se concentra la indisciplina. Es decir, el nivel de indisciplina que puede haber en un sector concreto (calle o tramo de calle) puede ser significativamente superior a la media (o inferior) pero, en todo caso, en el conjunto del caso la indisciplina media es la que se indica en cada momento.

Finalmente, referente a las zonas donde se ha evaluado el tiempo de viaje, éstas han sido las siguientes:

- a) Conjunto del escenario
- b) Sector donde existe la indisciplina
- c) Vías de circulación adyacentes a las que se localiza la indisciplina
- d) Sector localizado a una distancia igual o mayor a 200 metros de donde se localiza la indisciplina

#### *d. Ejecución del modelo y simulación*

Una vez se ha definido y modelado el caso, se han ejecutado los diferentes escenarios considerados. Para cada uno de ellos, se han realizado un total de 5 simulaciones – cada una de ellas con una distribución de vehículos de entrada y una distribución de la localización y duración de la indisciplina totalmente aleatoria.

Durante la simulación del escenario se ha recogido la información de tiempo de viaje de un total de 12 tramos. Dicha información se ha usado para evaluar la afectación del estacionamiento ilegal a diferentes niveles.

#### 4.6.4. Parámetros de cálculo

A continuación, se describen los parámetros calculados y que se presentan seguidamente:

- **Afectación al tiempo de recorrido medio de la indisciplina en función del flujo de circulación:** fijado un escenario específico de localización de

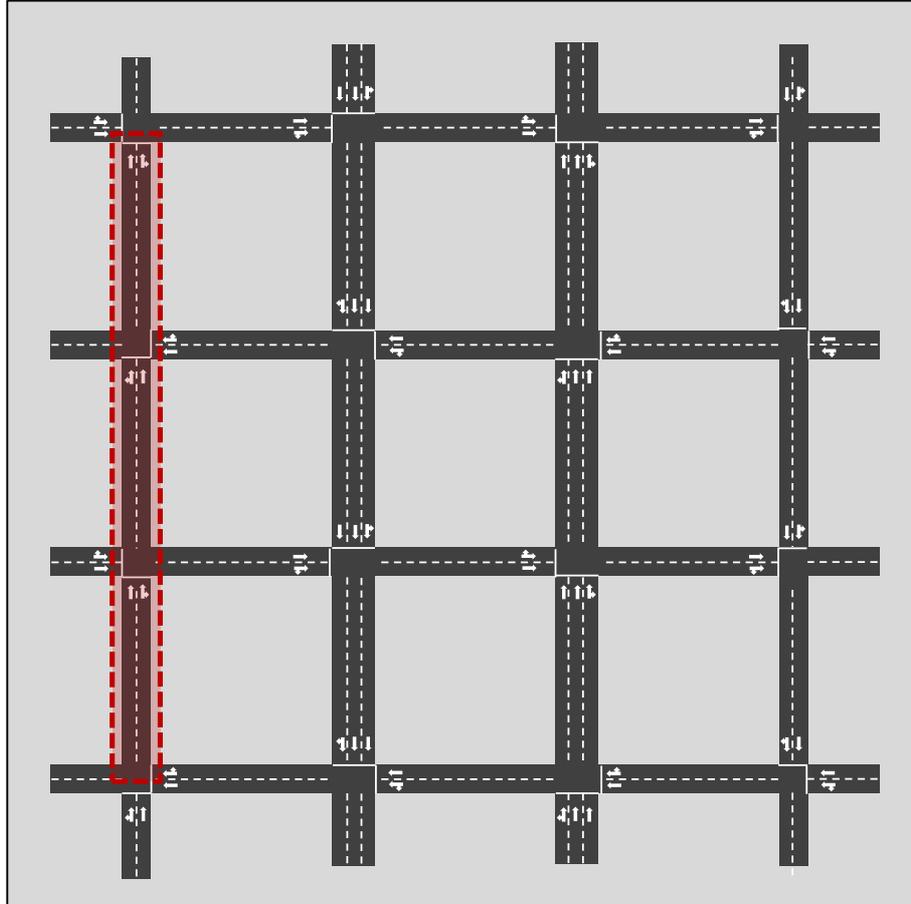
la ilegalidad – concentración de la misma en una vía –, se ha evaluado el nivel de indisciplina para diferentes flujos de circulación

- **Afectación al tiempo de viaje de la indisciplina en función de la localización de la indisciplina:** para un flujo de circulación fijado – 750 vehículos por carril y hora –, se ha analizado el efecto de la indisciplina de estacionamiento en función de la localización de la misma  
Se ha considerado de 750 vehículos por carril y hora debido a que dicho valor es el más ajustado para un entorno como en el caso de estudio actual

#### 4.6.5. Resultados y discusión

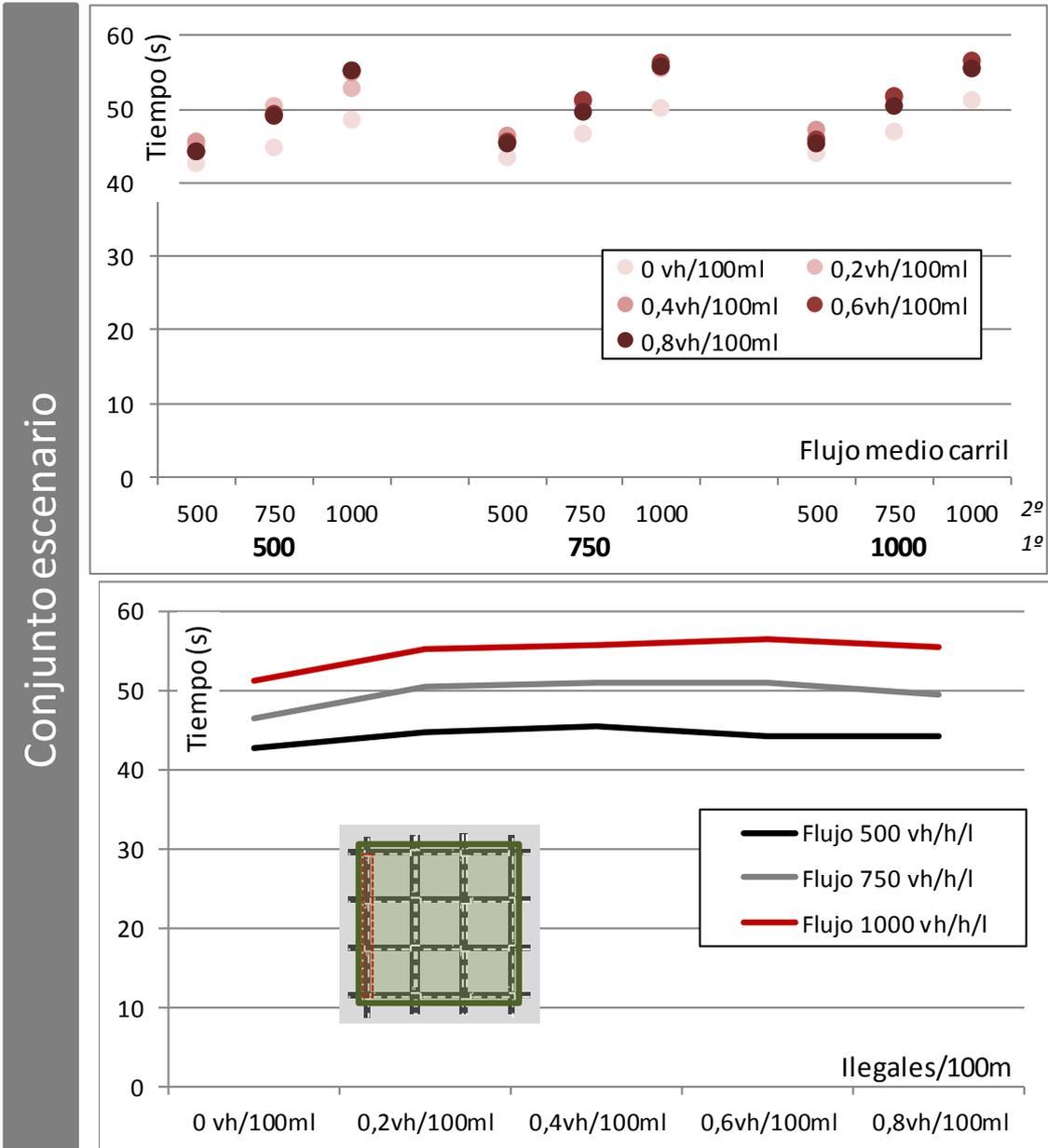
##### *a. Afectación del nivel de indisciplina en el estacionamiento en función del flujo de circulación*

En este caso, la característica común de los diferentes escenarios evaluados es que la localización de la indisciplina se concentra en una única vía. Teniendo este punto en cuenta para los diferentes flujos de circulación se ha evaluado el tiempo de recorrido para diferentes tramos de vía, para obtener el efecto de la indisciplina en estacionamiento en función de la localización de la indisciplina.

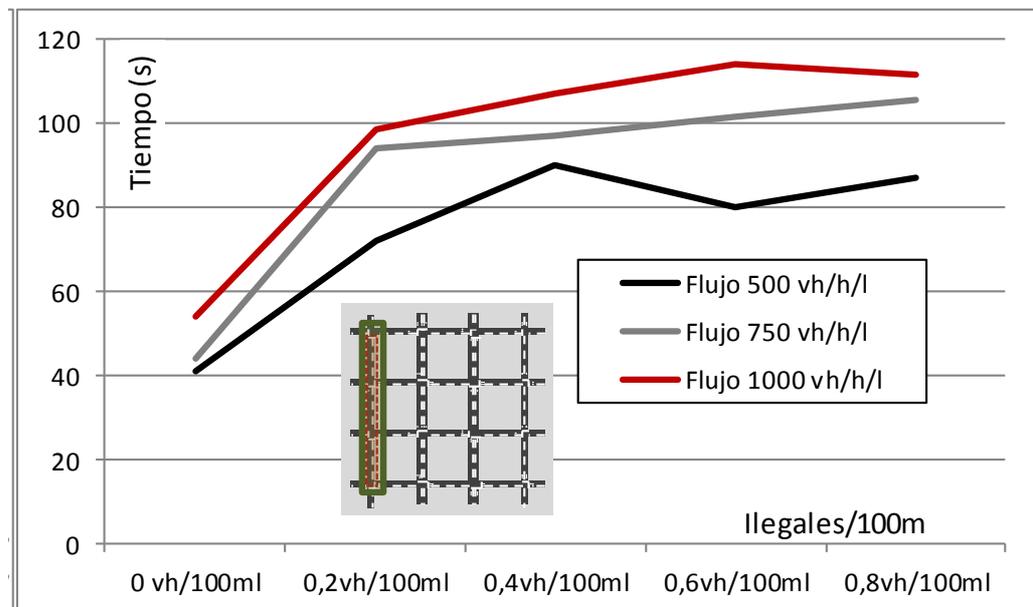
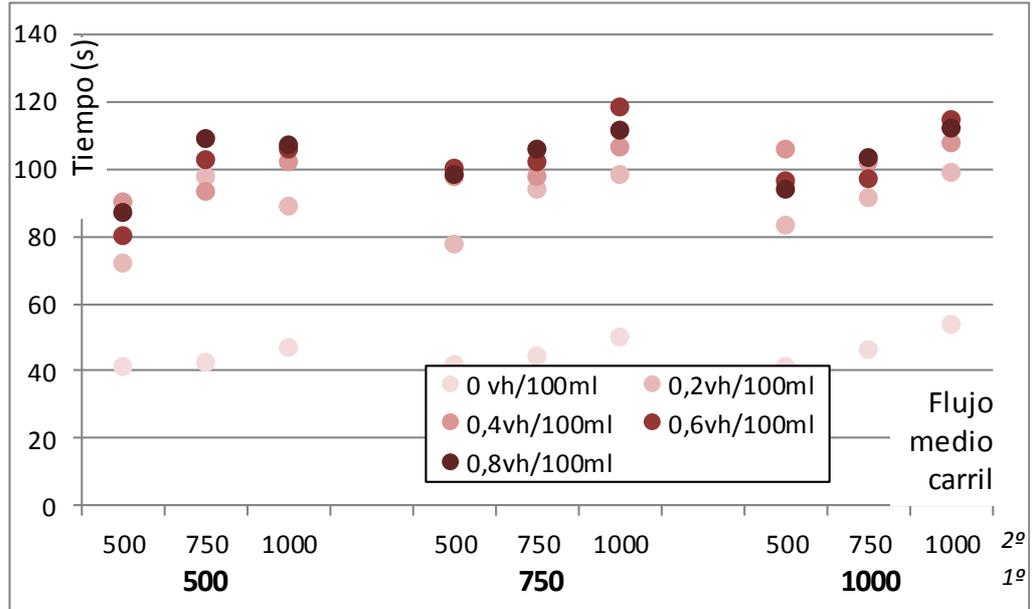


**Imagen 15. Localización de los vehículos estacionados ilegalmente**

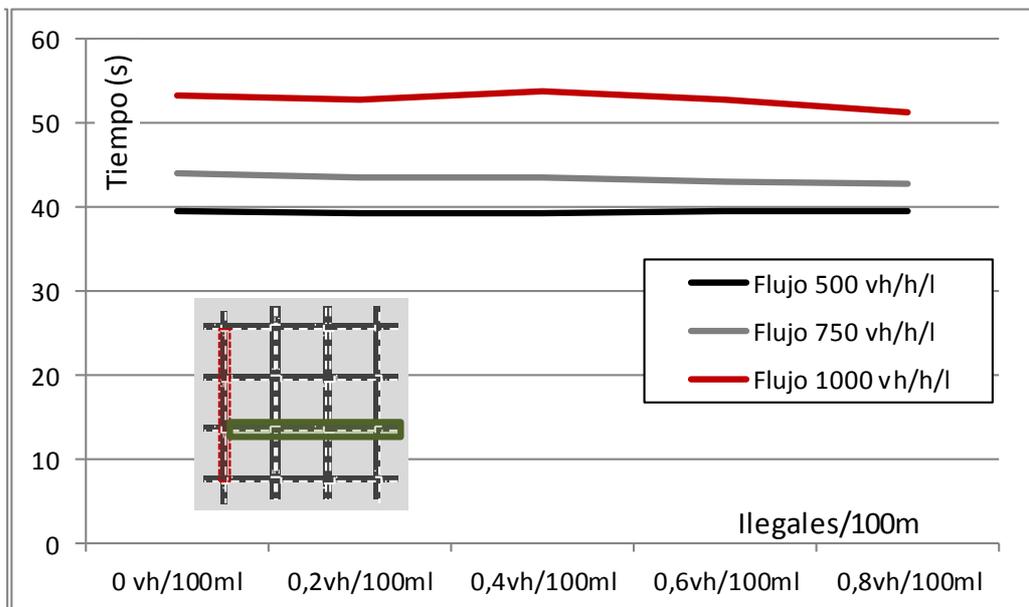
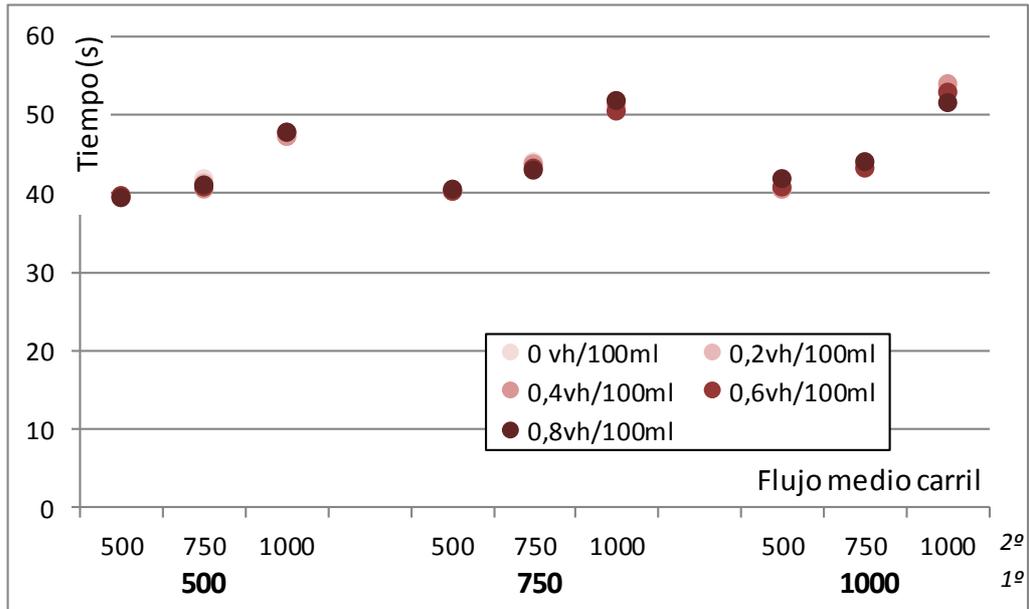
De acuerdo con la descripción realizada, el efecto del estacionamiento en indisciplina en el tiempo de viaje ha sido evaluado para diferentes secciones de control considerando diferentes flujos de circulación.



Localización vh.ilegales



Área adyacente



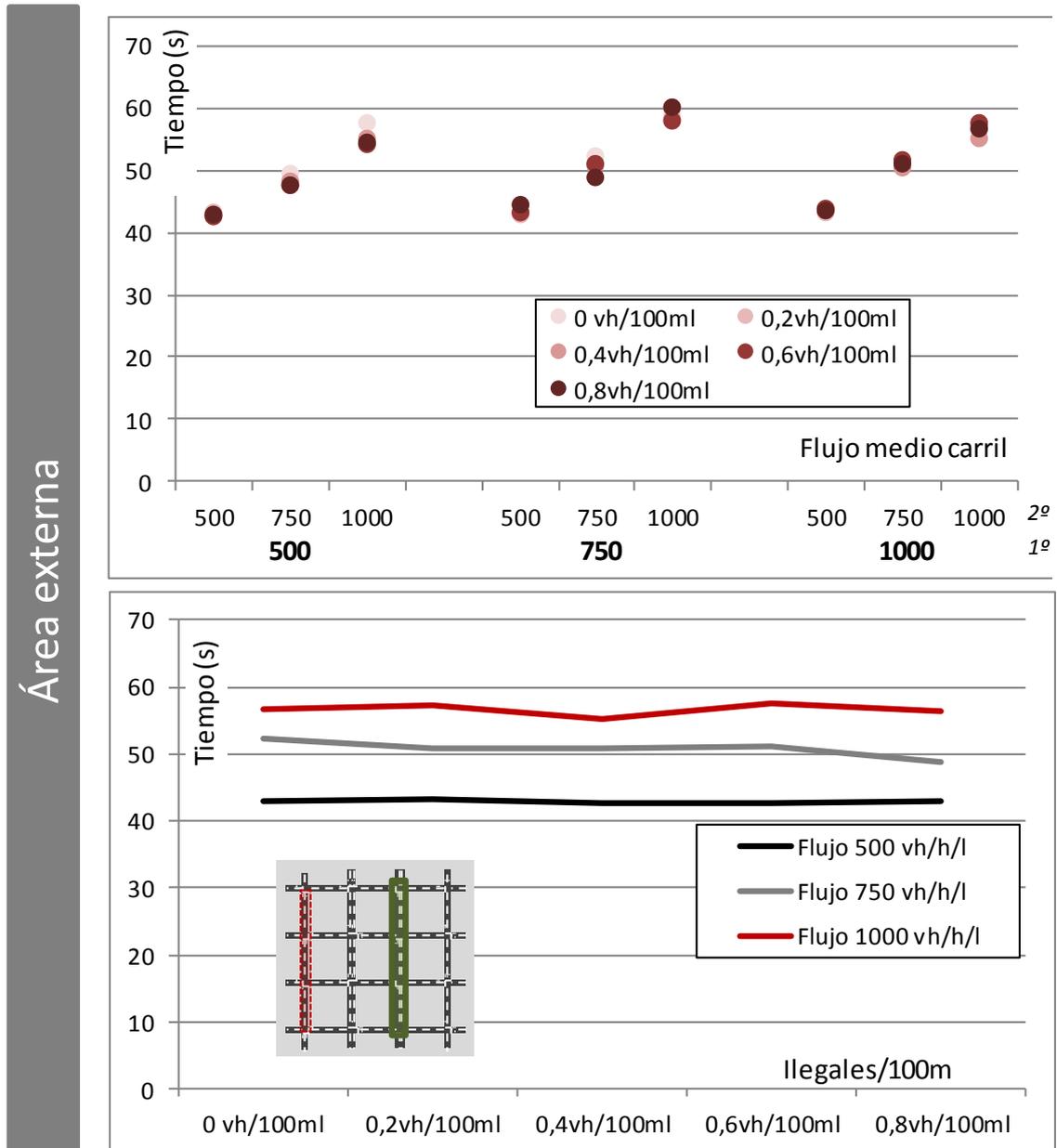


Figura 29. Tiempo de recorrido para diferentes niveles de indisciplina respecto el flujo de circulación y tiempo de recorrido en función del nivel de indisciplina para diferentes localizaciones de sección de vía

Al evaluar el ámbito anexo a la localización de la indisciplina, se destaca, por un lado, que el efecto de la ilegalidad para los diferentes sub-escenarios se genera al aparecer la primera indisciplina con un incremento drástico del tiempo de circulación y una estabilización de dicho tiempo a partir niveles de ilegalidad próximos a 0,3 vh/100ml.

Por otro lado, se observa que el efecto de la aparición de la indisciplina mantiene un mismo patrón independientemente del flujo considerado. Este patrón, es válido para los diferentes tramos de vía evaluados en el escenario.

En el otro extremo, destacar que para el efecto de la indisciplina en entornos no adyacentes – distancia superior a 100 metros –, el efecto de la misma en la circulación de esa vía es nulo.

*b. Afectación del nivel de indisciplina en el estacionamiento en función de su localización para un flujo de circulación constante*

Para este caso, en los diferentes escenarios se ha evaluado el efecto de la indisciplina en estacionamiento en función de la localización de la misma.

En este sentido, los diferentes casos de localización de indisciplina en estacionamiento se han fijado tal y como se muestra en la figura adjunta.

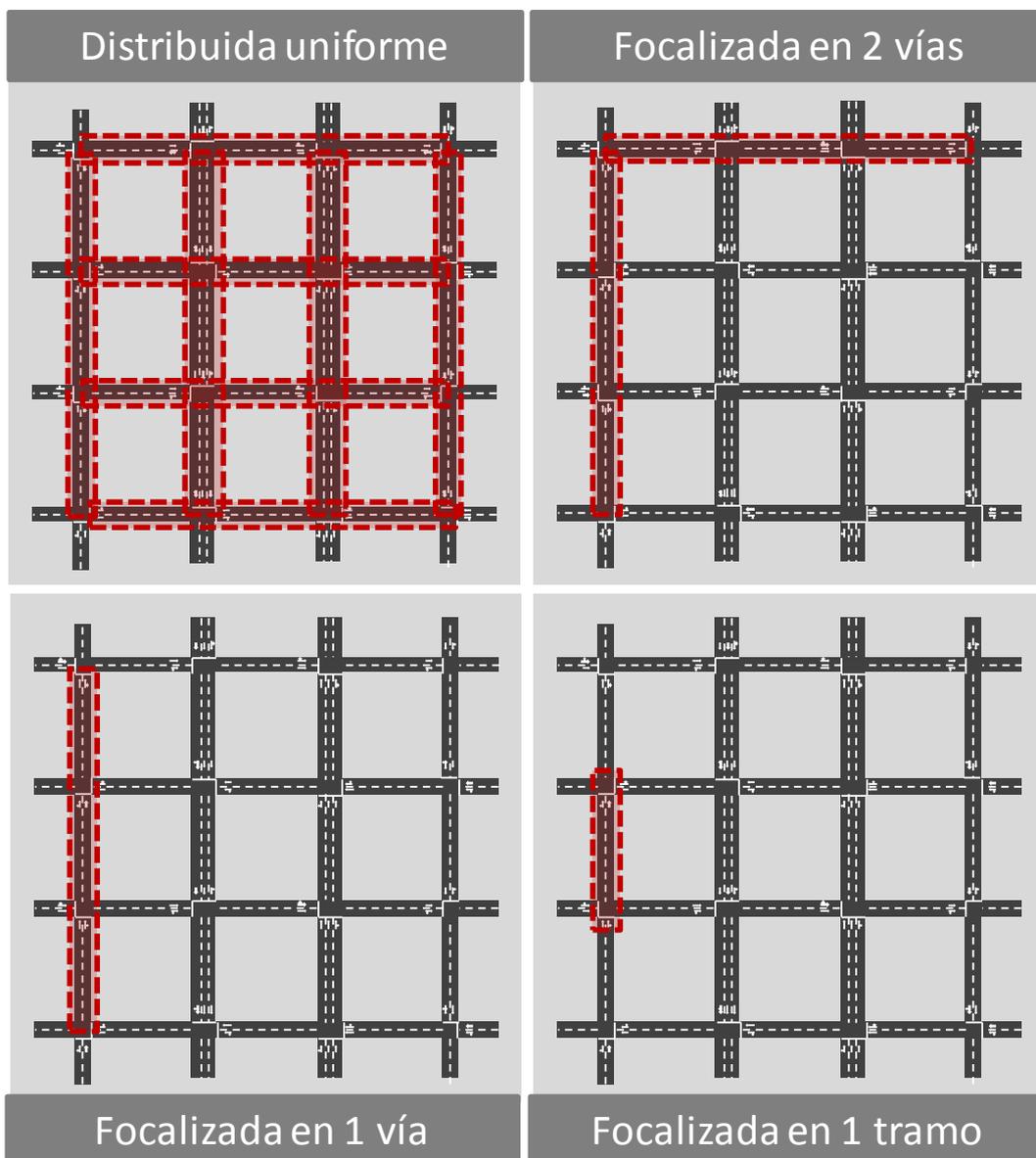
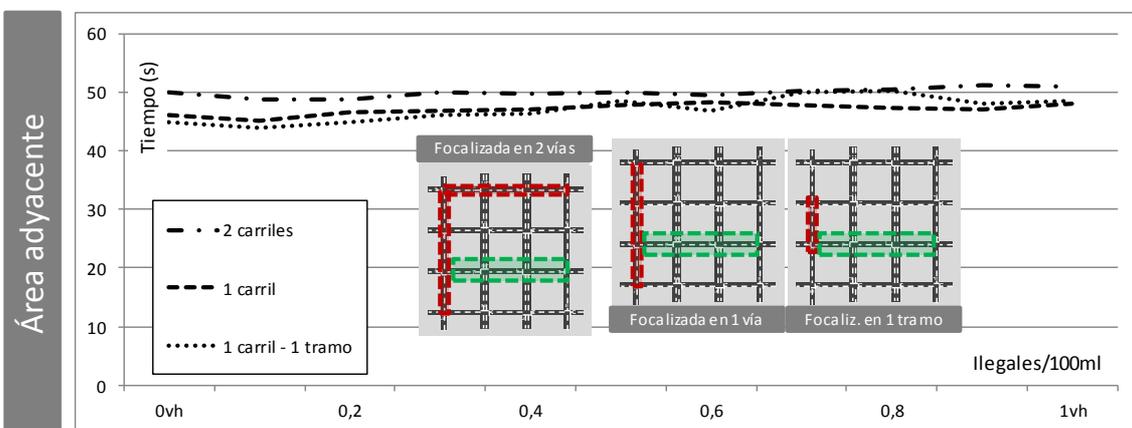
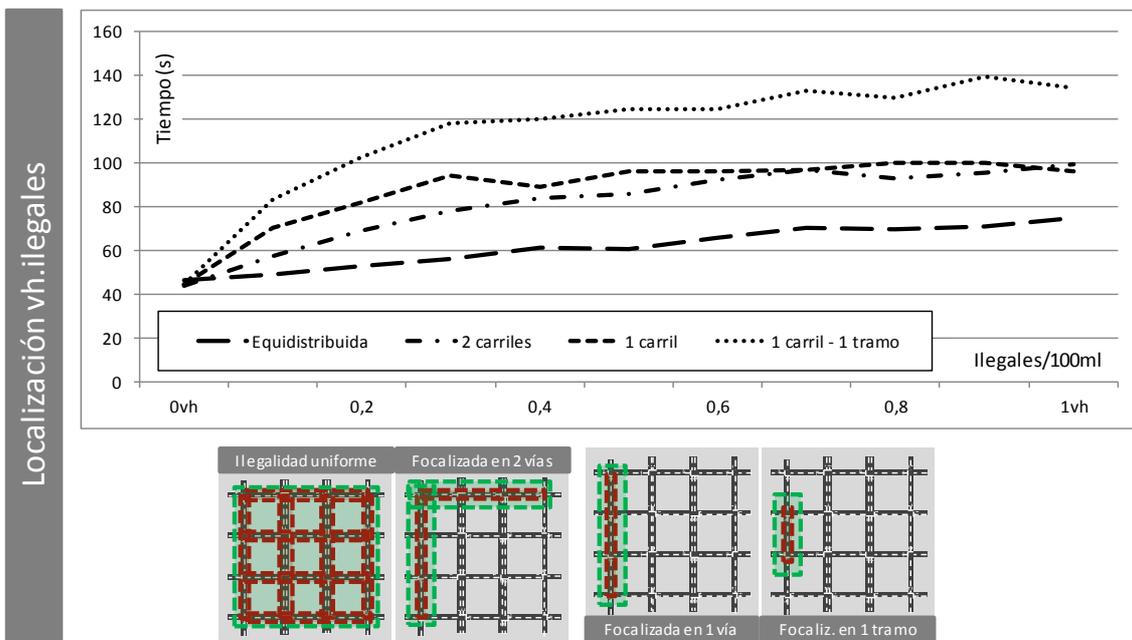
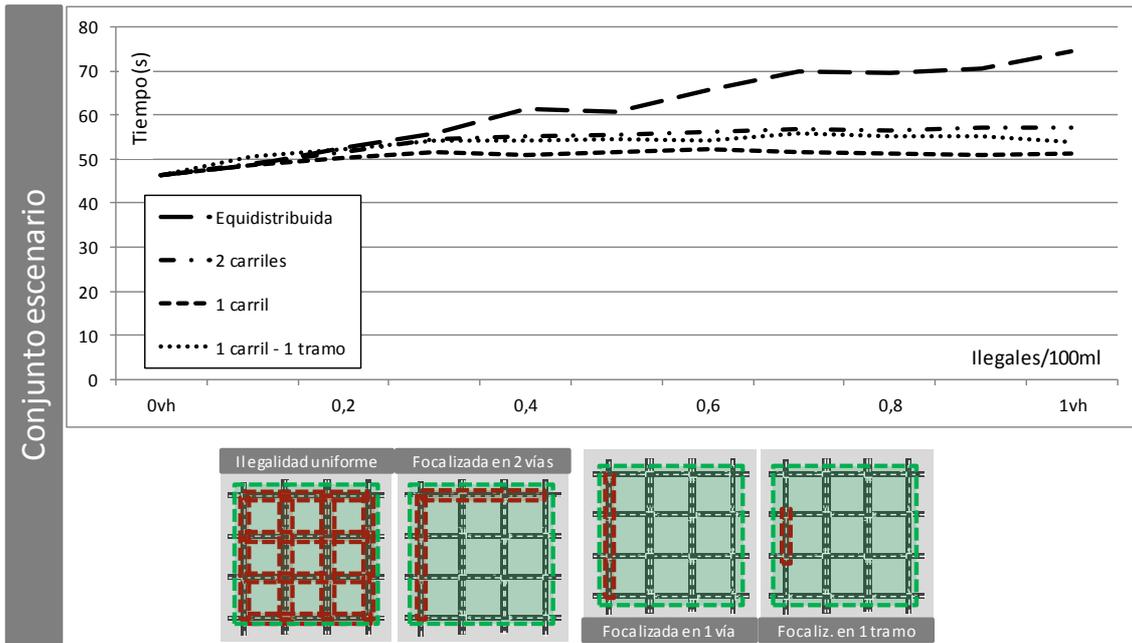
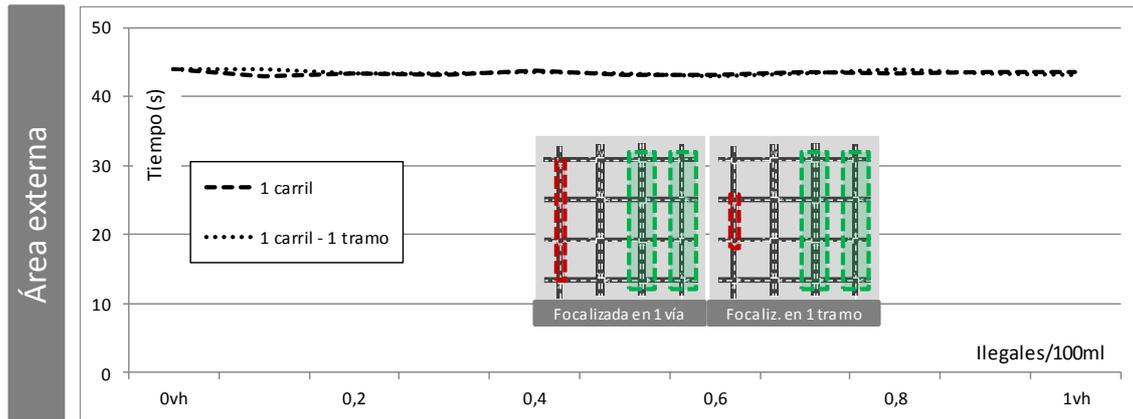


Imagen 16. Localización de los vehículos estacionados ilegalmente para cada caso

Para cada uno de los escenarios de localización considerados, se ha evaluado el efecto de incremento del tiempo de recorrido para cada sección de estudio.

En estos escenarios, las diferentes simulaciones se han realizado con un flujo de circulación fijo – 750 vehículos por carril y hora – fijado por ser un valor ajustado a los requerimientos del caso de estudio.





**Figura 30. Efecto en el tiempo de viaje en los vehículos del entorno en función de la indisciplina de estacionamiento para diferentes tramos**

En el conjunto del escenario, se detecta que a medida que la indisciplina incrementa, el tiempo de viaje aumenta en todos los casos de localización, pero con diferencias en el valor absoluto destacables en función del caso de localización, siendo aquella localización más uniforme la que implica un incremento del tiempo de viaje mayor en el conjunto – incremento del 40% respecto escenario sin indisciplina – y, por el contrario, la localización más concentrada la que tiende a minimizar el tiempo de recorrido global – incremento del 10%.

En el caso de analizar únicamente el tramo donde se localiza la indisciplina, el escenario en el cual se concentra la indisciplina es el que tiene un incremento de viaje superior – incremento del 200% - mientras que allí donde la indisciplina es homogénea, el incremento es más moderado – 40%, acorde con el global del ámbito planteado anteriormente.

Además, es importante destacar que el efecto de la indisciplina en entornos no adyacentes a la misma, es significativamente reducido para todos los casos analizados.

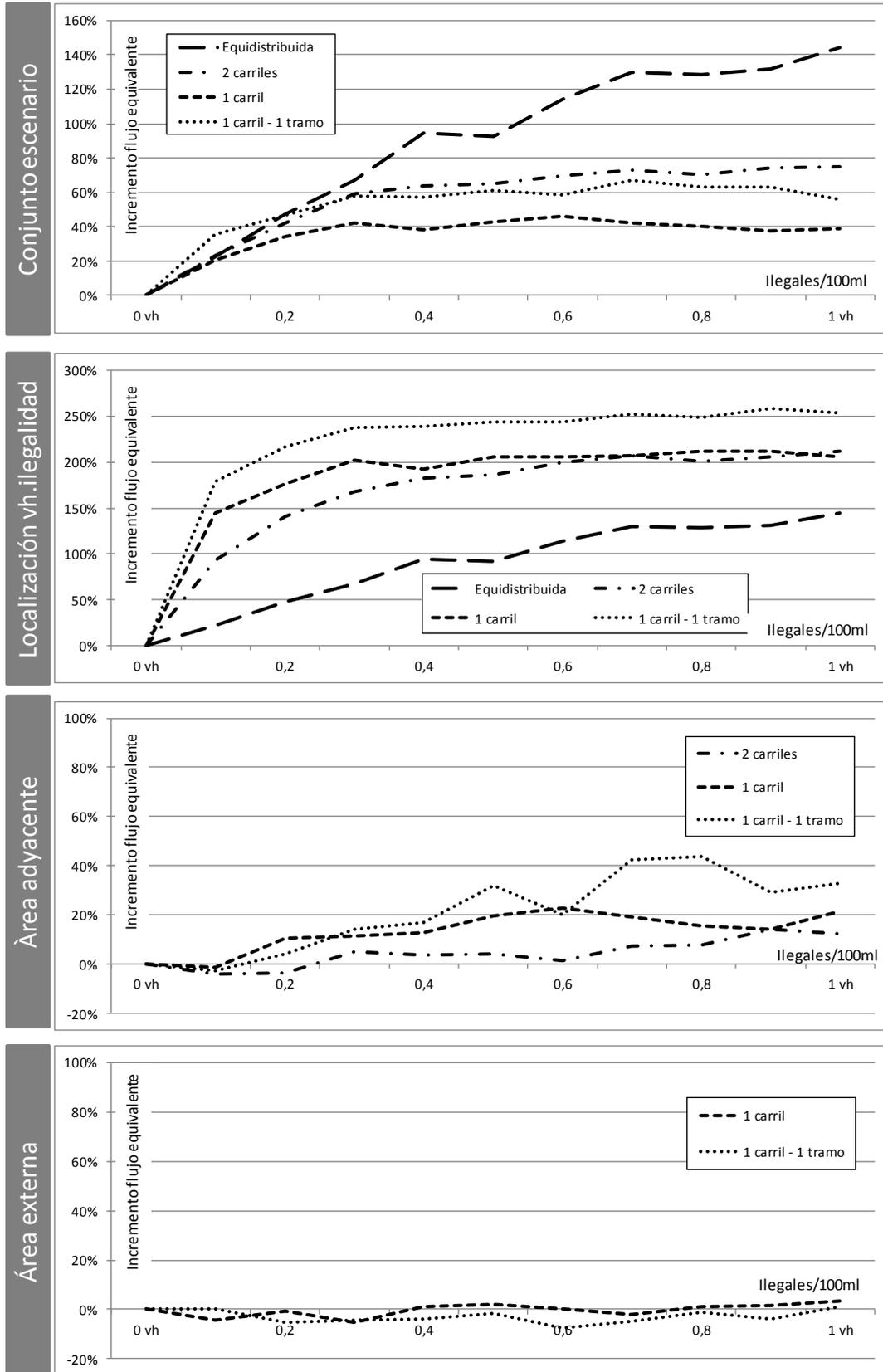


Figura 31. Relación entre nivel de indisciplina e incremento de flujo equivalente en función de la localización de la indisciplina y el ámbito evaluado

Para poder conocer el efecto en tiempo de viaje de la indisciplina comparada con el del flujo de circulación, se ha realizado un ejercicio que permita transformar la indisciplina simulada a flujo equivalente de circulación, es decir, cuantos vehículos se podrían incorporar en una vía para tener un efecto en la circulación igual al producido por la indisciplina. El objetivo de este ejercicio es poder conocer el flujo adicional que la vía podría aceptar, sin modificar el tiempo de viaje en caso que se eliminara la indisciplina.

En este sentido, para el conjunto del escenario, la aparición de indisciplina en estacionamiento implica un incremento de flujo de circulación equivalente entre el 40% - indisciplina concentrada en una vía – y el 140% - indisciplina distribuida de forma homogénea por todo el ámbito – por cada vehículo por 100 metros lineales en función de la localización de la indisciplina<sup>41</sup>.

#### 4.6.6. Resultados principales

Los resultados principales que se obtienen en este apartado se presentan a continuación:

- La distribución de la localización de la indisciplina tiene un peso clave en la afectación de la indisciplina en el tiempo de recorrido de los vehículos. En este sentido, a nivel general, el caso más desfavorable es cuando la localización es homogénea en todo el ámbito mientras que la localización de la indisciplina de forma concentrada en un tramo implica una afectación mayor pero concentrada en una zona concreta sin afectar al entorno
- Se ha podido detectar que el efecto de la indisciplina es completamente local y la aparición de la misma sólo afecta a los vehículos que circulan en el entorno inmediato sin afectar a los vehículos que están en vías no adyacentes
- Los efectos de la indisciplina de estacionamiento pueden llegar a representar hasta un 140% de flujo de circulación adicional respecto al caso sin indisciplina, siendo el caso de distribución homogénea el más desfavorable
- Se ha detectado que el efecto en el tiempo de recorrido es mayor para niveles de indisciplina bajos siendo menor el efecto marginal a medida que aumenta su valor

---

<sup>41</sup> Se debe tener en cuenta que dichos valores se han tomado para un flujo de circulación fijo de 750 vh/carril/hora

## 4.7. Simulación del impacto del estacionamiento ilegal en la circulación de su entorno: impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entramado urbano complejo considerando tráfico de agitación

### 4.7.1. Introducción

El efecto del aparcamiento ilegal en áreas urbanas es un tema que no se ha estudiado de forma extensiva hasta el momento y, consecuentemente, el estado del arte es reducido. Una de las áreas más recurrentes en este punto es como el uso de *Big Data* y *Data Mining* puede ayudar a reducir el estacionamiento ilegal tal y como estudiaron Lee et al. (2014) y Kim et al. (2015).

Sin embargo, sí que se dispone de una amplia literatura referente al ámbito del aparcamiento y los efectos de la falta de disponibilidad.

Uno de los aspectos más importantes relacionados con el aparcamiento es su política de precios y su relación con la congestión. Como indica Glazer (1992), el precio óptimo del aparcamiento es un factor clave para la reducción de la congestión y optimizar el binomio aparcamiento-tráfico. De acuerdo con Chengjuan, Zhu et al. (2014), la política de precios del estacionamiento es incierta, inevitable en entornos urbanos y necesita ser resuelta con información real y fiable.

Otro campo recurrente en la literatura referente al estacionamiento es el relativo al tráfico de agitación y la propuesta de soluciones mediante la disponibilidad de información real en la zona de estudio. Zhang et al. (2013) propone un sistema de información que permita conocer la disponibilidad de plazas basado en una red de sensores sin cables. Otras soluciones de tipo dinámico son las propuestas por Yamashita, Takami (2014) refiriéndose a una comunicación entre vehículos en tiempo real<sup>42</sup>.

Sin embargo, ninguno de los artículos anteriores ha evaluado el efecto del tráfico de agitación en el comportamiento del usuario. Es en este punto donde este capítulo pretende agregar un valor adicional al presentado hasta el momento analizando los resultados del efecto del estacionamiento ilegal en la congestión considerando la aparición del tráfico de agitación y, de esta forma, complementar y finalizar el análisis teórico del impacto de la indisciplina en el tiempo de viaje en entornos urbanos.

---

<sup>42</sup> Es interesante remarcar que algunos sistemas de información se han implementado basados tanto en el uso de hardware – sensores de estacionamiento – como software – sistemas de predicción de la ocupación basadas en datos masivos

#### 4.7.2. Objetivo

El objetivo del presente apartado es analizar el efecto en los vehículos que circulan por un entorno definido de la no disponibilidad de oferta de estacionamiento de forma combinada con la aparición de tráfico de agitación en un ámbito urbano.

Para poder calcular el efecto del tiempo de viaje, los parámetros evaluados han sido el volumen de estacionamiento ilegal, la localización de la misma, así como la mencionada aparición de tráfico de agitación asociada a la falta de oferta.

#### 4.7.3. Definición del modelo

Para conseguir el objetivo de este capítulo, se han realizado un conjunto de simulaciones asociadas a un caso concreto de tipo urbano donde se han considerado diferentes escenarios con indisciplina (teniendo en cuenta su volumen, su localización y el flujo de circulación asociado) teniendo en cuenta la aparición o no de tráfico de agitación.

Se ha utilizado, como en los casos planteados anteriormente, una herramienta de microsimulación con el objetivo de evaluar los diferentes escenarios, así como sus condiciones asociadas.

Como en casos anteriores, se ha escogido una malla ortogonal, a razón y semejanza de la estructura del Eixample de la ciudad de Barcelona, con el objetivo de adaptar el caso a un modelo continuo real. La figura adjunta muestra el caso elaborado.

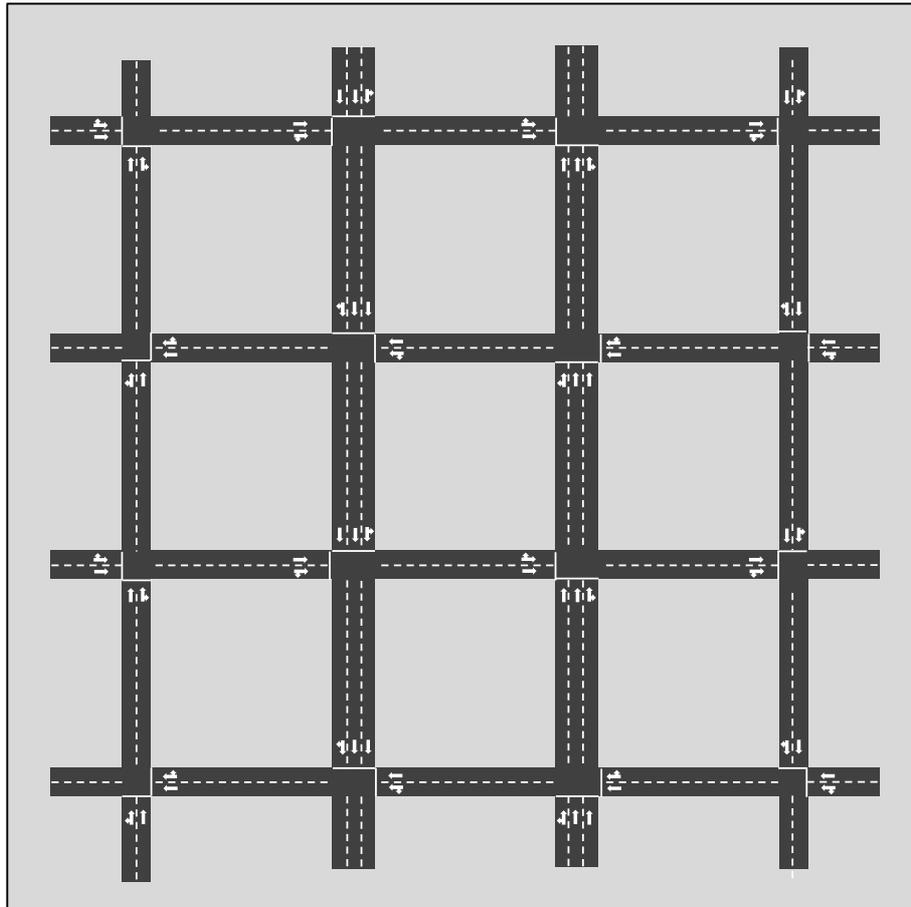


Imagen 17. Representación gráfica del caso de estudio

Una vez el escenario se ha definido, las condiciones de contorno se han ajustado. Estas condiciones son las referentes a flujo de circulación, así como el origen y el destino de cada uno de esos vehículos.

A continuación, se han fijado las condiciones específicas de escenario tales como el nivel de indisciplina, así como la localización de la misma en el entorno. En estos entornos, se ha definido, de forma adicional, la existencia de tráfico de agitación en el entorno.

#### a. Definición del caso

Para todos los escenarios escogidos, el modelo considerado es un conjunto de vías de sentido único ortogonalmente distribuidas con un total de 4 para cada dirección – 2 por sentido – conformando un total de 9 manzanas. Se considera un total de 4 vías principales localizadas en el centro del esquema y el resto de tipo secundario.

Todas las intersecciones están controladas por semáforos y las carreteras principales tienen prioridad de paso.

### *b. Definición de las condiciones de contorno*

Con el objetivo de poder analizar los efectos de la indisciplina en estacionamiento, se ha simulado en el modelo un conjunto de escenarios con flujo de circulación fijado.

En este sentido se ha determinado un flujo de circulación de 750 vehículos por carril y hora. Estos valores se han definido para poder analizar niveles reales de flujos en entornos urbanos.

De forma adicional, un punto importante a considerar es que, para cada intersección, independientemente de la misma, un 80% de los vehículos siguen recto mientras que el otro 20% giran hacia el lado que la intersección lo permita. Además, se debe destacar que el modelo siempre se ha considerado con flujo de circulación dinámico y, por tanto, la distribución del mismo es completamente aleatoria.

### *c. Definición de las condiciones internas*

Una vez el flujo de circulación de los vehículos así como las rutas asociadas se han fijado, el siguiente paso ha sido definir el nivel de indisciplina existente en el entorno, así como su localización en el mismo.

Primero, referente al nivel de indisciplina existente, el modelo se ha ejecutado con diferentes valores de acuerdo a niveles de indisciplina reales<sup>43</sup> situados entre 0 y 1 vehículo cada 100 metros lineales de vía. Para el caso de existencia de indisciplina, destacar que el modelo se ha realizado para que la localización de la misma sea dinámica durante la simulación en cada escenario y poder ajustarse a la realidad de los entornos urbanos actuales.

Como ha ocurrido con el flujo de circulación, la ilegalidad en el estacionamiento es también completamente distribuida de forma aleatoria.

Referente a la localización de la ilegalidad, ésta se ha ubicado en diferentes puntos del modelo evaluado:

- a) Concentrada en una única vía
- b) Concentrada en un único tramo de una única vía
- c) Concentrada en la zona central del modelo de simulación

Es importante remarcar que independientemente de la localización de la indisciplina, el nivel de ilegalidad, en todos los casos, se ha definido como el nivel

---

<sup>43</sup> De acuerdo con Suriñach et al. (2015) y Mesa Movilidad Madrid (2007)

relativo al conjunto del ámbito y no al relativo al sector donde se concentra la indisciplina.

Finalmente, referente al tráfico de agitación, el punto principal de este capítulo, se ha considerado que cada vehículo que estaciona en indisciplina, antes de hacerlo recorre un total de 4 tramos adicionales en búsqueda de aparcamiento disponible.

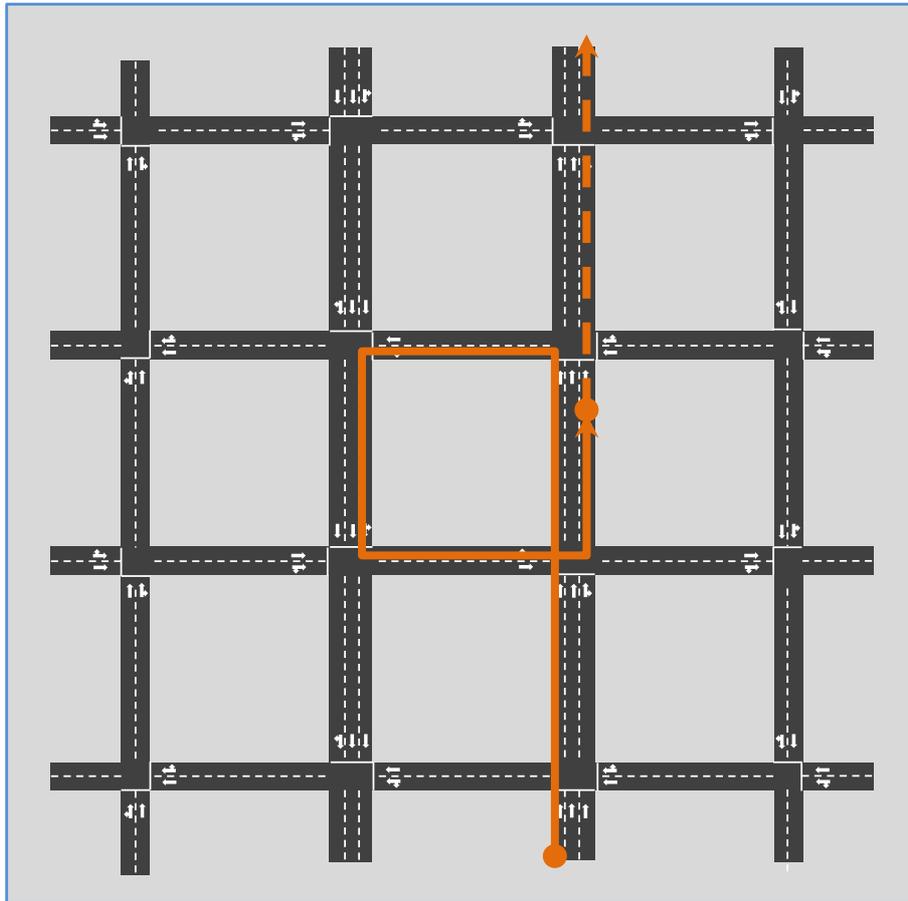


Imagen 18. Ejemplo de un itinerario simulado de tráfico de agitación

#### *d. Ejecución del modelo y simulación*

Una vez se ha definido y modelado el caso, se han ejecutado los diferentes escenarios considerados. Para cada uno de ellos, se ha realizado diferentes simulaciones – cada una de ellas con una distribución de vehículos de entrada y una distribución de la localización y duración de la indisciplina totalmente aleatoria.

Los escenarios simulados han sido los que se muestran en la figura adjunta.

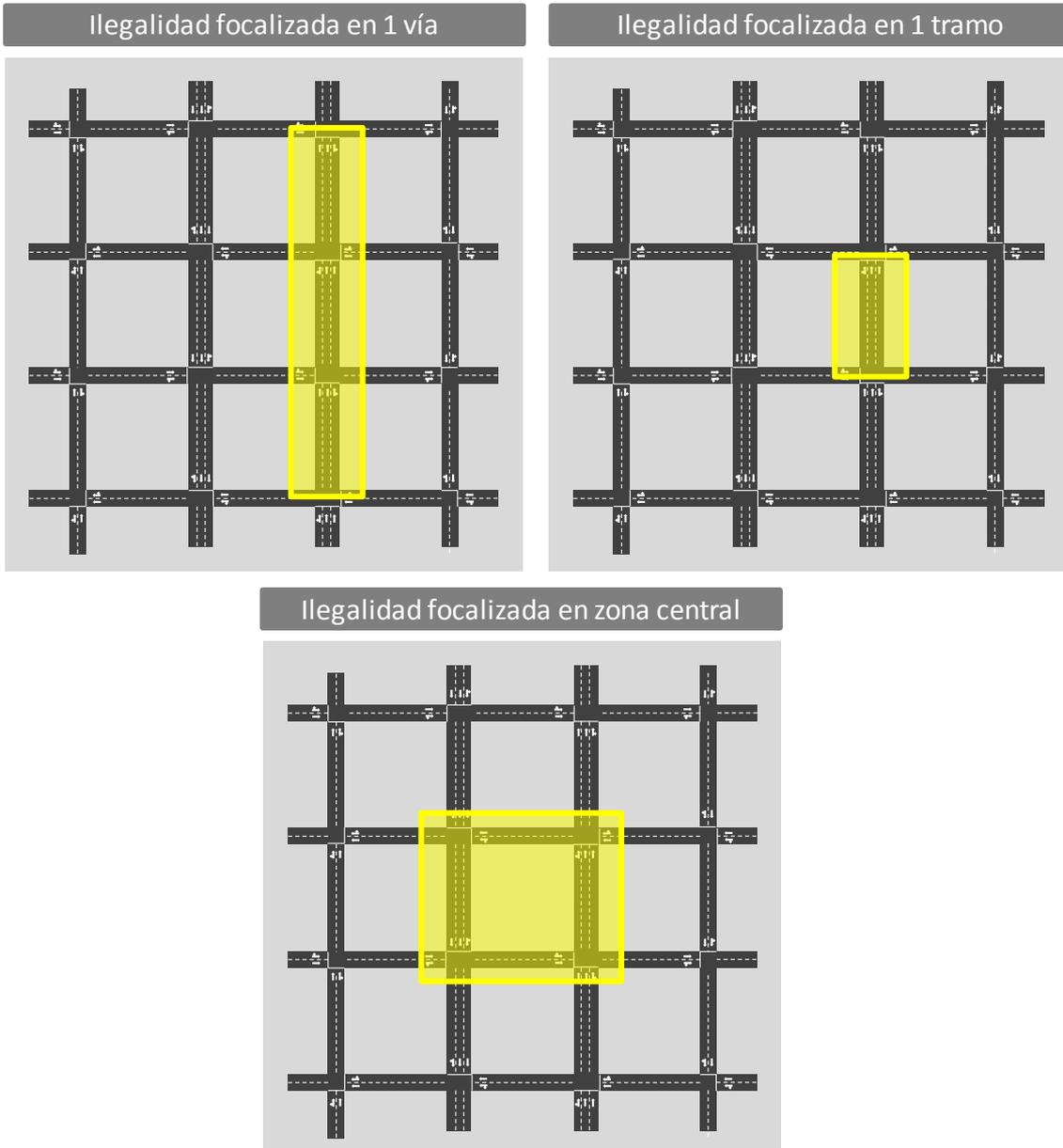


Imagen 19. Localización de la indisciplina en los diferentes escenarios simulados

Durante la simulación del escenario se ha recogido la información de tiempo de recorrido de un total de 12 tramos. Dicha información es la que se ha usado para evaluar la afectación del estacionamiento ilegal (y, cuando se haya considerado, el tráfico de agitación) a diferentes niveles geográficos.

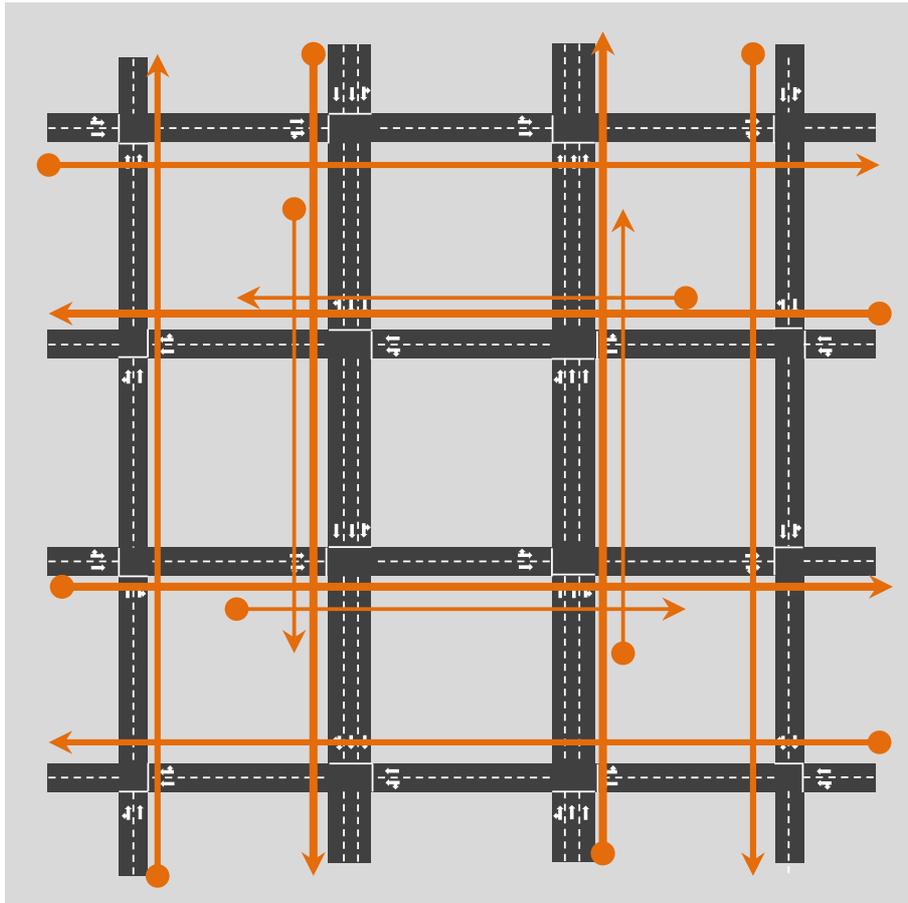


Imagen 20. Tramos seleccionados para analizar el comportamiento de los vehículos en el entorno urbano

Destacar que el tiempo de viaje se ha calculado únicamente para aquellos vehículos que circulaban por el tramo, pero no estacionaban en el mismo, con el objetivo de obtener el valor del tiempo de viaje de aquellos vehículos que no cometen ninguna infracción en ese tramo.

#### 4.7.4. Parámetros de cálculo

Con el objetivo de poder dar respuesta a los aspectos no considerados en anteriores capítulos, era necesario considerar el efecto, en las condiciones de conducción, del tráfico de agitación que aparece cuando los vehículos deben aparcar en un ámbito concreto.

En este sentido, el objetivo es evaluar el efecto que tiene el tráfico de agitación previo al estacionamiento en el entorno urbano en el tiempo de recorrido de los vehículos que circulan en el entorno.

Para poder alcanzar esto, las variables que se han considerado – de acuerdo a lo obtenido en capítulos previos – son las siguientes:

- Nivel de indisciplina en calzada

- Localización de la indisciplina
- Existencia de tráfico de agitación en el entorno

#### 4.7.5. Resultados y discusión

##### *a. Comparación de la afectación de la indisciplina de estacionamiento en función de la existencia de tráfico de agitación*

Para cada escenario considerado, se ha evaluado el efecto de la indisciplina en estacionamiento en función de la localización de la misma y la existencia de tráfico de agitación.

Es importante resaltar que la ratio de indisciplina de estacionamiento por unidad de longitud, se refiere al conjunto del ámbito independientemente de donde se localice dicha indisciplina.

Para cada una de las diferentes localizaciones de la indisciplina, se ha evaluado el incremento de tiempo de recorrido.

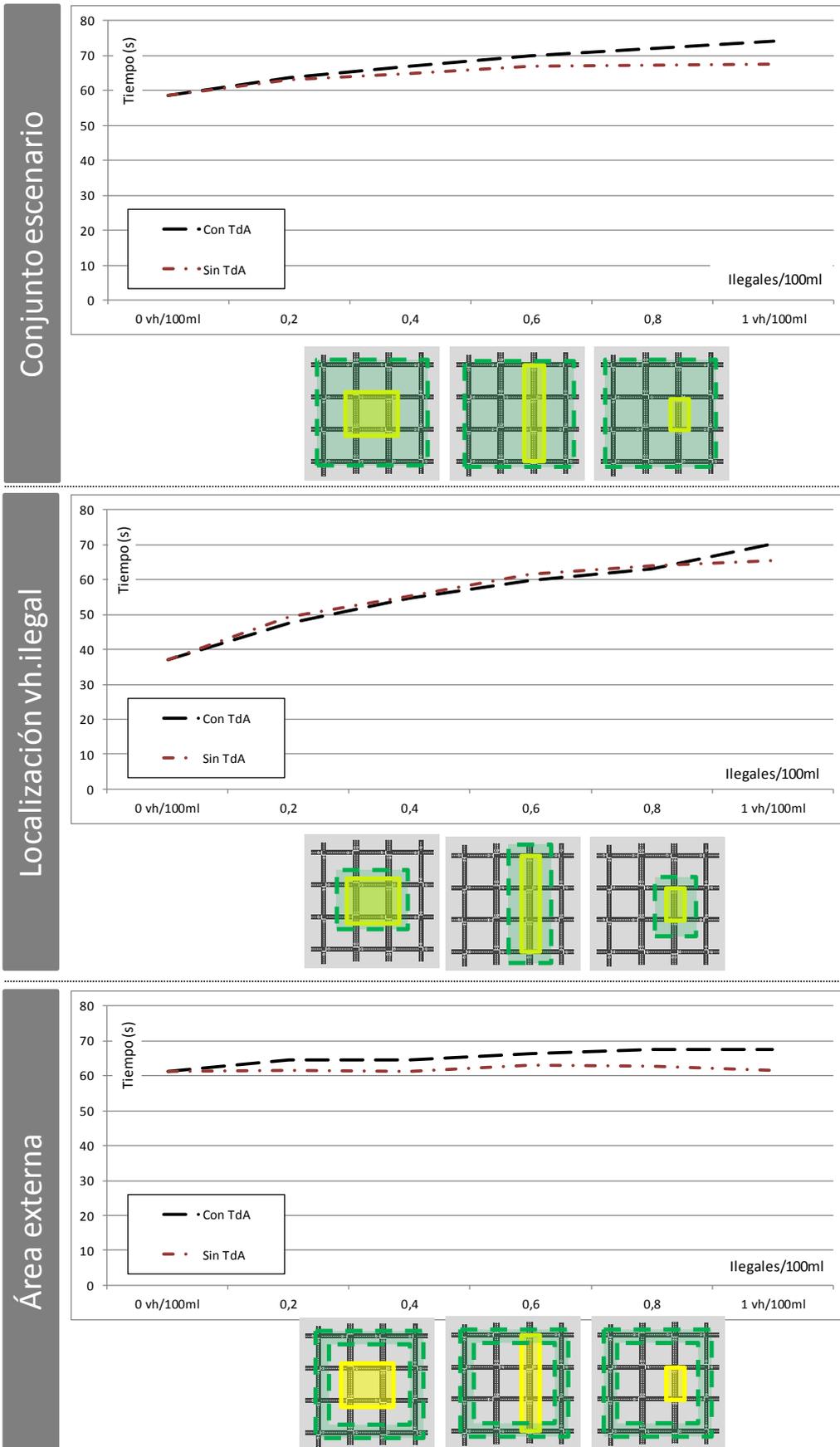


Figura 32. Comparación del tiempo de viaje en función de la existencia de tráfico de agitación para diferentes localizaciones de indisciplina y el ámbito evaluado

El hecho de considerar el tráfico de agitación en la simulación, implica un incremento en el tiempo de recorrido que significa un aumento, en términos del conjunto del ámbito analizado, de hasta un 10% en el tiempo de viaje medio.

Sin embargo, el efecto del tráfico de agitación afecta de forma superior en aquellas zonas anexas al lugar donde se comente la ilegalidad debido a que es allí donde se produce la circulación adicional con valores próximos hasta al 12% del tiempo medio de viaje.

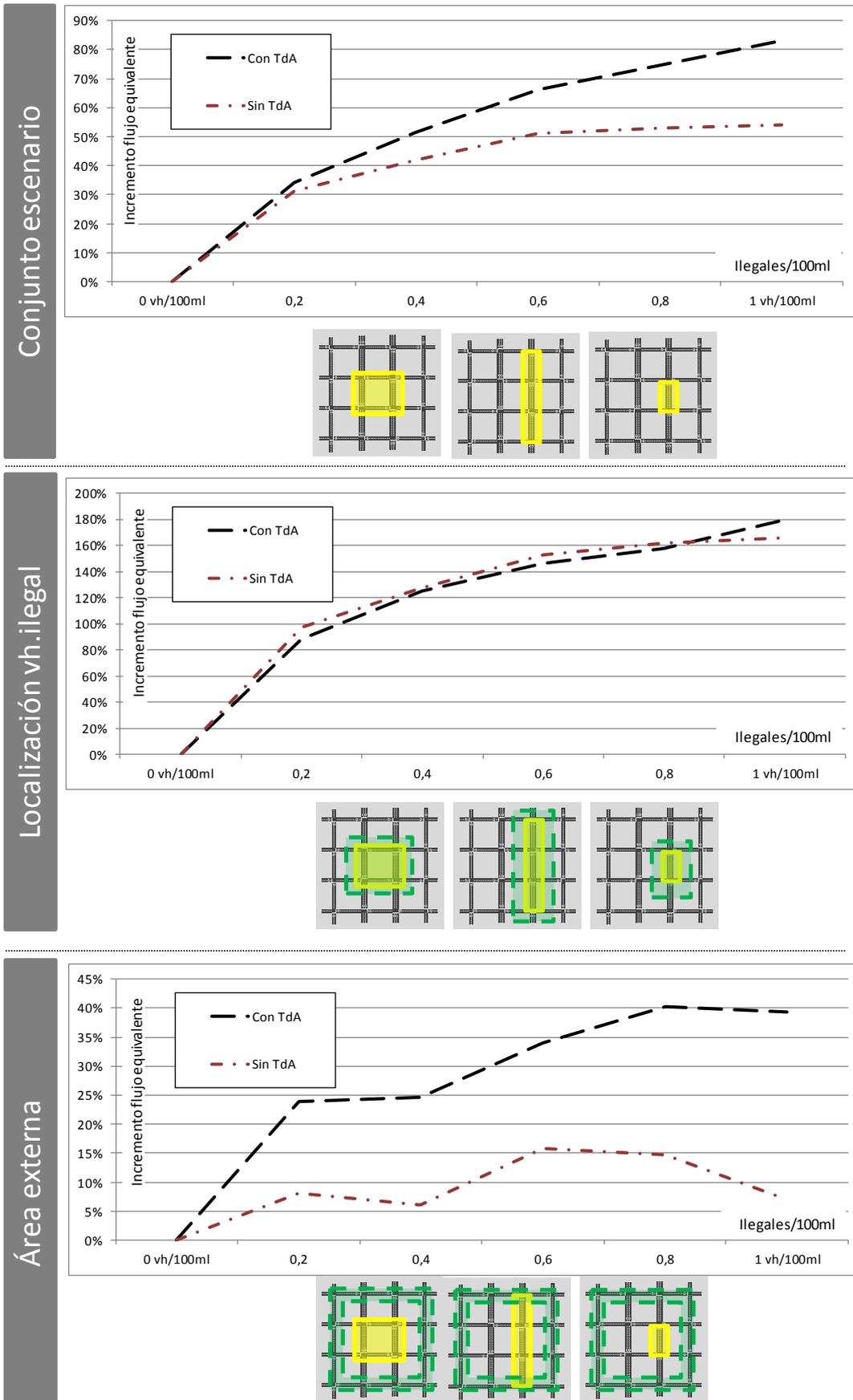


Figura 33. Relación entre nivel de indisciplina e incremento de flujo equivalente en función de la localización de la indisciplina y el ámbito evaluado

En el caso de valorar el efecto en vehículos adicionales que circularían por el entramado, se puede ver que la consideración de tráfico de agitación implica un incremento destacable del flujo de circulación equivalente, especialmente en las zonas externas. De hecho, en dichas zonas la variación puede ser hasta un 30% superior.

En el conjunto del ámbito de estudio, dicho valor se sitúa alrededor del 20% del flujo.

#### 4.7.6. Resultados principales

Los resultados más destacados obtenidos considerando el tráfico de agitación se presentan a continuación:

- El efecto del tráfico de agitación representa un incremento medio adicional del 10% al tiempo de recorrido de los vehículos que circulan por el entorno
- El efecto del tráfico de agitación, al contrario que el nivel de indisciplina, tiene un efecto mayor en el entorno no inmediato de donde se produce la indisciplina de estacionamiento
- El tráfico de agitación puede representar un incremento equivalente de flujo de circulación de hasta un 30% respecto al flujo sin tráfico de agitación con un impacto variable en función del nivel de indisciplina existente

#### 4.8. Principales conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones obtenidas en el presente capítulo, haciendo especial énfasis en los valores resultantes de los diferentes casos de simulación realizados:

- **Afectación de la indisciplina al tiempo de recorrido**
  - El impacto de la indisciplina debe ser considerado como un efecto importante en el tráfico debido a que éste puede llegar a representar un incremento del tiempo de viaje del 2% por cada 0,1 vh/100 m ilegalmente estacionados lo que significa en torno a un 14% de incremento de flujo de circulación equivalente por cada 0,1vh/100m
  - El impacto marginal de la indisciplina no es constante para todos los tramos de la misma, siendo para los valores más bajos donde se concentra el mayor impacto. Es decir, para los primeros vehículos que estacionan ilegalmente

- **Factores con impacto en el efecto de la indisciplina en el tiempo de recorrido**
  - A nivel genérico, los factores que tienen un impacto más destacable en el tiempo de recorrido respecto el efecto de la indisciplina son los referentes al volumen de indisciplina, el flujo de circulación en el entorno donde se produce la indisciplina y el número de carriles de la vía, además del tráfico de agitación, así como la localización dentro del ámbito de estudio de la indisciplina. Por el contrario, la velocidad máxima permitida de circulación y el carril de estacionamiento de la indisciplina tienen un impacto significativamente reducido
  - En el caso del flujo de circulación, éste influye de forma importante en el impacto de la indisciplina. Para valores de flujo extremos (tanto flujo libre como, especialmente, congestión), el impacto de la indisciplina es bajo mientras que para valores de flujo moderados tiene un mayor impacto (valores entre 500 y 1.000 vh/carril/hora)
  - Referente a la localización de la indisciplina en el ámbito de estudio, dicha localización tiene un impacto extremo en el incremento de tiempo de viaje asociado a la indisciplina. De hecho, se ha comprobado que la indisciplina tiene un impacto acotado a su entorno más directo. La aparición de indisciplina en una zona específica del ámbito de estudio no implica afectación al resto del ámbito mientras que una indisciplina de menor alcance, pero homogénea geográficamente tiene como consecuencia un aumento generalizado del tiempo de viaje
  - Referente al tráfico de agitación, el impacto del mismo tiene unas características diametralmente opuestas al punto anterior ya que, si bien no implica un impacto elevado – hasta el 10% de tiempo adicional – al tiempo de viaje en el ámbito, el impacto se localiza de forma generalizada en el conjunto del lugar y no específicamente allí donde se genera la indisciplina de estacionamiento
  
- **Regulación óptima de intersecciones viarias**
  - Es importante la tipología de regulación en las intersecciones ya que, en función tanto del flujo como la indisciplina existente, la solución óptima puede variar

- Si bien el parámetro clave en este caso para discernir la regulación es el flujo de circulación, se detecta que, para escenarios con una ilegalidad elevada, la regulación semafórica requiere un menor flujo de vehículos para ser la solución óptima que en condiciones sin indisciplina
  
- **Mitigación del efecto de la indisciplina en entornos urbanos**
  - Concentrar la indisciplina en una zona específica del ámbito implica que, si bien en esa zona la dificultad de circulación será mayor, a nivel global de ciudad, la afectación se verá claramente reducida, aunque cabe remarcar que, para niveles de indisciplina bajos, es difícil poder reorientar a los vehículos en infracción hacia una zona concreta
  - Realizar actuaciones para reducir el tráfico de agitación tiene un importante impacto en el tiempo de viaje, debido a que el efecto de dicha práctica afecta al conjunto del ámbito de circulación y no únicamente al entorno específico donde se concentra la indisciplina



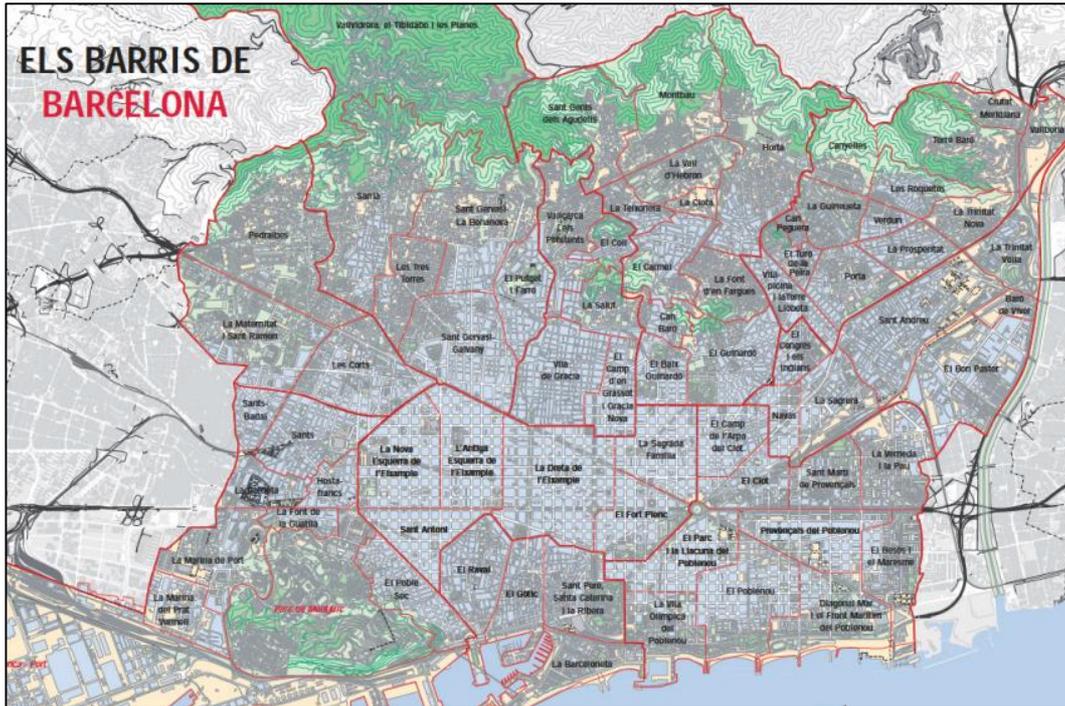


Imagen 22. Definición de los barrios de la ciudad de Barcelona

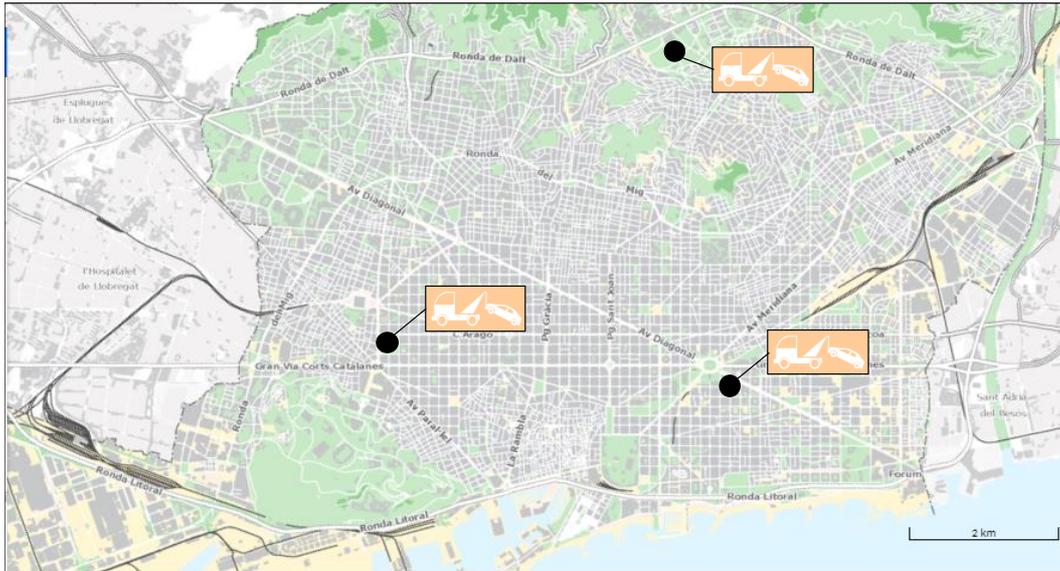
## 5.1. Servicio de retirada de vehículos mediante servicio de grúa municipal

### 5.1.1. Introducción

El servicio de retirada de vehículos mediante la grúa municipal se inició, en la ciudad de Barcelona, en el año 1985 gestionado desde su inicio por la empresa pública B:SM<sup>44</sup>, propiedad del Ayuntamiento.

El servicio se gestiona de forma integral para toda la ciudad, aunque se divide en tres ámbitos geográficos diferenciados, asociado cada uno de ellos a uno de los tres depósitos de grúas repartidos por la ciudad.

<sup>44</sup> En 1985, la empresa que gestionaba el servicio era SMASSA (Societat Municipal d'Aparcaments i Serveis, S.A.) que se convirtió en la actual B:SM (Barcelona de Serveis Municipals) en 2002 cuando incorporó en su cartera de gestión diferentes servicios de ocio tales como el Zoológico, el Tibidabo o el complejo Olímpico conocido como *Anella Olímpica*



**Imagen 23. Localización de los depósitos de grúas de la ciudad**

### 5.1.2. Objetivo

El objetivo del presente apartado es analizar el efecto en la variación de la indisciplina en función del número de servicios realizados por parte de la grúa para diferentes casos de análisis:

- Analizar el impacto a largo plazo del servicio de retirada de vehículos en un ámbito de consolidación del servicio de retirada de vehículos
- Analizar el impacto del servicio en un entorno específico asociado a una variación significativa del número de actuaciones del servicio grúa
- Analizar el efecto del servicio grúa en función de las características morfológicas de las diferentes zonas de una ciudad

### 5.1.3. Metodología

La metodología utilizada, de forma genérica para cada uno de los casos analizados mencionados en el punto anterior, con el objetivo de analizar el efecto del servicio de retirada de vehículos mediante servicio grúa municipal, se describe a continuación:

- a) Definir el nivel de indisciplina histórico en la ciudad de Barcelona por distrito
  - a. Este punto se ha obtenido en base a un informe que se elabora desde 1997 y que recoge los datos de nivel de indisciplina en la ciudad de Barcelona
  - b. El informe indica para los diferentes distritos de la ciudad cual es el nivel de indisciplina con un indicador que cuantifica el

número de vehículos incorrectamente estacionados por cada 100 metros lineales de vial (#vh/100ml)

- b) Analizar cuáles son los casos que se pueden ajustar y están afectados de forma menor por otros factores
- c) Analizar la afectación del servicio grúa en la variación del estacionamiento incorrecto en calzada en base a las ratios de indisciplina históricas

#### 5.1.4. Datos utilizados

Los datos utilizados para realizar el presente capítulo se presentan a continuación de forma descriptiva:

- a) Informe “*Evolución de la indisciplina de aparcamiento en Barcelona*” elaborado por la Universidad de Barcelona desde 1997 para el Ayuntamiento de Barcelona y que tiene como objetivo conocer el nivel de indisciplina de estacionamiento en la ciudad de Barcelona.
  - a. Este informe se ha realizado de forma ininterrumpida desde 1997 hasta la actualidad, primero de forma bimestral (hasta 2011) y desde entonces de forma cuatrimestral<sup>45</sup>
  - b) Evolución del número de servicios realizados con éxito por el servicio de grúas de la ciudad de Barcelona detallando éstos por ubicación geográfica (tanto a nivel de los 10 distritos de la ciudad como de sus 73 barrios<sup>46</sup>)
  - c) Características morfológicas de los diferentes barrios de la ciudad de Barcelona<sup>47</sup>

#### 5.1.5. Caso de análisis – Impacto a largo plazo del servicio

El servicio de retirada de vehículos mal estacionados mediante grúa municipal se ha justificado siempre por parte de las administraciones por el hecho que dicho servicio permite reducir el nivel de indisciplina de estacionamiento facilitando la circulación y reduciendo la congestión.

El objetivo que se persigue con este caso de análisis es conocer el impacto a largo plazo del servicio de retirada de vehículos en un ámbito – la ciudad de

---

<sup>45</sup> Este cambio metodológico ha implicado que en algunos casos la comparación de la serie histórica no sea posible debido a las diferencias metodológicas asociadas

<sup>46</sup> De acuerdo a la distribución territorial que realiza el Ayuntamiento de Barcelona de la ciudad

<sup>47</sup> De acuerdo con los datos más actualizados disponibles que dispone el Ayuntamiento en su página web

Barcelona – donde el servicio está fuertemente consolidado, debido a que lleva en funcionamiento desde el año 1985<sup>48</sup>.

#### *a. Pasos previos*

Para poder llevar a cabo el presente caso de estudio, se han aplicado los pasos previos que se detallan a continuación:

1. Selección del ámbito temporal en el cual se puede trabajar el caso de acuerdo con la disponibilidad de datos existente
  - a. Se requiere los datos de indisciplina agregados a nivel distrito – Disponibilidad en el período 1997-2017
  - b. Se requiere los datos de número de servicios finalizados de grúa municipal – Disponibilidad en el período 2005-2017
    - i. Selección del período comprendido entre 2005 y 2017*
2. Selección de los ámbitos en los cuales se puede realizar la comparativa sin que exista una afectación de otras medidas disuasorias de alto impacto – en este caso, la regulación del servicio de estacionamiento regulado
  - a. Los únicos distritos completamente regulados desde 2005 y que no han sufrido ninguna ampliación han sido Ciutat Vella y Eixample
  - b. El único distrito no regulado y que, por tanto, no ha sufrido modificación alguna desde 2005 hasta 2017 ha sido Nou Barris
    - i. Los distritos analizados han sido Ciutat Vella, Eixample y Nou Barris*
3. Una vez realizadas, las tareas previas, se realiza el análisis y presentación de los resultados

#### *b. Análisis resultados*

A continuación, se presenta, para los distritos planteados en el punto anterior, el impacto a largo plazo del servicio de retirada de vehículos estacionados de forma incorrecta.

---

<sup>48</sup> En ningún caso se pretende en este ejercicio discutir la validez del servicio como herramienta de disuasión o reducción de la indisciplina de forma general sinó analizar la afectación del servicio únicamente en ámbitos con un servicio ya consolidado

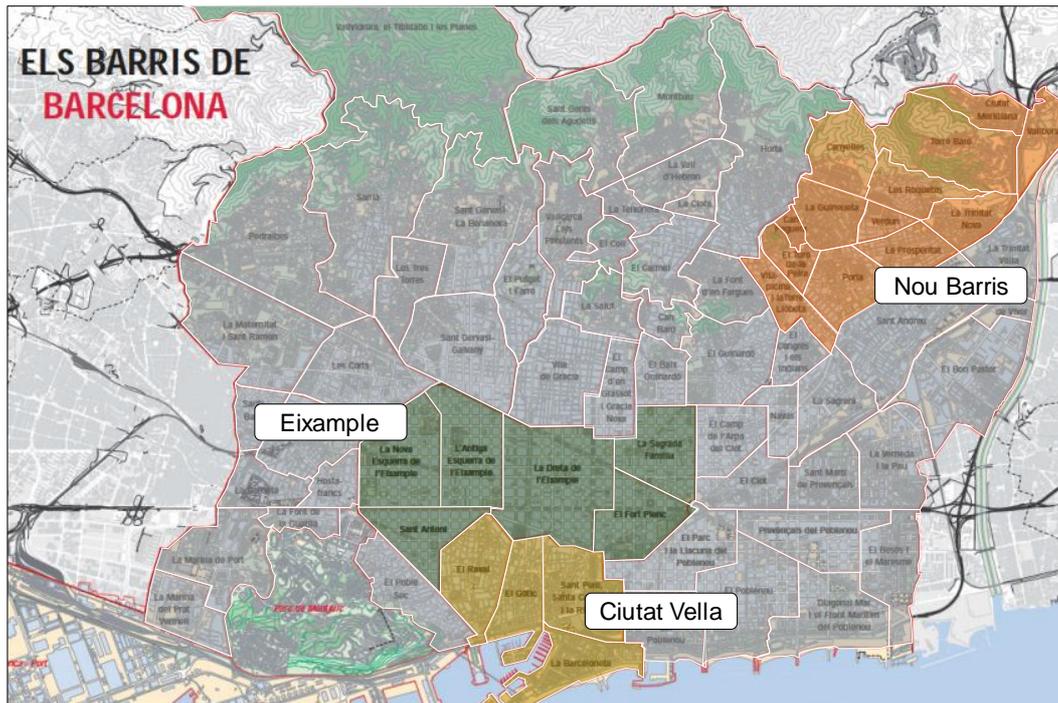


Imagen 24. Distritos analizados en el presente punto

Remarcar que, en este caso, el punto inicial del análisis ya se considera un escenario en el cual el servicio de grúas está completamente implementado en la ciudad y, en ningún caso se analiza el efecto de introducir un servicio de grúa en ella.

### Conjunto Barcelona

En el conjunto de Barcelona, se presenta a nivel informativo y únicamente con el objetivo de disponer la información, la evolución tanto del nivel de indisciplina de estacionamiento como el número de servicios realizados por la grúa durante el período de estudio, que comprende entre 2005 y 2017.

Referente al nivel de indisciplina, se puede detectar que esta se ha reducido de forma considerable durante los últimos años hasta alcanzar una estabilidad alrededor de los 0,5vh/100 ml.

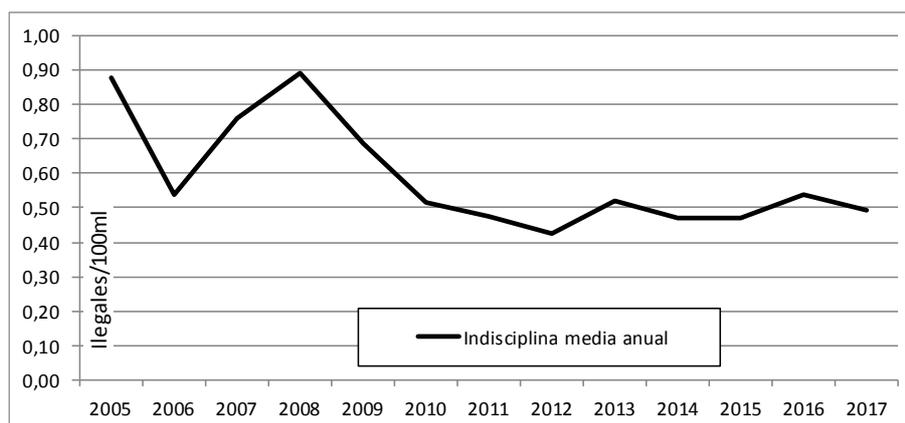


Figura 34. Nivel de indisciplina media anual en el conjunto de la ciudad de Barcelona

Referente a los servicios hechos por la grúa, éstos se han reducido de forma destacable en el período 2005-2017 con una reducción próxima al 25%

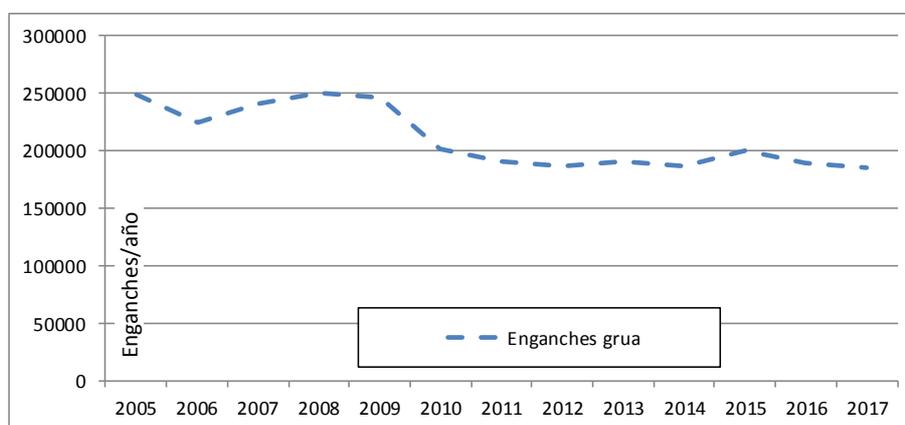


Figura 35. Número de enganches realizados por el servicio grúa anuales entre 2005 y 2017

### Ciutat Vella

En el caso del distrito de Ciutat Vella, se puede observar que desde el año 2005, cuando se implementó la regulación del servicio integral en el distrito, hasta el año 2017, el número de enganches de vehículos del servicio grúa ha tenido una tendencia de ligera reducción – acorde con el conjunto de la ciudad – si bien la indisciplina ha ido oscilando de forma variable a lo largo del período.

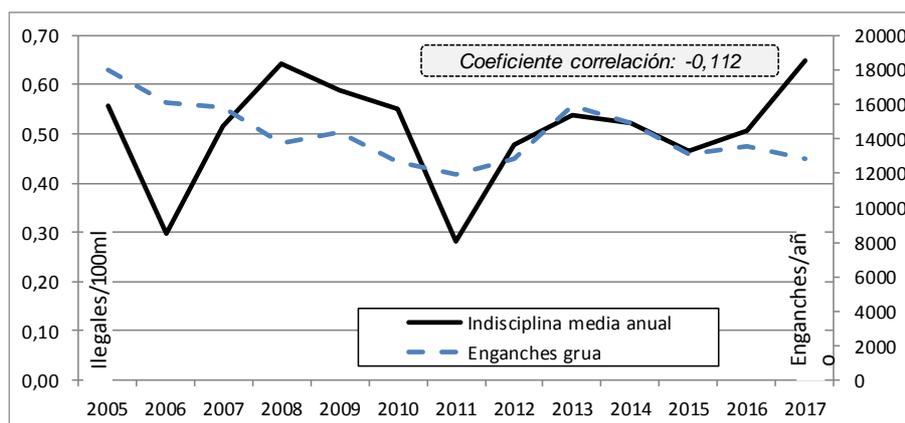


Figura 36. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Ciutat Vella

En este orden, no se detecta una correlación entre el número de enganches y el nivel de indisciplina<sup>49</sup>.

### Eixample

El caso del distrito del Eixample tiene un comportamiento análogo al previamente comentado con una ligera reducción del número de servicios de la grúa realizados con éxito y una oscilación indeterminada del nivel de indisciplina.

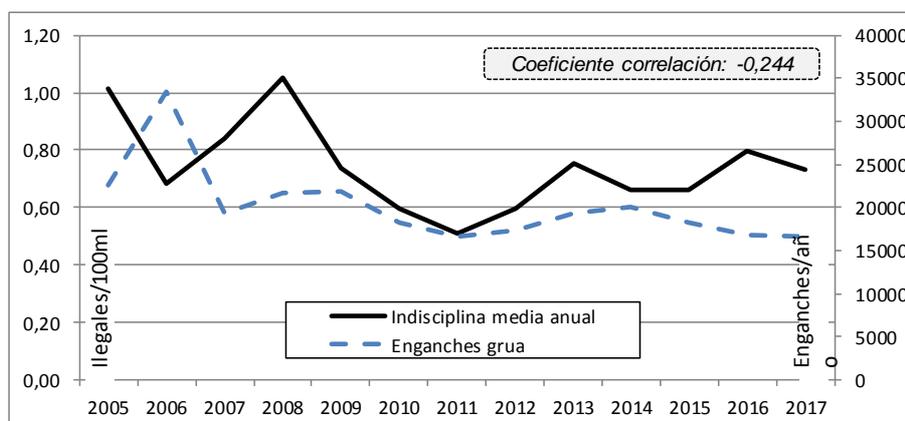


Figura 37. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Eixample

Al igual que en el caso anterior, se puede validar que no hay correlación entre ambas variables.

### Nou Barris

Para el caso del distrito de Nou Barris, el único distrito de la ciudad que no disponía a fecha 2017 ni parcial ni completamente regulación integral de estacionamiento en calzada, la tendencia de ambas variables ha seguido unos

<sup>49</sup> Para el cálculo se ha usado la inversa de la indisciplina para poder hacer una comparación válida

patrones de comportamiento similares si bien, en este caso, la relación<sup>50</sup> entre nivel de indisciplina y número de enganches ha tenido una correlación aún menor.

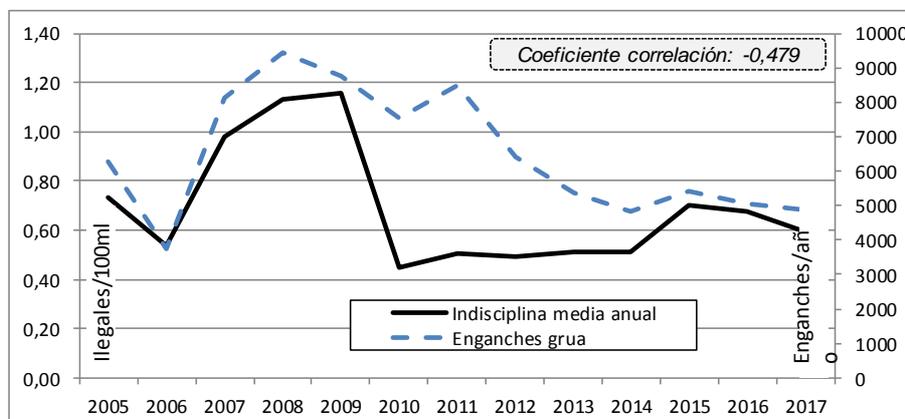


Figura 38. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el distrito de Nou Barris

### c. Resumen resultados

De acuerdo a los resultados analizados, se puede observar que, para el largo plazo, la actividad de grúas y el nivel de indisciplina no tienen una relación directa y, de lo que se desprende de los resultados y teniendo en cuenta únicamente los mismos<sup>51</sup>, no hay un efecto directo, para los diferentes distritos de la ciudad evaluados, del servicio grúa con la reducción de la indisciplina.

#### 5.1.6. Caso de análisis – Impacto debido a una elevada variación puntual de los servicios realizados en un ámbito concreto

En este caso, una vez analizado el efecto a largo plazo del servicio grúa en entornos donde el servicio está consolidado, se pretende analizar el impacto en un entorno específico que tenga asociada una variación significativa del número de actuaciones del servicio grúa en un período de tiempo reducido.

#### a. Pasos previos

Para poder llevar a cabo el presente caso de estudio, se han aplicado los pasos que se detallan a continuación:

1. Selección del ámbito temporal en el cual se puede trabajar el caso de acuerdo con la disponibilidad de datos existente

<sup>50</sup> Esta relación es concretamente la inversa de la que debería ser para poder afirmar que la grúa tiene un efecto disuasorio en la indisciplina a largo plazo

<sup>51</sup> Dicha afirmación tanto por la parcialidad de los datos disponibles como por el hecho en sí mismo de lo que implica no puede afirmarse con rotundidad

- a. Se requiere los datos de indisciplina desagregados a nivel de barrio – Disponibilidad en el período 2012-2017
  - b. Se requiere los datos de número de servicios finalizados de grúa municipal – Disponibilidad en el período 2005-2017
    - i. Se selecciona el período comprendido entre 2012 y 2017
2. Selección de aquellos ámbitos geográficos – a nivel de barrio – en los que se haya producido una elevada variación<sup>52</sup> del número de servicios de grúa finalizados en un instante temporal concreto
- a. Para dicho finalidad se han analizado todos los servicios realizados por parte de la grúa por barrio agregados mensualmente

### *b. Análisis resultados*

A continuación, se presenta, para diferentes ámbitos específicos detectados, el impacto a corto plazo de una variación significativa del número de operaciones del servicio de retirada de vehículos en un período concreto y, como se ha mencionado, concentradas geográficamente.

Después de analizar la evolución del número de servicios realizados durante el período 2012-2017, se ha detectado un total de 3 casos en los que ha habido una variación importante en el número de servicios de grúa. Estos casos se localizan en los barrios de Gòtic, Guineueta y Provençals del Poblenou, tal y como se muestra en la figura adjunta.

---

<sup>52</sup> Se considera una variación elevada un incremento/decremento de un 40% del número de servicios efectuados semestrales – semestre no natural – respecto el semestre anterior

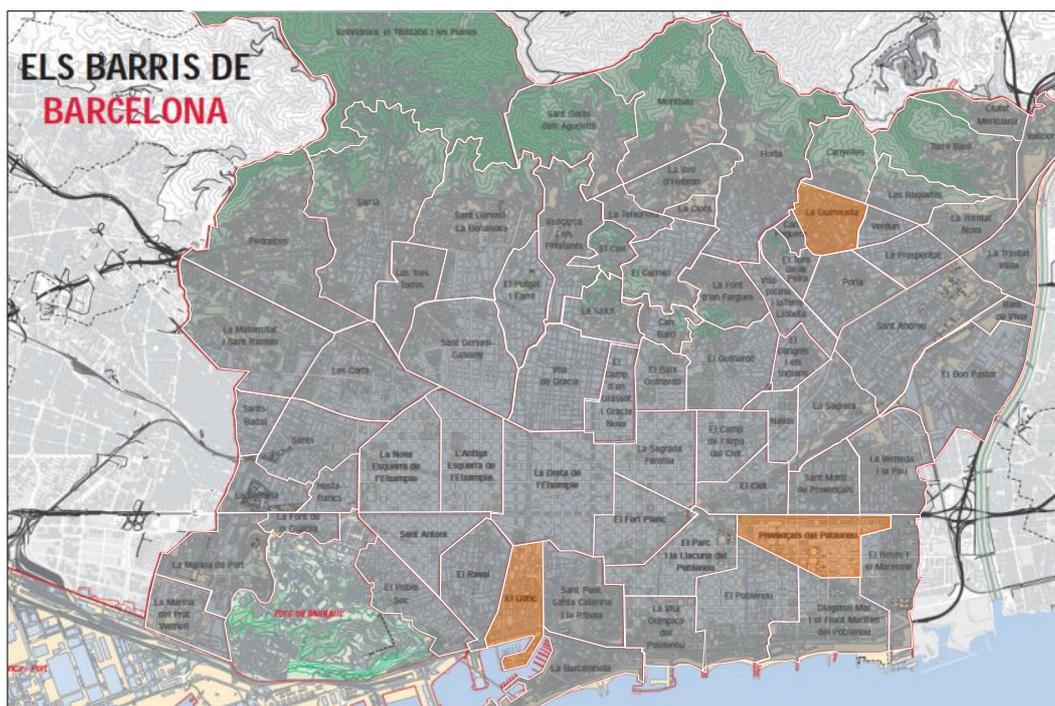


Imagen 25. Localización de los barrios analizados en este punto

Mencionar que, también en este caso, el punto inicial del análisis considera un escenario en el cual el servicio de grúas está completamente implementado en la ciudad y, en ningún caso se analiza el efecto de introducir un servicio de grúa en la ciudad o en una zona concreta de la ciudad.

### Gòtic

El barrio Gòtic, situado en el centro histórico de la ciudad, se caracteriza por su elevada actividad de oficinas – mayormente gubernamental – y, sobretodo, por su actividad comercial, asociada en buena medida a restauración.

Por su elevada actividad, este barrio tiene una actividad del servicio grúa significativamente por encima de la mediana de la ciudad con un valor de media superior a los 150 enganches mensuales.

**Caso estudio:** En este ámbito, durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y junio de 2016, el número de actuaciones mensuales aumento en un 43% respecto el período anterior<sup>53</sup>.

Durante el período evaluado se detecta una reducción drástica del nivel de indisciplina en el ámbito de estudio con un valor superior al 50% coincidiendo con el incremento de presión del servicio grúa. En este sentido, se obtiene una

<sup>53</sup> En el período Julio-Octubre 2015 se contabilizaron un promedio de 134 actuaciones mensuales mientras que en el período Marzo-Junio 2016 dicho valor ascendía hasta 193

correlación entre las variables de 0,694, lo que permite afirmar una no despreciable relación entre ambas<sup>54</sup>.

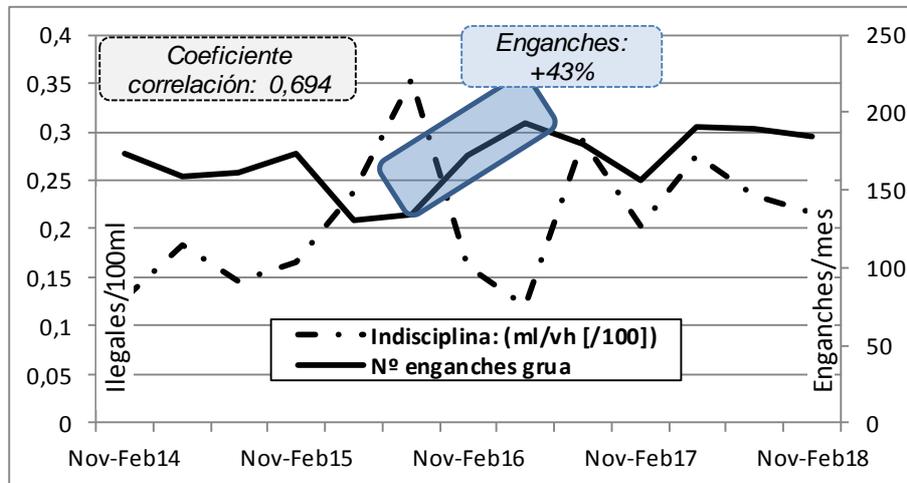


Figura 39. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Gòtic

### Guineueta

El barrio de la Guineueta, situado en el distrito de Nou Barris, distrito que dispone el nivel de renta media inferior de la ciudad, se caracteriza por ser de tipo residencial y sin actividad de tipo comercial más allá del pequeño comercio de barrio.

Este barrio, contrariamente al mencionado anteriormente, tiene una actividad del servicio de grúa significativamente por debajo de los valores medios de la ciudad con una actividad próxima a los 30-40 servicios mensuales.

**Caso estudio:** en el ámbito de la Guineueta, durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y febrero de 2016 se incrementó el servicio de retirada de vehículos en un valor superior al 50%<sup>55</sup>.

Coincidiendo con este repunte del número de vehículos retirados por el servicio grúa, se redujo el nivel de indisciplina en un valor cercano al 75%. La correlación entre las variables estudiadas es casi idéntica al caso anterior.

<sup>54</sup> Para analizar la correlación entre variables se ha considerado un total de 24 meses, los 12 meses anteriores y posteriores a la variación en el número de servicios efectuados por la grúa municipal

<sup>55</sup> En el período cuatrimestral anterior noviembre de 2015, se promediaron 37 servicios mensuales, subiendo hasta los 56 mensuales en el cuatrimestre que comprende el período noviembre 2015 a febrero 2016

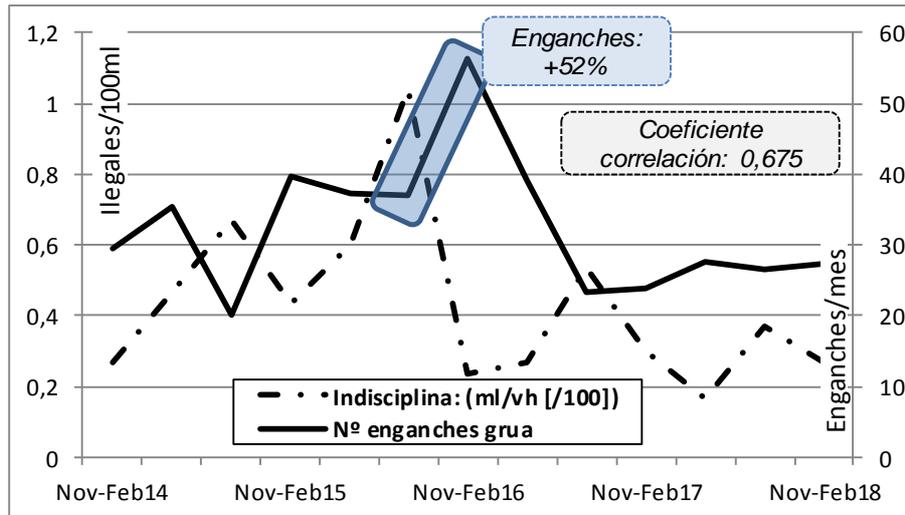


Figura 40. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Guineueta

### Provençals del Poblenou

El barrio de Provençals del Poblenou, situado en el distrito de Sant Martí, es un ámbito en el que conviven dos tipologías urbanas claramente diferenciadas; en los extremos del barrio (que coinciden con calles principales), se localiza un entorno residencial mientras que en el interior del ámbito se sitúan antiguos complejos industriales.

Al igual que en el caso anterior, el nivel de actividad del servicio grúa es inferior a la media de la ciudad si bien se sitúa ligeramente por encima del caso anterior con valores próximos a 50 actuaciones mensuales.

**Caso estudio:** en el ámbito de Provençals de Poblenou durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y febrero de 2016 se incrementó el servicio de retirada de vehículos en un valor cercano al 100%<sup>56</sup>.

En este ámbito, el aumento de la presión ejercida por el servicio grúa no se vio reflejado en una reducción de la indisciplina, sino en un pequeño aumento de la misma.

<sup>56</sup> En el período cuatrimestral anterior noviembre de 2015, se promediaron 37 servicios mensuales, subiendo hasta los 56 mensuales en el cuatrimestre que comprende el período noviembre 2015 a febrero 2016

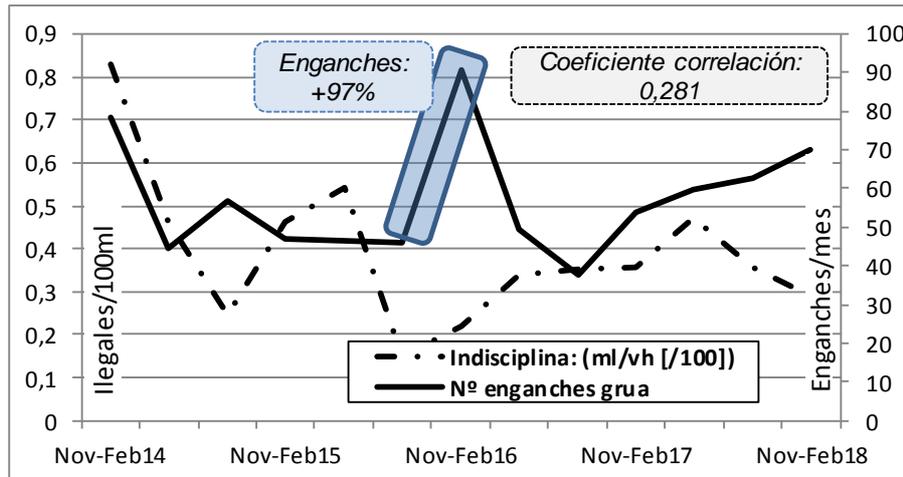


Figura 41. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el barrio de Provençals de Poble Nou

### c. Resumen resultados

A partir de los casos expuestos, se puede afirmar que el efecto en el nivel de indisciplina de una actuación específica y puntual en el número de actuaciones del servicio grúa depende del caso en el cual se aplique la misma ya que, en función de las características morfológicas del barrio, el efecto se ha detectado que varía por lo que a priori, no se puede llegar a una afirmación sobre el efecto de una variación drástica del número de servicios de grúa.

#### 5.1.7. Caso de análisis – Impacto en función morfología urbana

Debido a los resultados obtenidos en el punto anterior, en los cuales se detectaba un efecto diferenciado en el impacto de una variación drástica en el número de servicios realizados por la grúa en un ámbito acotado en función de la tipología de morfología urbana, en este punto se analiza un caso adicional referente al efecto que tiene la morfología urbana en el impacto del servicio de grúas para la reducción de la indisciplina en el estacionamiento.

#### a. Pasos previos

Para dicho objetivo, se han llevado a cabo un conjunto de pasos previos que se enumeran a continuación:

1. Selección del ámbito temporal en el cual se puede trabajar el caso de acuerdo con la disponibilidad de datos existente
  - a. Se requiere los datos de indisciplina desagregados a nivel de barrio
    - Disponibilidad en el período 2012-2017

- b. Se requiere los datos de número de servicios finalizados de grúa municipal – Disponibilidad en el período 2005-2017
  - i. *Se selecciona el período comprendido entre 2012 y 2017*
2. Obtención de los datos referentes a la morfología de la ciudad para poder caracterizar los diferentes ámbitos de Barcelona<sup>57</sup>
  - a. Las tipologías morfológicas definidas han sido las siguientes
    - i. Residencial
    - ii. Comercial
    - iii. Negocios
    - iv. Industria
    - v. Educación
3. Selección para los diferentes ámbitos geográficos – a nivel de barrio –el número de servicios de grúa finalizados
  - a. Para dicho finalidad se han analizado todos los servicios realizados por parte de la grúa por barrio agregados mensualmente
4. Una vez disponibles los datos, se han agregado los resultados de servicios para cada tipología morfológica planteada anteriormente. A continuación, se presenta la distribución morfológica de la ciudad en base a la metodología usada

---

<sup>57</sup> Se ha asignado a cada barrio de la ciudad una tipología específica en función de los metros cuadrados de superficie catastral de cada tipología y en función de unos límites para cada tipología se ha asignado cada barrio una tipología específica [para más información, en el anejo correspondiente se detalla la metodología usada]

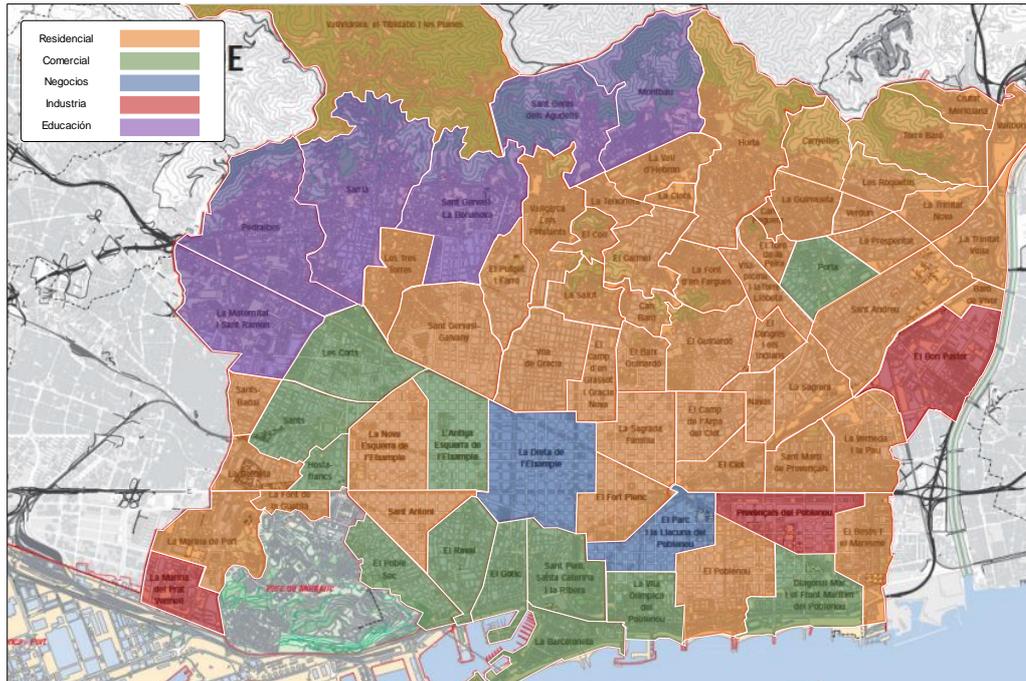


Imagen 26. Barrios de la ciudad de Barcelona en función de su tipología morfológica<sup>58</sup>

### b. Análisis resultados

La ciudad de Barcelona tiene un carácter eminentemente residencial en toda su superficie teniendo dicha tipología más de dos tercios de sus barrios.

Destaca, además, la zona localizada en el núcleo histórico y en la zona de frente marítimo como el ámbito referente en lo que se refiere a zona comercial. Además, se detectan zonas de carácter comercial en puntos concretos asociados o bien a ejes comerciales históricos o a ámbitos donde hay centros comerciales de nueva creación.

Por lo referente a las zonas de actividad terciaria – oficinas –, éstas se concentran en dos barrios concretos (uno, Dreta de l'Eixample, epicentro histórico de dicha actividad y el otro, Llacuna del Poblenou, nuevo polo de empresas de marcado carácter tecnológico).

En lo referente a ámbitos industriales, éstos se localizan en 3 barrios concretos de la ciudad emplazados en 3 distritos diferentes, enclaves que aún mantienen el pasado industrial de la ciudad de Barcelona.

Finalmente, por lo que se refiere a las zonas con carácter educativo, éstas se localizan en una misma área, ubicada en un extremo de la ciudad.

<sup>58</sup> De acuerdo con Ayuntamiento de Barcelona (2018)

## Residentes

El caso de los ámbitos específicos para residentes, ámbito mayoritario en la ciudad, se centra en usuarios que utilizan de forma recurrente el espacio de estacionamiento – residen allí – y con duraciones de estacionamiento largas.

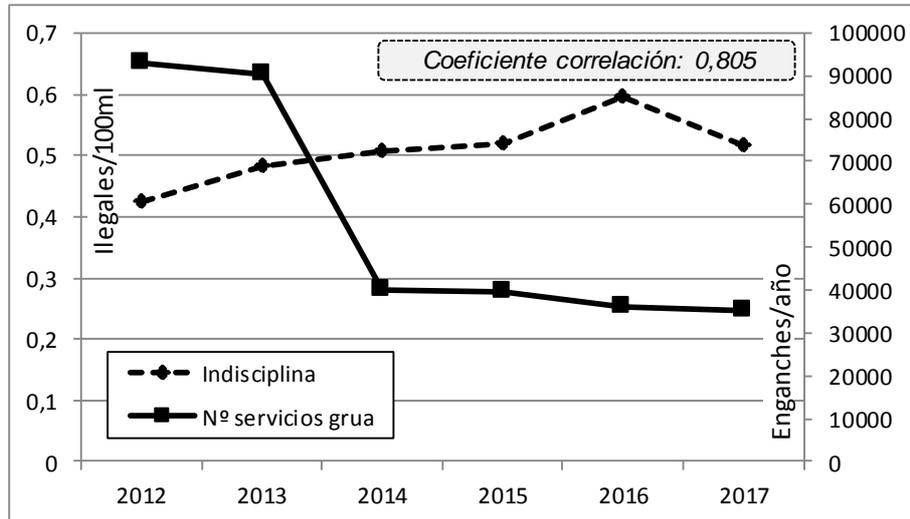


Figura 42. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología residencial

Se observa una correlación entre las variables de indisciplina y actuaciones de la grúa significativamente elevada con valor superior a 0,8.

## Comercio

El caso de los barrios con morfología comercial, se caracteriza por un uso puntual de las plazas de estacionamiento tanto en duración del estacionamiento como en recurrencia del mismo.

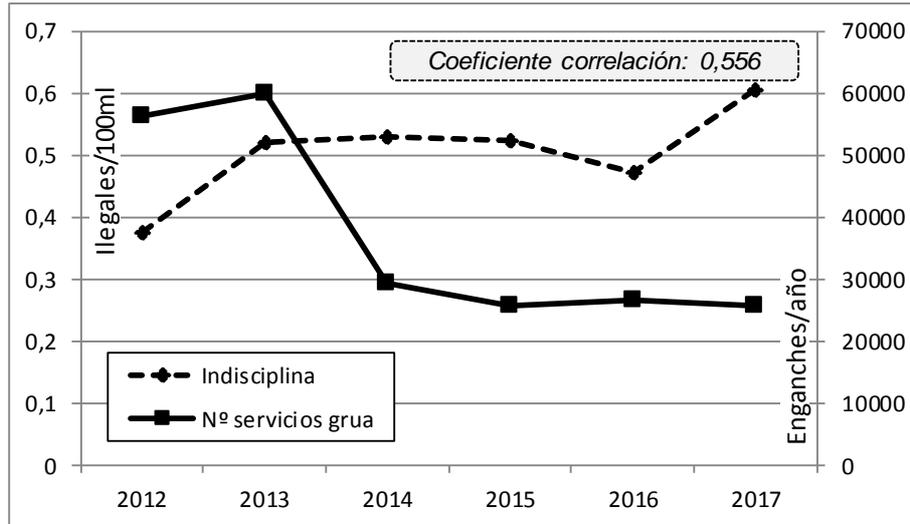


Figura 43. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología comercial

En el caso de los ámbitos comerciales en la ciudad de Barcelona, se observa una correlación entre ambas variables no despreciable con valor cercano a 0,6.

#### Industria

En los barrios con una marcada morfología industrial, el patrón de uso de las plazas es diurno con estancias de larga duración realizadas por usuarios recurrentes, totalmente al contrario que en el caso anterior referente a los ámbitos de carácter comercial.

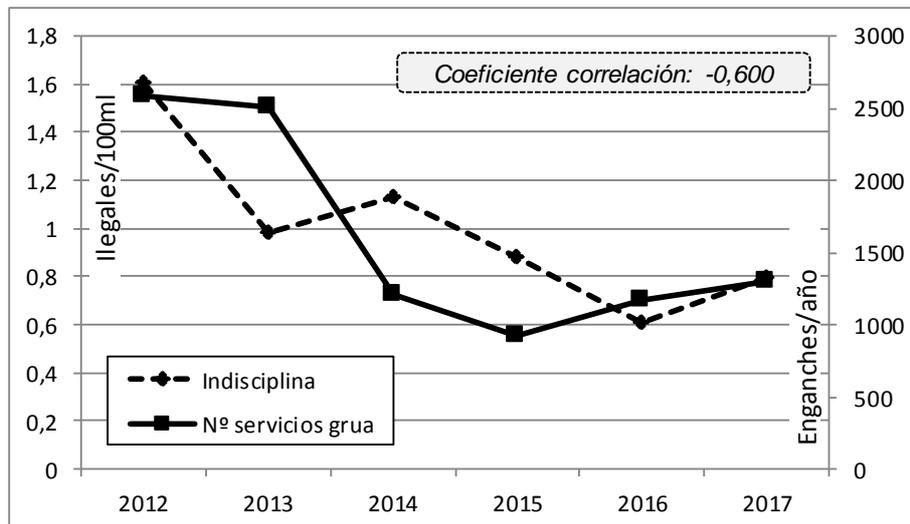


Figura 44. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología industrial

En este caso, se puede observar que la correlación entre el número de servicios realizados por la grúa y el nivel de indisciplina existente es inexistente.

## Negocios

El uso del vehículo en los ámbitos en los que destaca el uso de la superficie para oficinas, se basa en el uso diurno, recurrente o puntual, de las plazas. En este caso, coincide parcialmente con las dos tipologías planteadas anteriormente (uso comercial y uso industrial).

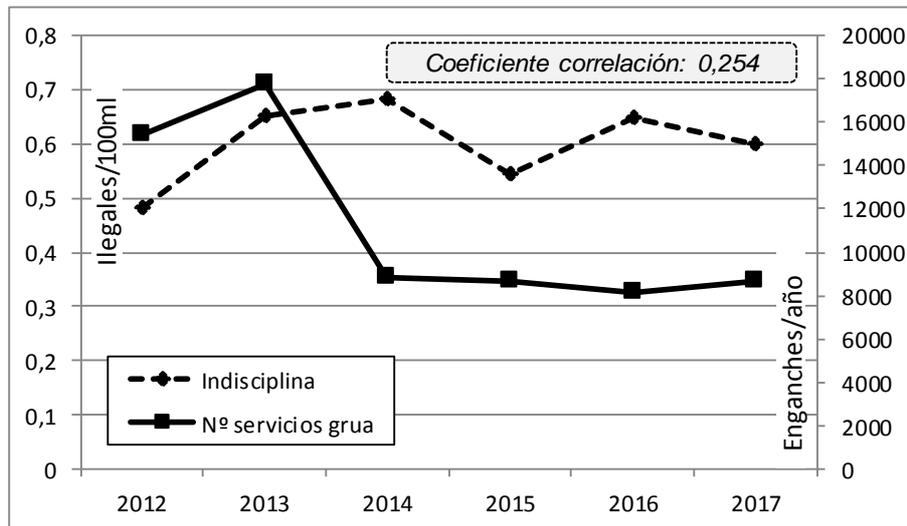


Figura 45. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología de negocios

En este caso, el valor de correlación entre el nivel de indisciplina y el número de servicios de la grúa, aún y ser positivo, es marcadamente bajo por lo que no se detecta correlación.

## Educación

En los ámbitos donde se destaca un importante peso del uso de la superficie para fines educativos, el uso del vehículo se asemeja en gran medida al uso industrial, aunque en las zonas de enseñanza escolar, también, en algunas franjas y de forma adicional, hay usos de carácter puntual en duración, pero recurrente en frecuencia.

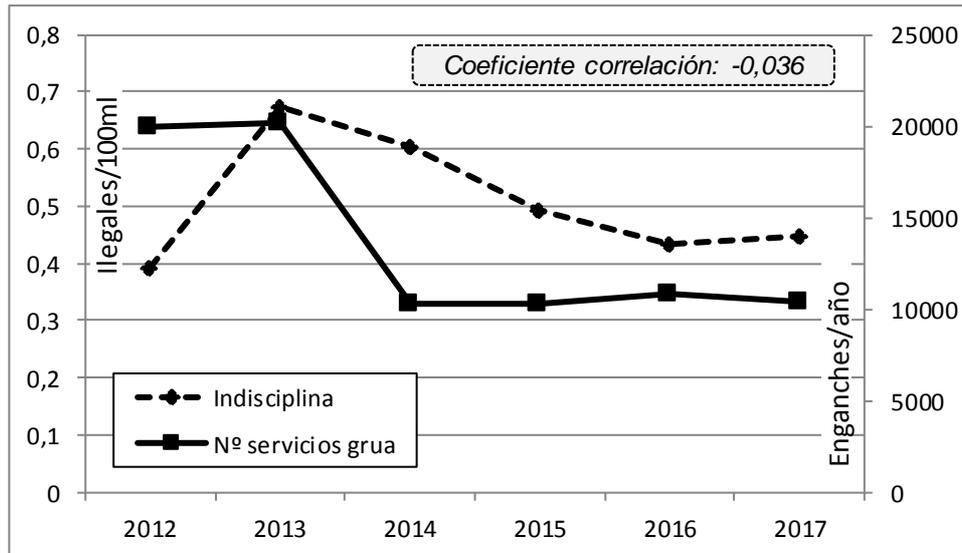


Figura 46. Relación entre nivel de indisciplina y presión de la grúa en el conjunto de ámbitos de morfología de educación

En este caso, la correlación existente entre las dos variables es nula, con un valor de correlación negativo.

### c. Resumen resultados

Se observa que existen diferencias significativas para las diferentes tipologías evaluadas.

En este sentido, se detecta que el impacto de la grúa en el nivel de indisciplina es mayor cuando el conductor desconoce lo que sucede (duraciones de estacionamiento cortas y puntuales en recurrencia) o no tiene herramientas para poder gestionar la situación insitu (en los ámbitos residenciales, se estaciona el vehículo, pero no se está en contacto con él).

Por el contrario, en aquellas zonas con estacionamientos con recurrencia y de larga duración, el impacto de la grúa es, en el mejor de los casos, reducido.

### 5.1.8. Conclusiones

A partir de los tres casos de estudio evaluados en el presente capítulo, referentes a poder analizar el efecto de un servicio de retirada de vehículos ya consolidado en un entorno urbano denso – como es la ciudad de Barcelona, se puede concluir:

- El efecto a largo plazo del número de servicios realizados por parte de la grúa municipal no tiene un efecto directo en la evolución del nivel de indisciplina en la ciudad

- El efecto de una actuación específica en un entorno determinado sí que tiene una implicación directa en el nivel de indisciplina de ese entorno, si bien, existen diferencias importantes en función de las características morfológicas del entorno evaluado
- Finalmente, destacar que el servicio de grúa municipal tiene un efecto diferenciado para cada tipo de uso de superficie que se realiza en la ciudad teniendo una fuerte influencia en el ámbito residencial, que es el más común en entorno urbano

## 5.2. Servicio de regulación integral del estacionamiento en calzada

### 5.2.1. Introducción

El servicio de regulación integral del estacionamiento en calzada que en la ciudad de Barcelona tiene el nombre comercial de Area, tiene como objetivo principal la reducción del uso del vehículo privado en entornos urbanos<sup>59</sup> a partir de la tarificación de los espacios de aparcamiento en calzada de las ciudades, implicando un incremento en el precio percibido del trayecto por parte del usuario.

Adicionalmente a este, el servicio Area tiene un conjunto de objetivos secundarios donde destaca la reducción del uso incívico de los espacios de aparcamiento en la ciudad de Barcelona o, en otras palabras, la indisciplina de estacionamiento en el entorno de dichas plazas <sup>60</sup>.

En este apartado se evalúa el efecto de la implantación del servicio Area en la reducción de la indisciplina en el estacionamiento en la ciudad de Barcelona.

El Area se empezó a implementar en la ciudad de Barcelona en el año 2005 aunque ya en 1983 existían en la ciudad plazas de pago exclusivas para vehículos foráneos y, desde el año 2000, también se habían puesto en funcionamiento plazas dedicadas a vehículos de distribución urbana de mercancías (*DUM*), en este caso exentas de pago, pero con una duración máxima de estacionamiento limitada y con un conjunto de usuarios restringido.

En el año 2005, con la implantación de la regulación integral del estacionamiento en el núcleo central de la ciudad, se pusieron en funcionamiento, adicionalmente a las plazas existentes, dos nuevas tipologías de plazas enfocadas a ser utilizadas en exclusiva o de forma preferente por el residente de la zona. En este

---

<sup>59</sup> De acuerdo a B:SM

<sup>60</sup> *Ibíd*em

sentido, se definieron dentro del ámbito de estacionamiento regulado, diferentes zonas, llamadas *Zonas de Residentes* que delimitaban la zona en la cual cada residente puede estacionar en función de la localización de su domicilio.

Por un lado, se pusieron en funcionamiento las plazas *Verdes* que permiten al residente poder estacionar por 0,20€ al día – bonificado a 0€/día siempre y cuando el residente no haya estado multado en los últimos 12 meses – y que pueden ser utilizadas por los usuarios foráneos con un coste que oscila entre los 2,75 y los 3€/hora (precios 2019)<sup>61</sup> en función de la ubicación de la plaza.

Por el otro, se pusieron en funcionamiento las plazas *Exclusivas* para residentes con un funcionamiento idéntico para los residentes, pero con la singularidad que los foráneos no les es permitido el estacionamiento. Estas plazas se ubican en espacios donde los residentes no disponen de un parque suficiente de plazas fuera calzada.

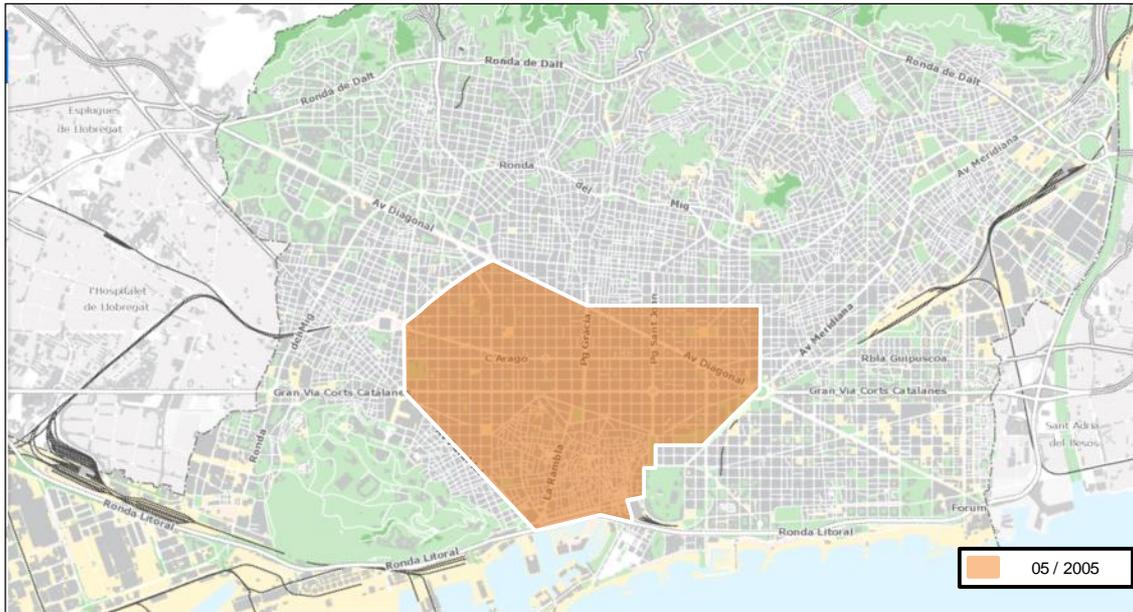
#### 5.2.2. Implantación del sistema Area

El sistema Area se empezó a implementar en el año 2005 localizándose en su inicio en el ámbito central de la ciudad y, desde entonces, se han ido realizando diferentes ampliaciones adicionales en el conjunto de la ciudad.

La implantación del servicio se llevó a cabo en mayo de 2005, con la puesta en funcionamiento del servicio de regulación integral del estacionamiento en los distritos centrales de la ciudad, Ciutat Vella (con la excepción del barrio de la Barceloneta) y Eixample.

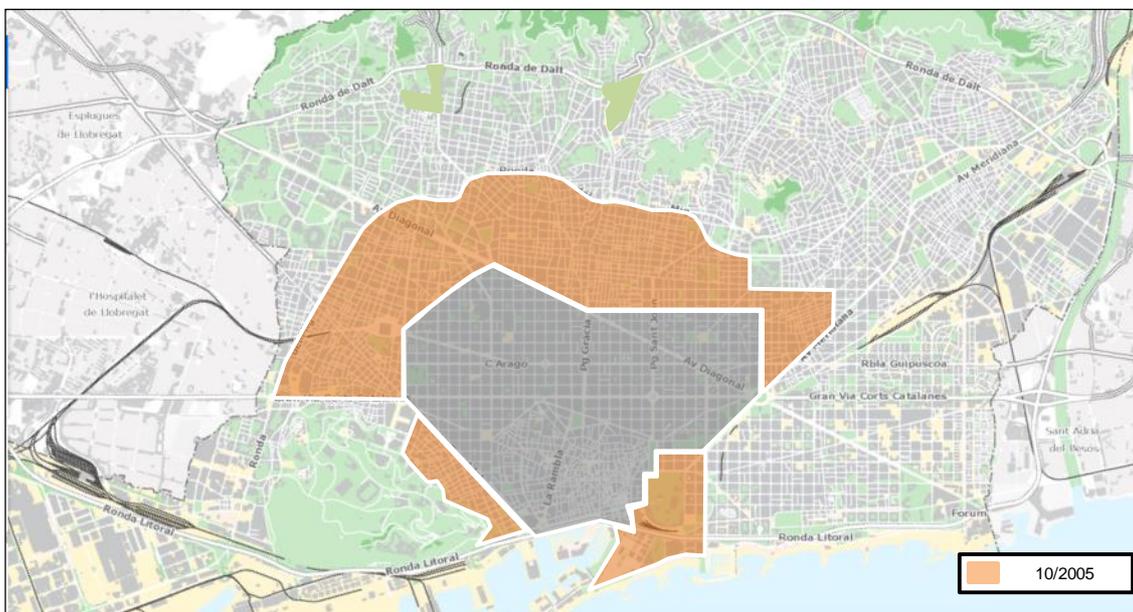
---

<sup>61</sup> Ibídem



**Imagen 27. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 1**

La primera ampliación del servicio, programada desde el inicio de las operaciones, se llevó a cabo entre los meses de octubre y noviembre del mismo año de inicio de operaciones, 2005, ampliando el servicio a las zonas adyacentes al núcleo central y hasta alcanzar una de las vías centrales de la ciudad – la Ronda del Mig. Durante el 2005 se implementaron un total de 33.000 plazas del servicio regulado.



**Imagen 28. Implementación servicio regulado en Barcelona - Fase 2**

Después de estas actuaciones programadas de inicio, no se modificó el servicio hasta principios del año 2009, motivado por los problemas surgidos en los ámbitos frontera de la zona regulada en la cual se incrementaba el número de





de la ciudad –, este hecho no implica que el servicio no se vaya a ampliar ya que, en función de las necesidades y requerimientos, se puede seguir ampliando el ámbito, aunque en todo caso, dichas ampliaciones serían puntuales y acotadas.

### 5.2.3. Objetivo

El objetivo de este apartado es poder analizar el efecto de la implementación del sistema de regulación integral en el nivel de indisciplina existente en la ciudad de Barcelona.

Por este motivo se han utilizado diferentes datos de ciudad para poder conocer la relación entre ambos valores y extraer los resultados derivados.

Además, de forma adicional se analiza, de manera específica, el efecto en la variación de indisciplina que tiene la puesta en funcionamiento del servicio Area en los entornos no regulados adyacentes a las nuevas zonas de regulación (efecto frontera) que han motivado, en algún caso, la implantación de nuevas zonas con estacionamiento regulado integral.

### 5.2.4. Metodología

La metodología usada para poder analizar el efecto de la implementación del sistema de regulación en la indisciplina en la ciudad ha sido:

- a) Definir temporalmente las implementaciones del servicio de estacionamiento regulada en la ciudad de Barcelona tanto a nivel cualitativo – número de plazas – como a nivel geográfico – ámbito donde se implementa la regulación del estacionamiento
- b) Definir el nivel de indisciplina histórico en la ciudad de Barcelona por distrito
  - a. Este punto se ha obtenido en base al informe “*Evolución de la indisciplina de aparcamiento en Barcelona*” elaborado por la Universidad de Barcelona desde 1997 para el Ayuntamiento de Barcelona y que tiene como objetivo conocer el nivel de indisciplina de estacionamiento en la ciudad de Barcelona
  - b. El informe indica para los diferentes distritos de la ciudad cual es el nivel de indisciplina con un indicador que cuantifica el número de vehículos incorrectamente estacionados por cada 100 metros lineales de vial (#vh/100ml)

- c) Analizar el efecto de la implantación del servicio Area en la reducción del estacionamiento ilegal en calzada en base a las ratios de indisciplina históricos disponibles en el informe

#### 5.2.5. Datos utilizados

Para poder realizar el presente capítulo, se han utilizado el conjunto de datos que se plantean a continuación:

- a) Definición de las diferentes fases de implantación del sistema Area en la ciudad de Barcelona
- b) Informe “*Evolución de la indisciplina de aparcamiento en Barcelona*” elaborado por la Universidad de Barcelona desde 1997 para el Ayuntamiento de Barcelona y que tiene como objetivo conocer el nivel de indisciplina de estacionamiento en la ciudad de Barcelona.
  - a. Este informe se ha realizado de forma ininterrumpida desde 1997 hasta la actualidad, primero de forma bimestral (hasta 2011) y desde entonces de forma cuatrimestral<sup>62</sup>
- c) Datos desagregados de indisciplina por tramo de vía

#### 5.2.6. Análisis del efecto de la regulación integral del estacionamiento

A continuación, se analiza el efecto en el nivel de indisciplina referente a la regulación del estacionamiento en calzada y como ésta implica en las diferentes zonas de la ciudad cambios en los niveles de indisciplina.

A nivel de ciudad, de forma genérica, la evolución de la indisciplina en el estacionamiento ha tenido una tendencia claramente reductora en el periodo 2001-2017 si bien ésta no ha sido lineal.

Durante el periodo 2001-2006 sufrió una caída significativa, especialmente durante los años 2004 y 2006 para, posteriormente, crecer ligeramente durante el periodo 2007-2009 que se revertió en los siguientes años para retornar a valores próximos a 2006.

Desde entonces, las variaciones detectadas a nivel ciudad han sido casi nulas si bien, hay una muy ligera tendencia alcista.

---

<sup>62</sup> Este cambio metodológico ha implicado que en algunos casos la comparación de la serie histórica no sea posible debido a las diferencias metodológicas asociadas

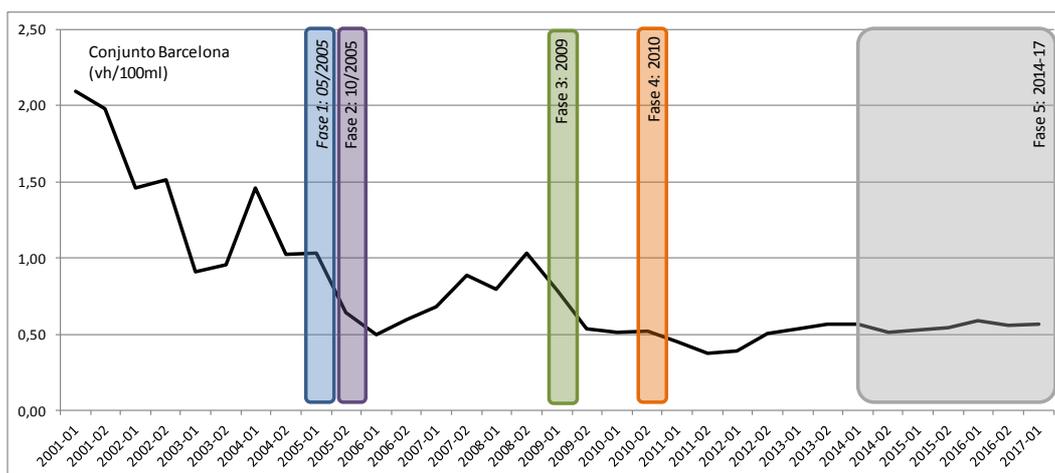


Figura 47. Evolución del nivel de indisciplina en la ciudad de Barcelona durante el período 2001-2017

Con la puesta en funcionamiento del sistema de regulación integral en el año 2005 en los distritos de Ciutat Vella y Eixample – fase 1 –, se consiguió la reducción a corto plazo<sup>63</sup> de la indisciplina en aquella zona de hasta un 60%. Esta reducción, aunque se redujo ligeramente, se consolidó en el largo plazo<sup>64</sup> con una reducción de la indisciplina próxima al 40% del valor previo a la implantación del sistema.

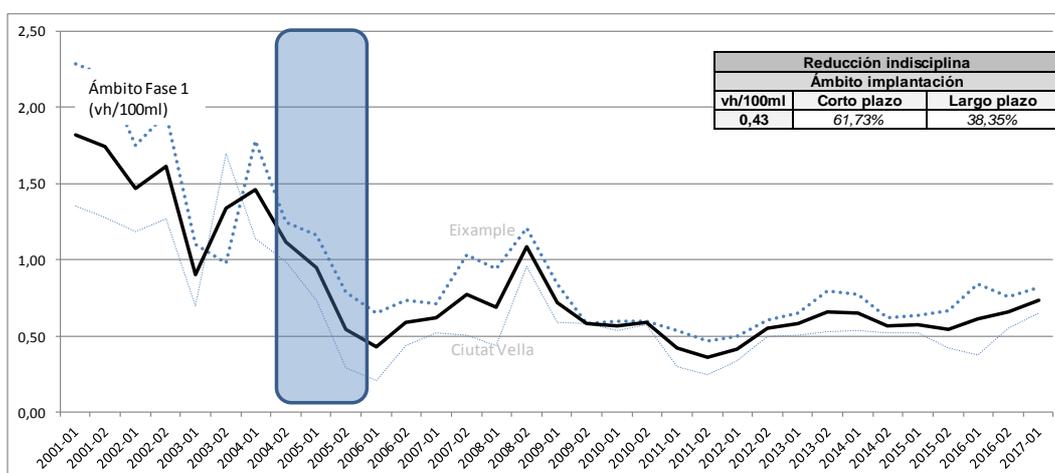


Figura 48. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 1 del sistema regulado durante el período 2001-2017

La segunda fase, con la incorporación de la primera ampliación del servicio, programada de inicio, implicó una reducción tanto a corto como a largo plazo de la indisciplina de estacionamiento en el ámbito de implantación. Aun así, aunque en el corto plazo, el valor de la reducción tenía un valor similar al caso anterior,

<sup>63</sup> 12 meses después de la puesta en funcionamiento del sistema en la zona

<sup>64</sup> 36 meses después de la puesta en funcionamiento del sistema en la zona

a largo plazo, dicho valor se redujo claramente con una reducción de la indisciplina inferior al 20%.

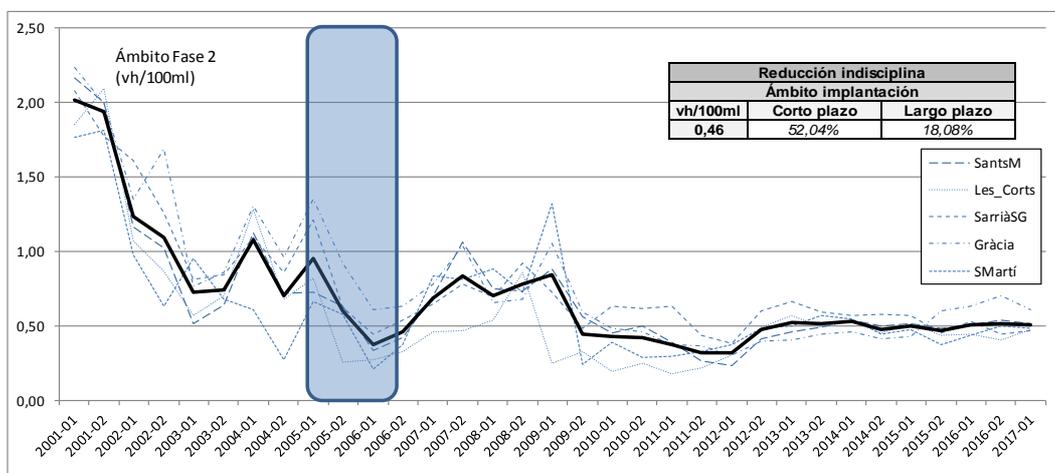


Figura 49. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 2 del sistema regulado durante el periodo 2001-2017

Destacar que en las zonas en las cuales no se llevó a cabo ninguna modificación en la regulación del estacionamiento durante las fases 1 y 2 – implementaciones en 2005 – también sufrieron una reducción de la indisciplina considerable tanto a corto como a largo plazo.

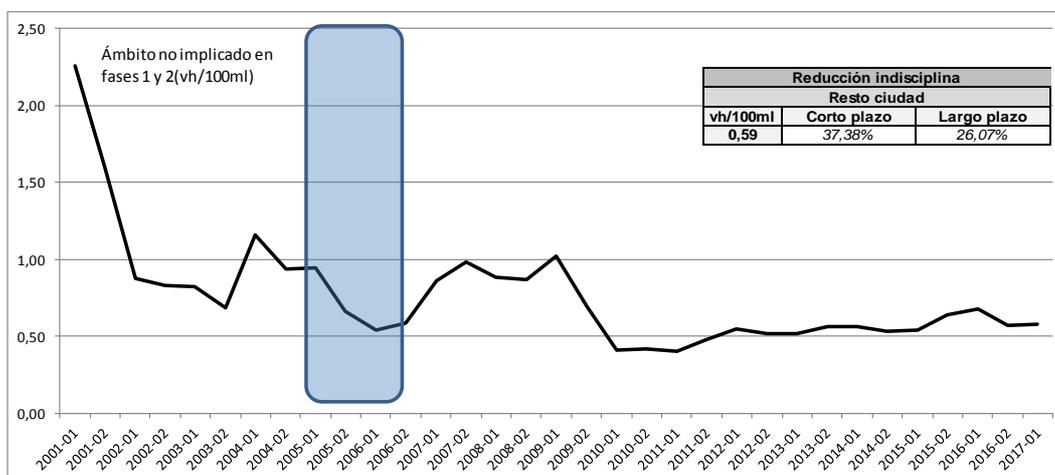


Figura 50. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito donde no se implanto la regulación integral del estacionamiento en las fases 1 y 2 (2005) durante el periodo 2001-2017

Referente a la fase 3 de la implantación del sistema de regulación del Area, se detecta que hubo un reducción destacable – aunque considerablemente menor que en las fases iniciales, con un valor cercano al 30%<sup>65</sup>.

<sup>65</sup> Debido al cambio metodológico en la recogida de datos de indisciplina en el año 2012, los resultados a partir de 2012 no permiten la comparación del indicador a largo plazo con el indicador a corto plazo

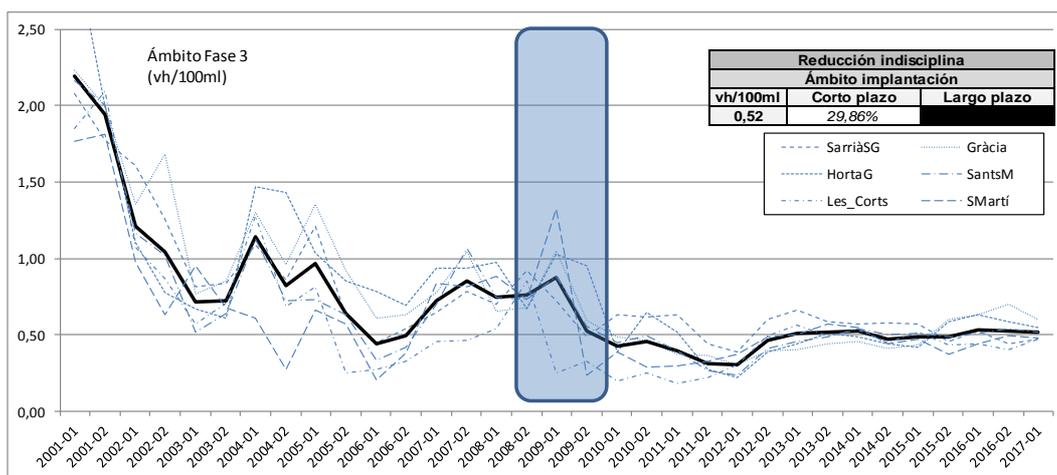


Figura 51. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 3 del sistema regulado durante el periodo 2001-2017

El hecho de que únicamente se regulara un valor próximo al 8% de las plazas existentes en calzada no permite analizar el efecto de la implantación fuera del ámbito regulado.

Finalmente, referente a la cuarta fase de implantación, su puesta en funcionamiento no tuvo una implicación importante en la evolución de la indisciplina de estacionamiento en la zona ya que únicamente se redujo un 10% si bien se debe reflejar que los valores iniciales pre-regulación eran significativamente bajos.

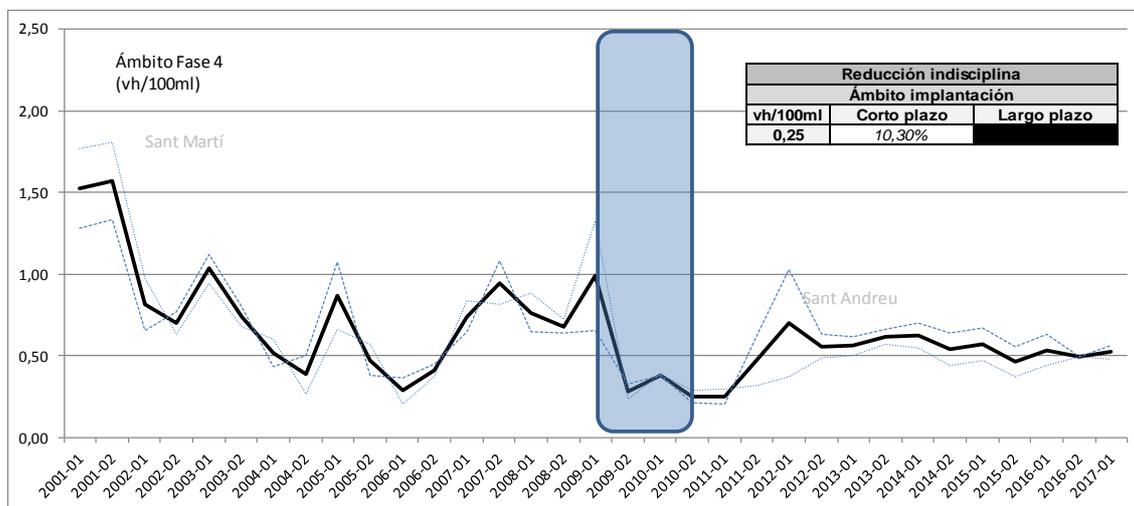


Figura 52. Evolución del nivel de indisciplina en el ámbito de implantación de la fase 4 del sistema regulado durante el periodo 2001-2017

Como en el caso de la fase 3, el hecho de que en esta fase la regulación fuera significativamente acotada, no permite analizar el efecto que se produce más allá de la zona regulada en la fase.

Debido a las características de la fase 5, con ampliaciones del servicio muy puntuales y reducidas, no se puede llevar a cabo el análisis de la afectación en la reducción de la indisciplina.

### 5.2.7. Resultados principales

La puesta en funcionamiento del servicio permitió una reducción destacable de la indisciplina en el estacionamiento de hasta el 60% en el corto plazo y de un 30% en el largo en el ámbito donde se implementó el servicio inicialmente. Adicionalmente, también implicó una reducción tanto a corto como a largo plazo en el conjunto de la ciudad, aunque con unos valores ligeramente inferiores.

La fase 3 implicó una reducción de la indisciplina en el ámbito de implementación menor en el corto plazo que las fases iniciales.

Por su parte, la fase 4 tuvo una implicación casi nula en la reducción de la indisciplina.

Fase	Fecha	Reducción indisciplina			Reducción indisciplina		
		Ámbito implantación			Resto ciudad		
		vh/100ml	Corto plazo	Largo plazo	vh/100ml	Corto plazo	Largo plazo
Fase 1	05/2005	0,43	61,73%	38,35%	0,59	37,38%	26,07%
Fase 2	10/2005	0,46	52,04%	18,08%			
Fase 3	2009	0,52	29,86%				
Fase 4	2010	0,25	10,30%				

**Tabla 2. Reducción de la indisciplina para cada una de las fases de implantación**

Nota 1: se considera que el efecto en “resto de la ciudad” de las fases 1 y 2 de forma conjunto debido a su proximidad temporal

Nota 2: en 2012 hubo un cambio metodológico en la recogida de la información de nivel de indisciplina que no permite comparar de forma homogénea los resultados para ámbitos desagregados y compararlo con los resultados obtenidos con la metodología anterior

### 5.2.8. Análisis del efecto de la regulación integral en los ámbitos frontera

Históricamente, se ha considerado que la regulación de un ámbito concreto de estacionamiento mejoraba la circulación en dicho ámbito a la vez que reducía la dificultad de los vecinos en encontrar plaza libre, aunque tenía como efecto negativo el hecho que trasladaba la problemática al ámbito frontera<sup>66</sup> aumentando en esa zona el número de vehículos estacionados ya que se concentraba un elevado número de vehículos no residentes en esa zona<sup>67</sup>.

<sup>66</sup> Aquel ámbito en las zonas de estacionamiento no regulado adyacente a las zonas de estacionamiento regulado. Dicho ámbito frontera se ha considerado hasta 200 metros de la frontera entre ambos ámbitos

<sup>67</sup> De acuerdo con CCMA

De hecho, algunas de las ampliaciones realizadas se han motivado debido a esta problemática con el objetivo de minimizar las afectaciones para los usuarios<sup>68</sup>.

En este sentido, a continuación, se pretende validar si dicha afectación negativa también era aplicable a un incremento de la indisciplina en estos entornos adyacentes a zonas reguladas.

Para dicha valoración, se han llevado a cabo análisis de afectación en aquellas zonas adyacentes a las ampliaciones llevadas a cabo durante el período 2014-2017<sup>69</sup>.

#### a. Ámbitos analizados

Se ha analizado un total de 4 ámbitos referentes a los distritos de Sants, Les Corts, Sant Andreu y Horta-Guinardó tal y como se muestra en la figura adjunta.

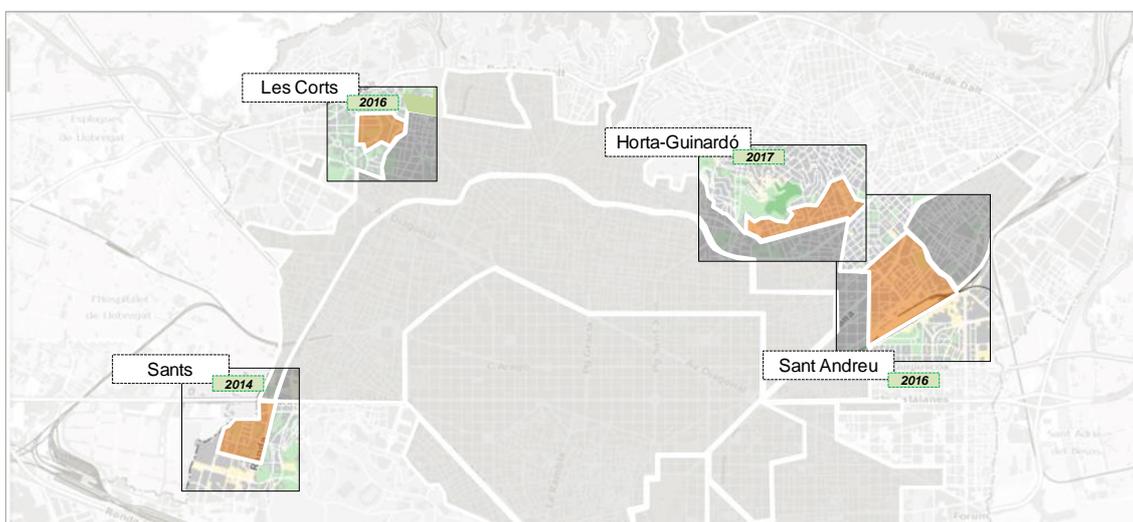


Imagen 32. Zonas en las cuales se evalúa el efecto frontera

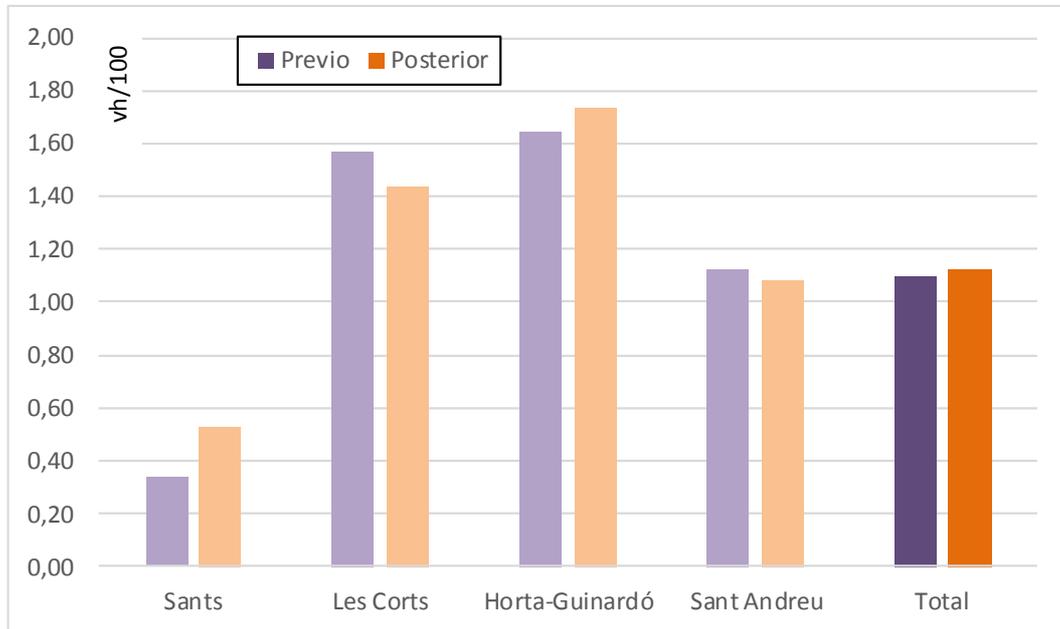
Nota: Si bien la zona adyacente a los ámbitos estudiados en el presente capítulo de Horta-Guinardó y Sant Andreu está actualmente regulada, ésta se reguló en 2019, con posterioridad a las fechas de análisis que se evalúan en este punto

Para cada uno de estos ámbitos, se ha analizado el nivel de indisciplina existente en las vías del entorno no regulado durante un espacio de tiempo previo y posterior – 12 meses en ambos casos – a la regulación de los ámbitos para poder comparar el efecto.

<sup>68</sup> *Ibidem*

<sup>69</sup> Se analiza únicamente el período de ampliación 2014-2017 debido a que únicamente se dispone de datos de indisciplina desagregados por tramo de vial para dicho período siendo no posible trabajar para las fronteras establecidas en las implantaciones iniciales 2005-2010. De hecho, de las múltiples zonas ampliadas en el período 2014-2017, debido a que los datos de viales son muestrales, no se han podido analizar todas las zonas ampliadas

En este sentido, se comprueba que la variación de indisciplina en las vías del entorno de las nuevas zonas reguladas es, en su conjunto, casi inexistente con variaciones en todos los ámbitos analizados no destacables.



**Figura 53. Nivel de indisciplina detectado en los entornos de las zonas reguladas previo y posterior a la regulación de las mismas**

#### 5.2.9. Conclusiones

La implantación de la regulación integral del estacionamiento tiene un efecto tanto directo como indirecto en la reducción de la indisciplina de estacionamiento en el conjunto de la ciudad tanto a corto como a largo plazo, si bien el efecto se ve ligeramente reducido a medida que transcurre el tiempo.

Aun así, se debe destacar que el impacto en la indisciplina es más elevado cuando la regulación se realiza en el ámbito central de la ciudad y se reduce a medida que se actúa en zonas menos céntricas.

Referente al efecto de la regulación del estacionamiento de forma integral en los ámbitos adyacentes, no se ha detectado que esto implique un incremento de la indisciplina en el estacionamiento en el entorno no regulado – como mínimo en las zonas evaluadas por este caso.

## 6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En este punto, se compendian los puntos más importantes que se han destacado durante la presente Tesis a la vez que se presentan las futuras líneas de investigación propuestas.

### 6.1. Conclusiones

Como punto final de este trabajo y para poder glosar en un mismo punto los aspectos más importantes, se plantean a continuación las principales conclusiones extraídas del documento.

Referente al impacto de la indisciplina en la circulación del entorno, son remarcables diferentes aspectos referentes a la afectación de la misma.

Por un lado, se ha obtenido que dicha indisciplina puede llegar a representar un incremento del tiempo de viaje del 2% por cada 0,1 vh/100ml ilegalmente estacionados (en otras palabras, dicha indisciplina equivale a un 14% de incremento de flujo de circulación en el entorno). Además, cabe remarcar que el impacto marginal de la indisciplina no es constante siendo para las variaciones en los valores reducidos de indisciplina donde se concentra un impacto superior.

Por otro lado, referente a los factores que tienen un impacto superior en la indisciplina, se observan aspectos destacables:

- Referente al flujo de circulación existente en el entorno en evaluación, éste tiene un papel destacable ya que, en función del mismo, el efecto de la indisciplina difiere; es para valores de flujo intermedios que el efecto es más importante (superior al 25% para dichos flujos) mientras que para casos de flujo (semi)libre (valores próximos al 10%) o de (semi)congestión (cercano al 20%) la afectación de la indisciplina disminuye
- Por lo que se refiere a la localización de la indisciplina en un entorno urbano, ésta tiene una importancia extrema en el incremento de tiempo de recorrido asociado a la indisciplina; el hecho que se haya podido observar que la indisciplina tiene un impacto en el tiempo de viaje estrictamente acotado a su entorno geográfico más directo, implica diferencias de calado en función de la distribución en el ámbito de la indisciplina

En este sentido, la diferencia en función de la localización de la indisciplina puede llegar a significar un incremento del tiempo de viaje de hasta el 50% en un escenario de una indisciplina de 1vh/100ml – respecto el escenario en flujo libre sin indisciplina

- Finalmente, relativo al tráfico de agitación, dicho efecto no se concentra donde se produce la indisciplina en el estacionamiento sino de forma más general en el conjunto del ámbito por lo que dicho parámetro tiene una afectación global en el conjunto del entramado urbano. Dicho efecto implica un incremento medio próximo al 12% del tiempo de viaje

Con el objetivo de poder reducir la afectación de la indisciplina, se pueden considerar diferentes opciones alternativas, referentes a la puesta en funcionamiento de diferentes medidas que permitan reducir o eliminar la indisciplina de estacionamiento o bien, en su defecto, mitigar los efectos que ésta produce.

Actualmente, desde las diferentes administraciones locales, se han ido implementando diferentes medidas para poder incidir en la indisciplina de estacionamiento relativas a acciones punitivas, regulatorias, urbanísticas o bien de bonificación. Para el caso de la ciudad de Barcelona, diferentes de estas medidas se han implementado en los últimos años y dos de ellas – una de tipo punitiva, el servicio de retirada de vehículos, y otra de carácter regulatorio, la regulación del estacionamiento en calzada – se han evaluado de forma extensiva en el presente documento.

En el caso de la implementación del servicio de retirada de vehículos mediante grúa municipal, se destacan tres aspectos del impacto del servicio en el nivel de indisciplina:

- Por un lado, el efecto a largo plazo – se debe tener en consideración que no se considera el efecto de implantación del servicio en el territorio, sino que se considera que este está ya integrado – del número de servicios realizados por parte de la grúa municipal no tiene un efecto directo en la evolución del nivel de indisciplina en la ciudad, con coeficientes de correlación en todo caso negativo
- Por otro lado, las actuaciones específicas en entornos geográficos acotados, en cambio, sí tienen una implicación directa en el nivel de indisciplina si bien depende en gran medida de las características morfológicas del entorno evaluado. Para los ámbitos de carácter

residencial y comercial se detecta una elevada correlación (superior al 0,6) mientras que en ámbitos industriales la correlación es menor (correlación próxima a 0,3)

- Finalmente, destacar que el servicio de grúa municipal tiene un impacto diferente para cada uso del suelo, siendo especialmente adecuado para entornos de ámbito residencial con una correlación superior al 0,8

En el caso de la implantación de la regulación integral del estacionamiento, éste tiene un efecto tanto directo como indirecto en la reducción de la indisciplina de estacionamiento en el conjunto de la ciudad tanto a corto (hasta un 60%) como a largo plazo (hasta el 40%), si bien el efecto se ve ligeramente reducido a medida que transcurre el tiempo. Aun así, se debe destacar que el impacto en la indisciplina es más elevado cuando la regulación se realiza en el ámbito central de la ciudad y se reduce a medida que se actúa en zonas menos céntricas (cifras desde el 60% hasta el 10%). Referente al efecto de la regulación del estacionamiento de forma integral en los ámbitos adyacentes, no se ha detectado que esto implique un incremento de la indisciplina en el estacionamiento en el entorno no regulado – como mínimo en las zonas evaluadas par este caso.

Debido a la aparición de un nuevo concepto de movilidad y el cambio de paradigma tanto a nivel de usuario como por parte de las administraciones que, se prevé que, en los próximos años, diferentes conceptos que actualmente están empezando a surgir, se establezcan y comporten un cambio importante en la aparición de la indisciplina y la afectación de la misma. Por un lado, la promoción en ámbitos urbanos de los vehículos sostenibles y del uso compartido tanto de vehículos como trayectos comportará, probablemente, una reducción de la indisciplina debido al menor número de trayectos, aunque, por el contrario, se debe tener en cuenta el uso de los nuevos servicios para que éstos no promuevan de forma indirecta las conductas poco responsables que supongan un incremento de la indisciplina. Además, a largo plazo, con la irrupción generalizada del vehículo autónomo, la indisciplina puede, en caso de realizar políticas correctas, verse reducida de forma drástica, si bien puede comportar otros problemas de carácter troncal como el incremento de tráfico, la desvaloración del aparcamiento, así como la aparición de estacionamientos no regulados en entornos urbanos perimetrales.

## 6.2. Futuras líneas de investigación

Referente a las líneas de investigación futuras, se plantean los siguientes puntos:

- Profundizar en el efecto diferencial que tiene la concentración de la indisciplina en un espacio respecto la localización homogénea de la misma, especialmente en función del nivel de ilegalidad total del ámbito para cruzar ambas variables con un análisis de estrategias de reducción o localización de la indisciplina óptimas
- Llevar a cabo un análisis de un escenario con un esquema urbano real tanto a nivel de oferta como demanda para evaluar el efecto del estacionamiento ilegal en dicho caso
- Desarrollar una metodología que permita implementar la mejor estrategia en función del esquema urbano con el objetivo de reducir el efecto del estacionamiento ilegal
- Analizar el efecto de proporcionar información de la disponibilidad en la reducción tanto de la indisciplina del estacionamiento como del tráfico de agitación y la afectación de ambas en el tiempo de viaje medio por vehículo
- Definir el efecto que tiene la implantación de un servicio de retirada de vehículos en la variación de la indisciplina. A su vez, sería interesante también poder estudiar el efecto inverso, la desimplantación del servicio, en la variación de la indisciplina de estacionamiento
- Analizar el efecto de diferentes medidas reales para la reducción de la indisciplina en función del nivel de importancia de las calles
- Analizar el efecto de la presencia de agentes de movilidad en la variación de la indisciplina de estacionamiento

## REFERENCIAS

- ABC. Almeida bajará el precio de las multas para acabar con el afán recaudatorio. [https://www.abc.es/espana/madrid/abci-elecciones-municipales-almeida-bajara-90-50-euros-multas-y-para-acabar-afan-recaudatorio-201905221126\\_noticia.html](https://www.abc.es/espana/madrid/abci-elecciones-municipales-almeida-bajara-90-50-euros-multas-y-para-acabar-afan-recaudatorio-201905221126_noticia.html). Visitado en mayo 2019.
- Adiv, A., Wang, W. (1987). *On-street parking meter behavior*. Transportation quarterly, January 1987.
- AMB. Zones de Baixa Emissió a les rondes de Barcelona. <http://www.amb.cat/es/web/mobilitat/mobilitat-sostenible/contaminacio-atmosferica/zbe-rondes-barcelona/les-zbe>. Visitado en mayo 2019.
- Andoh, A.K. (2014). *Managing road traffic congestion in the Cape coast metropolis, Ghana (Masters dissertation)*. University of Cape Coast.
- Àrea d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, Ajuntament de Barcelona (2018). *Dades Bàsiques 2017*. Barcelona.
- Arnott, R., Rowse, J. (1999). *Modeling Parking*. Journal of Urban Economics, 45, pp. 97-124.
- Axhausen, K.W. et al. (1994). *Effectiveness of the parking guidance information system in Frankfurt am Main*. Traffic Engineering and Control, 35, pp.304-309.
- Ayuntamiento de Barcelona. Tipologia dels locals cadastrals desagregats 2017 (2018). <http://www.bcn.cat/estadistica/catala/dades/timm/classol/locals/tipodes/a2017/index.htm>. Visitado en junio 2019.
- Ayuntamiento de Madrid. Zona de bajas emisiones – Madrid Central. <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Incidencias-de-Trafico/Madrid-Central-Zona-de-Bajas-Emissiones/?vgnnextoid=60d75ae1b0f64610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=2e30a90d698b1610VgnVCM1000001d4a900aRCRD>. Visitado en mayo 2019.
- Bagloee, S.A., Sarvi, M. (2017). *A modern congestion pricing policy for urban traffic: subsidy plus toll*. J. Mod. Transport. (2017) 25(3):133–149.
- Barter, P. (2016). *On-Street Parking Management. Sustainable Urban Transport Technical Document #14*. Berlin.
- Belloche, S. (2015). *On-street parking search time modelling and validation with survey-based data*. 4th International Symposium of Transport Simulation-

ISTS'14, June 2014, Corsica, France. *Transport Research Procedia* 6, 2015, pp 313-324.

Berkeley University (2010). Using ITS Research, Barcelona Launches BRT Network. <https://its.berkeley.edu/btl/2010/spring/Barcelona-BRT>. Visitado en diciembre 2018.

Bifulco, G. N. (1993). *A stochastic user equilibrium assignment model for the evaluation of parking policies*. *European Journal of Operational Research*, 71, pp.269-287.

Bimbraw, K. (2015). *Autonomous Cars: Past, Present and Future – A review of the Developments in the Last Century, the Present Scenario and the Expected Future of Autonomous Vehicle Technology*. Patiala, India.

B:SM (2011). *The Cruising for Parking in the city of Barcelona*. Barcelona.

B:SM. Objectiu de l'Àrea. <https://www.areaverda.cat/ca/informacio/tipus-de-places/area-verda>. Visitado en junio 2019.

CCMA. Canvis en les zones regulades d'aparcament a Barcelona. La nova zona lila. <https://www.ccma.cat/324/Canvis-en-les-zones-regulades-daparcament-a-Barcelona-la-nova-zona-lila/noticia/1924592/>. Visitado en junio 2019.

CCMA. Canvis en les zones regulades d'aparcament a Barcelona. La nova zona lila. <https://www.ccma.cat/324/Canvis-en-les-zones-regulades-daparcament-a-Barcelona-la-nova-zona-lila/noticia/1924592/>. Visitado en junio 2019.

Chengjuan, Zhu et al. (2014). *Parking Pricing and Model Split under Uncertainty*. *Discrete Dynamics in Nature and Society*.

City of Westminster. Motorcycles: permits and parking. <https://www.westminster.gov.uk/motorcycles-permits-and-parking>. Visitado en junio 2019.

Costa, A., Rocha, C., Meloc, S. (2014). *Parking Management Policies and the Effectiveness of Public Policy Solutions*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences – Volume 111*, February 2014, pp 965-973.

D'Artagnan Consulting (2018). *Review of international road pricing initiatives, previous reports and technologies for demand management purposes*. Ministry of Transport. Auckland.

Del'Ollio, L., Ibeas, A., Moura, J.L. (2009). *Paying for parking: improving stated-preference surveys*. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers Transport* 162 February 2009 Issue TR1 Pages 39–45.

El Periódico. En marcha los primeros 'park&ride' en el entorno de estaciones ferroviarias. <https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20180207/-amb--primeros-park-ride-entorno-estaciones-ferroviarias-6607725>. Visitado en mayo 2019.

Erich, M. (2018). *Car sharing unlocked*. ING Economics Department. ING.

Estrada, M. et al. (2010). *Design and Implementation of Efficient Transit Networks: Procedure, Case Study and Validity Test*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 17, 2011, Pages 113-135.

European Metropolitan Transport Authorities (2012). *EMTA Barometer. Nº 7*. Paris.

Fulman, N., Benenson, I. (2017). *Simulation parking for establishing parking prices*. The 6<sup>th</sup> International Workshop on Agent-based Mobility, Traffic and Transportation Models, Methodologies and Applications (ABMTRANS).

Galatioto, F., Bell, M.C. (2007). *Simulation of illegal double parking: Quantifying the traffic and pollutant impacts*. University of Palermo, University of Newcastle upon Tyne.

Gao, J., Ozbay, K. (2016). *Modeling double parking impacts on urban street*. Transportation Research Board's 95<sup>th</sup> 46 Annual Meeting, Washington, D.C., 2016.

Glazer, A. (1992). *Parking fees and Congestion*. Regional Science and Urban Economics. Volume 22. Issue 1.

Gragera, A., Albalade, D. (2016). *The impact of curbside parking regulation on garage demand*. Transport Policy, Volume 47, April 2016, Pages 160-168.

Heinrich Y. et al. (2005). *Parking policies and the effects on economy and mobility*. COST Action 342.

Hensher, D. A., & King, J. (2001). *Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 35(3), 177–196.

Hewlett Packard (2016). *The Internet of Things and Connected Cars*. Business White Paper.

Hobbs, F.D. (1979). *Traffic Planning & Engineering*. Pergamon Press, London.

Hualiang, T., Yi, Q., Ping, Y. (2002). *Parking search time and information identification for off-street spaces in New York City*. Transportation Research Record, 1800, pp. 44-52.

- Ibeas, A. et al. (2014). *Modelling parking choices considering user heterogeneity*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 70, 41-49.
- Jones, P. (2014). *The evolution of urban mobility: The interplay of academic and policy perspectives*. IATSS Research 38 (2014) 7–13.
- Kim et al. (2015). *A Study on Plan to Improve Illegal Parking using Big Data*. *Indian Journal of Science and Technology*. Chennai.
- Kimber, R.M (1984). *The Effects of Wheel Clamping in Central London*. Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report 1136, Crowthorne.
- Kraemer, C. et al. (2003). *Ingeniería de carreteras. Volumen I*. McGraw-Hill. Madrid.
- Langland-Orban B. et al. (2008). *Red Light Running Cameras: Would Crashes, Injuries and Automobile Insurance Rates Increase If They Are Used in Florida?*. Florida Public Health Review, 2008, 5: 1-7.
- Lee et al. (2014). *A study on the Analysis Effect Factors of Illegal Parking Using Data Mining*. The Journal of The Korea Institute of ITS. Korea.
- Liao, R. et al. (2016). *Crowdsourcing On-street Parking Space Detection*. Department of Computing and Communication Technologies, Oxford Brookes University, UK.
- Litman, T. (2010). *Transportation Cost and Benefit Analysis (II) Parking Costs*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria.
- Litman, T. (2006). *Parking management best practices: Victoria, BC*. Planners Press.
- Live Barcelona. A partir de 2020 estarà prohibit entrar a Barcelona amb un vehicle contaminant. <https://livebarcelona.cat/a-partir-de-2020-estara-prohibit-entrar-a-barcelona-amb-un-vehicle-contaminant/>. Visitado en enero 2019.
- Manninia, L. et al. (2017). *On-Street Parking Search Time Estimation Using FCD Data*. 20th EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2017, September 2017, Budapest, Hungary. Transportation Research Procedia 27 (2017), pp 929-936.
- Margreiter, M., Orfanou, F., Mayer, P. (2016). *Determination of the parking place availability using manual data collection enriched by crowdsourced in-vehicle data*. World Conference on Transport Research – WCTR 2016 Shanghai. July 2016.

- Marsden, G. (2014). *Parking Policy*. Transport and Sustainability (Vol. 5, pp. 11–32). Emerald Group Publishing Limited.
- Marshall, W. E. (2014). *On-Street Parking*. Transport and Sustainability .Vol. 5. 361–380. Emerald Group Publishing Limited.
- May, A.D., Turvey, I. G. (1985). *The design and conduct of park and visit and vehicle following surveys*. Institute of Transport Studies, Working paper 198, University of Leeds, 23 p.
- May, A.D. (1990). *Traffic Flow Fundamentals*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. USA.
- Mesa Movilidad Madrid (2007). *Reducción del aparcamiento ilegal en calzada*. Madrid.
- Migliore, M., Lo Burgio, A., Di Giovanna, M. (2014). *Parking pricing for a sustainable transport system*. 17<sup>th</sup> Meeting of the EURO Working Group on Transportation, EXGT2014, July 2014, Seville, Spain. Transportation Research Procedia 3 (2014), pp 403-412.
- NSW Government. *Dealing with vehicle trespass and driveway obstruction – Ideas for landowners and strata / Community schemes*. Sidney (2016).
- Oxford Mail. How Oxford Led the way to create Park and Rides. <https://www.oxfordmail.co.uk/news/10859209.how-oxford-led-the-way-to-create-park-and-rides/>. Visitado en mayo 2019.
- Polak, J., Axhausen, K. (1990). *Parking Search Behaviour: A review of Current Research and Future Prospects*. Transport Studies Unit, Oxford University, March 1990, TSU Ref 540.
- Qiana, Z., Rajagopal. R. (2013). *Optimal parking pricing in general networks with provision of occupancy information*. Procedia - Social and Behavioral Science 80, 2013, pp 779-805.
- Remi, A.J., Adegoke, A.A.I., Oyerinde, A.J. (2009). *A study of the causes, effects and ameliorative measures of road traffic congestion in Lagos Metropolis*. European Journal of Social Sciences, 11 (1), pp. 119-128.
- Rothery, R.W., Koppa, R.J. (2002). *Traffic Flow Fundamentals*. University of Massachussetts. USA
- San Martín, G.A. et al. (2016). *Modelo de comportamiento del usuario en la búsqueda de aparcamiento*. INGENIERÍA DE TRANSPORTE Vol. 19, Nº 02 91-102.

- Shoup, D. (2005). *The High Cost of Free Parking*. Chicago.
- Shoup, D. (2006). *Cruising for parking*. *Transport Policy*, 13(6), 479–486.
- Spiliopoulou, C., Antoniou, C. (2012). *Analysis of illegal parking behavior in Greece*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 48, 2012, pp 1622-1631.
- Spitaels, K., Maerivoet, S. (2008). *An empirical agent-based model of parking behaviour*. Kumho-Nectar Conference, 22 p.
- South China Morning Post. Hong Kong traffic offense fines to rise 50% from June 2018 in bid to crack down on illegal parking. <https://www.scmp.com/news/hong-kong/law-crime/article/2069884/hong-kong-traffic-offence-fines-rise-50-cent-bid-crack-down>. Visitado en enero 2019.
- Suriñach, J., Alcañiz, M., Guillén, M. (2005-2018). *Evolución de la indisciplina de aparcamiento en Barcelona nº48-93*. Departamento de Econometría, Estadística y Economía española. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Thanh, T.T.M., Friedrich, H. (2016). *Legalizing the illegal parking, a solution for parking scarcity in developing countries*. World Conference on Transport Research – WCTR 2016, Shanghai, July 2016.
- Transport Research Board (2010). *Highway Capacity Manual*. The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. Washington.
- van Ommeren, J. N., Wentink, D., and Rietveld, P. (2012). *Empirical evidence on cruising for parking*. *Transportation Research Part A* 46, 123–130.
- Vasconcelos, A. S., & Farias, T. L. (2017). *The effect of parking in local accessibility indicators: Application to two different neighborhoods in the city of Lisbon*. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 133–142.
- Wang, J., Chen, F. (2012). *Multi-Vehicle Tracking Based Traffic Illegal Parking Detection*. *Advanced Materials Research*, Vols. 532-533, pp. 540-545.
- Willeke, R. (1984) *Soziale Kosten und Nutzen der Siedlungsballung und des Ballungsverkehrs*. Frankfurt.
- Yamashita et al. (2014). *Autonomous, Distributed Parking Lot Vacancy Management Using Intervehicle Communication*. *International Journal of Vehicular Technology*.
- Yousif, S (1999). *On-street parking: Effects on traffic congestion*. *Traffic Engineering and Control* 40 (9), January 1999.

Zatti, A. (2004). *La tariffazione dei parcheggi come strumento di gestione della mobilità urbana: alcuni aspetti critici*. Quaderni del dipartimento di economia pubblica e territoriale. N. 5/2004 Università di Pavia.

Zhang et al. (2013). *A Street Parking System Using Wireless Sensor Networks*. International Journal of Distributed Sensor Networks.

# Anejos

## Contenido

<b>Anejo 1 – Metodología para la definición de características morfológicas para los barrios de la ciudad de Barcelona .....</b>	<b>-1-</b>
<b>Anejo 2 – Publicaciones derivadas de la tesi .....</b>	<b>-3-</b>
<b>Anejo 3 – Datos referentes al análisis práctico referente al análisis del impacto de diferentes variables en el tiempo de recorrido .....</b>	<b>-6-</b>
Velocidad de circulación: 30 km/h.....	-6-
Número de carriles: 2 carriles .....	-6-
Número de carriles: 3 carriles .....	-8-
Número de carriles: 4 carriles .....	-10-
Velocidad de circulación: 50 km/h.....	-12-
Número de carriles: 2 carriles .....	-12-
Número de carriles: 3 carriles .....	-14-
Número de carriles: 4 carriles .....	-16-
<b>Anejo 4 – Datos referentes al análisis práctico referente al impacto en el tiempo de recorrido para una intersección.....</b>	<b>-18-</b>
Priorización de paso - Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas....	-18-
Priorización por semaforización - Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas .....	-22-
<b>Anejo 5 – Datos referentes al análisis práctico referente al impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entorno urbano complejo .....</b>	<b>-26-</b>
Afectación en función del flujo de circulación – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas .....	-26-
Afectación en función de la localización de la indisciplina – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas.....	-30-
<b>Anejo 6 – Datos referentes al análisis práctico referente al impacto de la indisciplina en el tiempo de recorrido para un entorno urbano complejo con tráfico de agitación .....</b>	<b>-33-</b>
Afectación en función de la localización de la indisciplina – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas.....	-33-
<b>Anejo 7 – Observaciones de campo referentes a diferentes relaciones de la ecuación fundamental de tráfico .....</b>	<b>-35-</b>



## 1. ANEJO 1 – METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS PARA LOS BARRIOS DE LA CIUDAD DE BARCELONA

La metodología seguida para la definición de las características morfológicas para los diferentes barrios de la ciudad de Barcelona se plantea a continuación.

Dicha clasificación se ha utilizado para poder asignar cada barrio con una actividad destacada en relación a la actividad general de la ciudad y poder, de esta forma, clasificar la ciudad en función de sus usos.

- 1) Buscar datos de superficie catastral para cada barrio y para las diferentes tipologías morfológicas

Para dicho objetivo se ha utilizado la página web del Ayuntamiento de Barcelona que detalla la superficie catastral<sup>70</sup> en función de diferentes tipologías de uso<sup>71</sup>

- 2) Para asignar la tipología morfológica a cada barrio, se ha definido, para cada tipo de uso considerado, un umbral mínimo que se tiene que cumplir para poder caracterizar una zona con dicha tipología.

- a. Los diferentes umbrales se presentan a continuación:

Tipo morfología	% metros cuadrados respecto total barrio
Residencial	60%
Comercio	12%
Negocios	10%
Industria	20%
Educación	7%

- 3) En función de los resultados se asigna la morfología para el barrio en cuestión:

- a. En caso que para un barrio concreto únicamente haya un tipo de morfología que supera el umbral, el barrio automáticamente se le asigna la morfología correspondiente
- b. En caso que haya más de una tipología que supera el umbral, se le asigna al barrio aquella morfología que supera en un valor superior en porcentaje el umbral fijado<sup>72</sup>

<sup>70</sup> <http://www.bcn.cat/estadistica/catala/dades/timm/classol/locals/sup/a2017/index.htm>

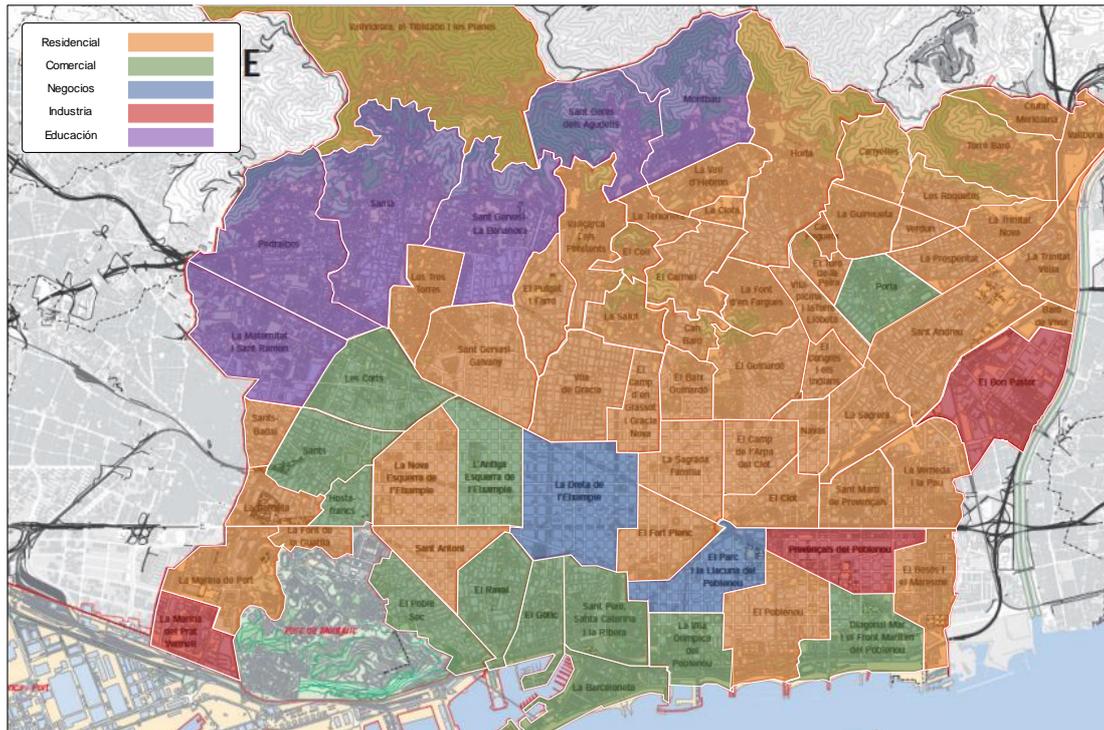
<sup>71</sup> Si bien se describen más usos de superficie, para la presente se han utilizado los referentes a suelo residencial, suelo comercial (incluyendo turismo y restauración), suelo de oficinas, suelo de industria y finalmente suelo para educación)

<sup>72</sup> Se supone un barrio que supera el umbral de residencial (que representa el 66% de su superficie) y de comercio (que representa el 15% de la superficie total). En el caso de residencial supera el umbral en un 10% mientras que en el caso de comercio lo supera en un 25%, motivo por el cual el barrio en estudio se considera comercial

c. En caso de no haberse superado ningún umbral – caso difícil pero no imposible –, se asigna aquella tipología que porcentualmente está más cerca del umbral

4) En base a esto se define para cada ámbito barrio una tipología morfológica única

A continuación se muestra para cada barrio la tipología morfológica asociada en base a la metodología.



## 2. ANEJO 2 – PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS

A continuación, se presentan las diferentes publicaciones llevadas a cabo en base al trabajo referido a la presente Tesis.

- **Morillo Carbonell, C.; Campos Cacheda, J. M. “On-street Illegal Parking Costs in Urban Areas”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 160, 19 December 2014, pp. 342-351. Elsevier. ISSN: 1877-0428**

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.146>

Scopus. Social Sciences, Social Sciences (miscellaneous). SCImago Journal Rank

(SJR): 0,156. Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0,420

### **Abstract**

Private transport represents more than a third of all the journeys carried out in large cities urban areas. The high amount of traffic in metropolitan zones implies the appearance of congestion that is one of the most important complications transport engineers must fight against. Bottle necks are one of the most common reasons of congestion effect and on-street illegal parking (double parked or driving lane parked) implies the creation of a (or successive) bottle neck. This paper is focused on to evaluate the costs that appear when on-street illegal parking is detected.

To achieve the paper's goal, first of all, the different costs of the journey have been defined and formulated; next, the effect of illegal parking has been considered and the cost related to that has been formulated for each of the different types of cost. In order to use the formulation obtained two real scenarios have been evaluated. The results obtained in real scenarios have demonstrated that the economic cost due to car parking indiscipline to the whole city is significant; also it is worth to remark that unit cost (cost provoked for a single vehicle) differs depending on the location of the violation and the affected vehicle.

On-street illegal parking cost is significantly outstanding. According to data, on street illegal parking reduction has to be one basic pillar of mobility policies. This reduction would allow a higher road capacity and, consequently, greater traffic fluidity

- **Morillo Carbonell, C.; Campos Cacheda, J. M. “On-street illegal parking: effect on vehicles travel time”. *Actas del XVIII Congreso***

**Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística.  
Santander, junio de 2014. ISBN: 978-84-617-0085-1**

**Abstract**

Private transport represents more than the third of all journeys carried out in large cities. The high amount of traffic in metropolitan zones implies the appearance of congestion which is one of the most important complications transport engineers must fight against.

Bottle necks are one of the most common reasons of congestion and on-street illegal parking (double parked or driving lane parked) implies the creation of a (or successive) bottle neck. This paper is focused on the evaluation of the costs that appear when on-street illegal parking is detected and specifically its effects on driving vehicles travel time.

To achieve this goal, different approaches to travel time costs due to on-street illegal parking have been carried out to evaluate the magnitude of distinct variables referred to illegal parked vehicles as well as traffic conditions.

The results obtained allow concluding that illegal parking reduction is a strategic issue to decrease travel time (or increase average vehicle speed).

- **Morillo Carbonell, C.; Campos Cacheda, J. M. “Effect of illegal on-street parking on travel times in urban environment”. Actas del XII Congreso de Ingeniería del Transporte. Valencia, junio de 2016. pp. 2491-2503. ISBN: 978-84-608-9960-0**

**Abstract**

The aim of this paper is to evaluate the effect of the on-street illegal parking on the commercial travel time of the vehicles in the area.

The effect of the illegal parking in the travel time of the vehicles in the zone is analyzed in an urban scenario in order to quantify the negative impact that illegal parking implies to this, by itself, congested areas. To achieve the objective of the paper, a 3x3 street model has been designed and evaluated for different situations.

In this sense, based on a traffic microsimulation model a bunch of scenarios have been considered in function of parameters referred to intensity of vehicles, illegal on street parking level and location of the illegals.

Based on the scenarios mentioned, it has been analyzed the effect that the different parameters have on the commercial speed of the vehicles in order to

have a first set of information that permits how to act to reduce the effect of illegal on street parking.

The results obtained in this article will be able to be used in next steps in order to define direct and indirect reduction strategies referred to illegal on street parking effect.

- **Morillo Carbonell, C.; Campos Cacheda, J. M. “Effect of cruising for parking in illegal onstreet parking schemes in urban environment”. *Actas del XIII Congreso de Ingeniería del Transporte. Gijón, junio de 2018. pp. 1012-1023. ISBN: 978-84-09-00787-5***

### **Abstract**

The illegal parking is one of the key reasons that imply a capacity reduction of the roads and, consequently, the apparition of bottlenecks and congestion.

This illegal parking is related to, in the vast majority of cases, the infructuous search for parking (the known as Cruising for Parking) that implies not to stop driving when the car arrived to the destination to the lack of a space for parking.

The aim of this paper is to evaluate the effect of Cruising for parking on the circulation of all the vehicles in the area.

### 3. ANEJO 3 – DATOS REFERENTES AL ANÁLISIS PRÁCTICO REFERENTE AL ANÁLISIS DEL IMPACTO DE DIFERENTES VARIABLES EN EL TIEMPO DE RECORRIDO

#### 1. Velocidad de circulación: 30 km/h

##### I. Número de carriles: 2 carriles

*Localización de los vehículos estacionados: un lado*

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,84	10,90	10,84	10,86	10,98	10,84	10,86	11,00	11,26	11,10	11,02
200	10,90	10,94	11,02	11,04	11,10	11,10	11,10	11,20	11,10	11,12	11,20
300	10,96	11,06	11,08	11,18	11,20	11,20	11,20	11,36	11,38	11,42	11,38
400	11,04	11,22	11,28	11,34	11,54	11,46	11,42	11,46	11,46	11,66	11,54
500	11,10	11,26	11,30	11,56	11,78	11,74	11,68	11,88	12,00	11,70	11,72
600	11,16	11,40	11,76	12,04	12,16	11,80	12,02	12,56	12,12	12,30	12,34
700	11,28	11,54	12,12	12,32	12,24	12,50	12,20	12,74	13,08	12,98	13,26
800	11,34	11,66	12,20	12,56	13,34	13,64	12,30	12,96	13,24	13,58	13,82
900	11,46	11,84	12,56	12,64	13,38	12,66	13,54	13,18	14,08	14,14	14,44
1000	11,52	12,08	12,42	13,06	13,80	13,82	14,14	14,80	14,22	14,82	15,52
1100	11,60	12,26	12,40	13,96	14,62	14,04	13,64	14,92	14,52	14,56	15,74
1200	11,7	12,46	13,02	13,82	15,32	14,42	13,98	14,64	15,74	14,84	15,92
1300	11,86	12,80	13,20	14,30	15,06	14,28	15,18	15,54	15,26	15,44	16,20
1400	12,00	12,72	13,12	14,10	14,66	15,30	15,72	15,46	15,74	15,28	16,72
1500	12,18	13,02	13,78	14,00	15,74	14,74	15,32	15,26	15,92	16,18	16,62
1600	12,36	12,94	13,84	14,40	15,58	15,26	14,82	16,06	15,40	16,34	16,54
1700	12,46	13,02	13,58	14,28	15,12	15,98	14,92	15,24	15,86	16,62	16,52
1800	12,56	13,34	13,64	14,28	15,06	14,98	15,12	15,36	15,94	16,14	16,24

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,6%	0,0%	0,2%	1,3%	0,0%	0,2%	1,5%	3,9%	2,4%	1,7%
200	0,6%	0,9%	1,7%	1,8%	2,4%	2,4%	2,4%	3,3%	2,4%	2,6%	3,3%
300	1,1%	2,0%	2,2%	3,1%	3,3%	3,3%	3,3%	4,8%	5,0%	5,4%	5,0%
400	1,8%	3,5%	4,1%	4,6%	6,5%	5,7%	5,4%	5,7%	5,7%	7,6%	6,5%
500	2,4%	3,9%	4,2%	6,6%	8,7%	8,3%	7,7%	9,6%	10,7%	7,9%	8,1%
600	3,0%	5,2%	8,5%	11,1%	12,2%	8,9%	10,9%	15,9%	11,8%	13,5%	13,8%
700	4,1%	6,5%	11,8%	13,7%	12,9%	15,3%	12,5%	17,5%	20,7%	19,7%	22,3%
800	4,6%	7,6%	12,5%	15,9%	23,1%	25,8%	13,5%	19,6%	22,1%	25,3%	27,5%
900	5,7%	9,2%	15,9%	16,6%	23,4%	16,8%	24,9%	21,6%	29,9%	30,4%	33,2%
1000	6,3%	11,4%	14,6%	20,5%	27,3%	27,5%	30,4%	36,5%	31,2%	36,7%	43,2%
1100	7,0%	13,1%	14,4%	28,8%	34,9%	29,5%	25,8%	37,6%	33,9%	34,3%	45,2%
1200	7,9%	14,9%	20,1%	27,5%	41,3%	33,0%	29,0%	35,1%	45,2%	36,9%	46,9%
1300	9,4%	18,1%	21,8%	31,9%	38,9%	31,7%	40,0%	43,4%	40,8%	42,4%	49,4%
1400	10,7%	17,3%	21,0%	30,1%	35,2%	41,1%	45,0%	42,6%	45,2%	41,0%	54,2%
1500	12,4%	20,1%	27,1%	29,2%	45,2%	36,0%	41,3%	40,8%	46,9%	49,3%	53,3%
1600	14,0%	19,4%	27,7%	32,8%	43,7%	40,8%	36,7%	48,2%	42,1%	50,7%	52,6%
1700	14,9%	20,1%	25,3%	31,7%	39,5%	47,4%	37,6%	40,6%	46,3%	53,3%	52,4%
1800	15,9%	23,1%	25,8%	31,7%	38,9%	38,2%	39,5%	41,7%	47,0%	48,9%	49,8%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,84	10,90	10,84	10,90	11,06	10,80	10,98	11,24	12,62	11,72	11,34
200	10,90	10,94	11,04	11,06	11,12	11,16	11,54	12,58	11,56	11,54	11,72
300	10,96	11,10	11,10	11,38	11,24	11,26	11,30	11,56	11,76	11,74	11,86
400	11,04	11,24	11,28	11,42	11,52	11,52	11,80	11,86	11,84	11,90	11,70
500	11,10	11,26	11,28	11,56	11,86	11,86	11,84	12,08	12,10	12,56	12,22
600	11,16	11,34	11,68	11,80	12,14	11,88	12,70	12,84	12,80	13,22	12,84
700	11,28	11,58	12,30	12,00	12,28	12,52	12,58	13,12	13,00	13,82	13,40
800	11,34	11,76	12,26	12,72	12,80	13,00	13,30	13,82	13,84	14,64	15,04
900	11,46	11,92	12,54	12,68	13,42	12,98	13,54	13,54	13,74	13,80	14,68
1000	11,52	12,06	12,10	13,70	13,50	14,12	14,06	14,88	14,40	15,08	15,24
1100	11,60	12,28	12,48	14,24	13,78	14,58	13,84	14,60	14,34	15,16	15,90
1200	11,70	12,50	13,14	14,04	14,14	14,84	14,22	14,60	14,82	15,40	16,30
1300	11,86	12,90	13,68	14,82	15,22	14,14	14,98	15,26	16,06	15,62	16,74
1400	12,00	12,68	13,54	14,42	15,02	15,46	14,84	15,42	15,76	16,46	16,30
1500	12,18	13,10	13,70	14,28	14,72	14,84	15,42	15,58	14,92	15,96	16,42
1600	12,36	12,86	13,84	14,22	15,28	15,84	16,08	15,86	15,70	15,76	16,18
1700	12,46	13,12	13,32	14,50	15,00	15,30	15,12	16,06	16,76	16,36	16,66
1800	12,56	13,36	13,34	14,28	15,42	14,72	15,58	16,08	16,24	16,38	16,66

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%	2,0%	-0,4%	1,3%	3,7%	16,4%	8,1%	4,6%
200	0,6%	0,9%	1,8%	2,0%	2,6%	3,0%	6,5%	16,1%	6,6%	6,5%	8,1%
300	1,1%	2,4%	2,4%	5,0%	3,7%	3,9%	4,2%	6,6%	8,5%	8,3%	9,4%
400	1,8%	3,7%	4,1%	5,4%	6,3%	6,3%	8,9%	9,4%	9,2%	9,8%	7,9%
500	2,4%	3,9%	4,1%	6,6%	9,4%	9,4%	9,2%	11,4%	11,6%	15,9%	12,7%
600	3,0%	4,6%	7,7%	8,9%	12,0%	9,6%	17,2%	18,5%	18,1%	22,0%	18,5%
700	4,1%	6,8%	13,5%	10,7%	13,3%	15,5%	16,1%	21,0%	19,9%	27,5%	23,6%
800	4,6%	8,5%	13,1%	17,3%	18,1%	19,9%	22,7%	27,5%	27,7%	35,1%	38,7%
900	5,7%	10,0%	15,7%	17,0%	23,8%	19,7%	24,9%	24,9%	26,8%	27,3%	35,4%
1000	6,3%	11,3%	11,6%	26,4%	24,5%	30,3%	29,7%	37,3%	32,8%	39,1%	40,6%
1100	7,0%	13,3%	15,1%	31,4%	27,1%	34,5%	27,7%	34,7%	32,3%	39,9%	46,7%
1200	7,9%	15,3%	21,2%	29,5%	30,4%	36,9%	31,2%	34,7%	36,7%	42,1%	50,4%
1300	9,4%	19,0%	26,2%	36,7%	40,4%	30,4%	38,2%	40,8%	48,2%	44,1%	54,4%
1400	10,7%	17,0%	24,9%	33,0%	38,6%	42,6%	36,9%	42,3%	45,4%	51,8%	50,4%
1500	12,4%	20,8%	26,4%	31,7%	35,8%	36,9%	42,3%	43,7%	37,6%	47,2%	51,5%
1600	14,0%	18,6%	27,7%	31,2%	41,0%	46,1%	48,3%	46,3%	44,8%	45,4%	49,3%
1700	14,9%	21,0%	22,9%	33,8%	38,4%	41,1%	39,5%	48,2%	54,6%	50,9%	53,7%
1800	15,9%	23,2%	23,1%	31,7%	42,3%	35,8%	43,7%	48,3%	49,8%	51,1%	53,7%

II. Número de carriles: 3 carriles

Localización de los vehículos estacionados: un lado

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,88	10,88	10,86	10,84	10,86	10,84	10,90	10,86	10,86	10,88	10,94
200	10,88	10,90	10,90	10,96	10,96	10,96	10,94	11,00	11,04	11,06	11,04
300	10,96	11,06	11,06	11,12	11,06	11,16	11,08	11,14	11,08	11,08	11,18
400	11,04	11,08	11,16	11,24	11,32	11,32	11,28	11,38	11,34	11,36	11,30
500	11,08	11,20	11,24	11,40	11,46	11,46	11,38	11,50	11,50	11,54	11,56
600	11,18	11,34	11,40	11,48	11,58	11,54	11,70	11,60	11,68	11,72	11,76
700	11,24	11,40	11,40	11,68	11,82	11,86	11,76	11,96	11,86	11,84	12,02
800	11,30	11,44	11,70	11,92	12,08	12,00	12,06	12,26	12,64	12,32	12,40
900	11,38	11,62	11,72	12,16	12,32	12,30	12,70	13,00	12,92	13,28	12,84
1000	11,52	11,82	11,90	12,40	12,78	13,08	12,84	13,10	13,12	13,44	13,92
1100	11,58	11,88	12,10	12,24	13,10	13,04	13,42	13,22	13,30	13,66	14,08
1200	11,70	12,10	12,52	13,06	13,52	13,72	13,52	13,44	14,24	13,86	14,56
1300	11,82	12,20	12,58	13,22	13,40	13,84	13,78	14,16	13,98	14,86	14,66
1400	11,98	12,30	12,86	13,44	13,76	13,74	14,22	14,44	14,70	14,68	14,78
1500	12,18	12,78	13,08	13,58	13,86	14,04	14,48	14,38	14,46	14,84	14,74
1600	12,32	12,68	13,04	13,44	14,48	14,18	14,04	14,18	14,52	15,06	15,82
1700	12,46	12,92	13,16	13,42	13,96	14,04	14,04	14,08	14,70	14,74	14,58
1800	12,50	12,84	13,20	13,56	14,18	14,46	14,06	14,70	14,76	15,02	15,18

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,4%	-0,2%	-0,4%	0,2%	-0,2%	-0,2%	0,0%	0,6%
200	0,0%	0,2%	0,2%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	1,1%	1,5%	1,7%	1,5%
300	0,7%	1,7%	1,7%	2,2%	1,7%	2,6%	1,8%	2,4%	1,8%	1,8%	2,8%
400	1,5%	1,8%	2,6%	3,3%	4,0%	4,0%	3,7%	4,6%	4,2%	4,4%	3,9%
500	1,8%	2,9%	3,3%	4,8%	5,3%	5,3%	4,6%	5,7%	5,7%	6,1%	6,3%
600	2,8%	4,2%	4,8%	5,5%	6,4%	6,1%	7,5%	6,6%	7,4%	7,7%	8,1%
700	3,3%	4,8%	4,8%	7,4%	8,6%	9,0%	8,1%	9,9%	9,0%	8,8%	10,5%
800	3,9%	5,1%	7,5%	9,6%	11,0%	10,3%	10,8%	12,7%	16,2%	13,2%	14,0%
900	4,6%	6,8%	7,7%	11,8%	13,2%	13,1%	16,7%	19,5%	18,8%	22,1%	18,0%
1000	5,9%	8,6%	9,4%	14,0%	17,5%	20,2%	18,0%	20,4%	20,6%	23,5%	27,9%
1100	6,4%	9,2%	11,2%	12,5%	20,4%	19,9%	23,3%	21,5%	22,2%	25,6%	29,4%
1200	7,5%	11,2%	15,1%	20,0%	24,3%	26,1%	24,3%	23,5%	30,9%	27,4%	33,8%
1300	8,6%	12,1%	15,6%	21,5%	23,2%	27,2%	26,7%	30,1%	28,5%	36,6%	34,7%
1400	10,1%	13,1%	18,2%	23,5%	26,5%	26,3%	30,7%	32,7%	35,1%	34,9%	35,8%
1500	11,9%	17,5%	20,2%	24,8%	27,4%	29,0%	33,1%	32,2%	32,9%	36,4%	35,5%
1600	13,2%	16,5%	19,9%	23,5%	33,1%	30,3%	29,0%	30,3%	33,5%	38,4%	45,4%
1700	14,5%	18,8%	21,0%	23,3%	28,3%	29,0%	29,0%	29,4%	35,1%	35,5%	34,0%
1800	14,9%	18,0%	21,3%	24,6%	30,3%	32,9%	29,2%	35,1%	35,7%	38,1%	39,5%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,88	10,88	10,84	10,86	10,94	10,88	10,92	10,90	10,94	10,96	10,90
200	10,88	10,92	10,70	11,00	10,96	10,98	11,00	11,12	11,20	11,08	11,14
300	10,96	11,06	11,04	11,12	11,08	11,22	11,16	11,22	11,22	11,28	11,36
400	11,04	11,10	11,12	11,26	11,34	11,28	11,34	11,74	11,60	11,54	11,48
500	11,08	11,16	11,30	11,40	11,42	11,66	11,42	11,60	11,60	12,06	12,12
600	11,18	11,28	11,40	11,50	11,72	12,00	11,86	12,06	12,28	11,94	12,84
700	11,24	11,42	11,38	11,76	11,88	12,26	12,06	12,62	12,98	12,44	12,48
800	11,30	11,48	11,66	12,18	12,14	12,08	12,46	12,40	13,46	13,10	13,06
900	11,38	11,58	11,86	12,20	12,84	12,56	12,74	13,46	13,16	13,96	13,56
1000	11,52	11,78	11,96	12,46	13,08	13,22	13,22	13,74	13,50	14,62	14,60
1100	11,58	11,96	12,42	12,58	13,34	13,24	13,36	13,90	14,84	14,84	14,26
1200	11,68	12,04	12,32	13,34	13,80	13,78	13,74	14,00	14,52	14,58	14,82
1300	11,82	12,28	12,60	13,30	13,54	13,76	13,64	14,56	14,66	14,72	15,10
1400	11,98	12,26	12,82	13,36	14,10	13,78	14,58	14,82	14,80	15,42	15,48
1500	12,18	12,76	13,10	13,42	13,88	14,18	14,30	14,14	14,52	15,24	15,22
1600	12,32	12,72	13,30	13,74	14,32	14,32	14,34	14,58	14,92	15,36	15,18
1700	12,46	12,92	13,28	13,62	14,04	14,00	14,28	14,62	15,24	14,84	15,04
1800	12,50	12,84	13,16	13,54	14,22	14,20	14,38	15,20	14,94	15,64	15,46

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,0%	-0,4%	-0,2%	0,6%	0,0%	0,4%	0,2%	0,6%	0,7%	0,2%
200	0,0%	0,4%	-1,7%	1,1%	0,7%	0,9%	1,1%	2,2%	2,9%	1,8%	2,4%
300	0,7%	1,7%	1,5%	2,2%	1,8%	3,1%	2,6%	3,1%	3,1%	3,7%	4,4%
400	1,5%	2,0%	2,2%	3,5%	4,2%	3,7%	4,2%	7,9%	6,6%	6,1%	5,5%
500	1,8%	2,6%	3,9%	4,8%	5,0%	7,2%	5,0%	6,6%	6,6%	10,8%	11,4%
600	2,8%	3,7%	4,8%	5,7%	7,7%	10,3%	9,0%	10,8%	12,9%	9,7%	18,0%
700	3,3%	5,0%	4,6%	8,1%	9,2%	12,7%	10,8%	16,0%	19,3%	14,3%	14,7%
800	3,9%	5,5%	7,2%	11,9%	11,6%	11,0%	14,5%	14,0%	23,7%	20,4%	20,0%
900	4,6%	6,4%	9,0%	12,1%	18,0%	15,4%	17,1%	23,7%	21,0%	28,3%	24,6%
1000	5,9%	8,3%	9,9%	14,5%	20,2%	21,5%	21,5%	26,3%	24,1%	34,4%	34,2%
1100	6,4%	9,9%	14,2%	15,6%	22,6%	21,7%	22,8%	27,8%	36,4%	36,4%	31,1%
1200	7,4%	10,7%	13,2%	22,6%	26,8%	26,7%	26,3%	28,7%	33,5%	34,0%	36,2%
1300	8,6%	12,9%	15,8%	22,2%	24,4%	26,5%	25,4%	33,8%	34,7%	35,3%	38,8%
1400	10,1%	12,7%	17,8%	22,8%	29,6%	26,7%	34,0%	36,2%	36,0%	41,7%	42,3%
1500	11,9%	17,3%	20,4%	23,3%	27,6%	30,3%	31,4%	30,0%	33,5%	40,1%	39,9%
1600	13,2%	16,9%	22,2%	26,3%	31,6%	31,6%	31,8%	34,0%	37,1%	41,2%	39,5%
1700	14,5%	18,8%	22,1%	25,2%	29,0%	28,7%	31,3%	34,4%	40,1%	36,4%	38,2%
1800	14,9%	18,0%	21,0%	24,4%	30,7%	30,5%	32,2%	39,7%	37,3%	43,8%	42,1%

III. Número de carriles: 4 carriles

Localización de los vehículos estacionados: un lado

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,86	10,86	10,90	10,90	10,94	10,92	10,88	10,92	10,92	10,90	10,96
200	10,90	10,92	10,96	10,96	10,98	10,98	10,98	11,00	10,98	11,00	11,04
300	10,96	10,96	10,98	11,10	11,08	11,10	11,04	11,12	11,12	11,14	11,12
400	11,00	11,02	11,10	11,14	11,20	11,22	11,18	11,28	11,22	11,32	11,30
500	11,10	11,12	11,16	11,28	11,24	11,30	11,32	11,38	11,32	11,40	11,34
600	11,16	11,22	11,26	11,38	11,46	11,42	11,48	11,58	11,56	11,60	11,56
700	11,20	11,36	11,34	11,50	11,60	11,60	11,78	11,70	11,82	11,84	11,96
800	11,30	11,40	11,64	11,60	11,92	11,84	11,90	12,04	12,10	12,16	12,34
900	11,38	11,52	11,78	12,06	11,98	12,14	12,14	12,54	12,34	12,70	12,54
1000	11,44	11,64	11,80	12,00	12,28	12,68	12,52	12,78	12,76	13,20	13,06
1100	11,52	11,72	12,28	12,08	12,46	12,68	12,84	12,78	13,16	13,52	13,76
1200	11,68	11,88	12,10	12,56	12,74	12,74	13,12	13,34	13,42	13,72	14,06
1300	11,78	12,04	12,40	12,66	12,88	13,48	13,34	13,92	13,78	14,00	14,22
1400	11,96	12,16	12,70	12,76	13,28	13,02	13,44	13,40	13,98	13,90	14,12
1500	12,10	12,40	12,94	12,98	13,38	13,30	13,28	13,90	13,88	14,20	14,44
1600	12,34	12,44	12,84	12,96	13,42	13,58	13,82	13,48	14,36	14,56	14,64
1700	12,48	12,72	12,80	13,32	13,52	13,44	13,78	13,70	13,96	14,32	14,34
1800	12,50	12,66	12,78	13,20	13,86	13,50	13,74	13,78	13,96	14,40	14,14

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,7%	0,6%	0,2%	0,6%	0,6%	0,4%	0,9%
200	0,4%	0,6%	0,9%	0,9%	1,1%	1,1%	1,1%	1,3%	1,1%	1,3%	1,7%
300	0,9%	0,9%	1,1%	2,2%	2,0%	2,2%	1,7%	2,4%	2,4%	2,6%	2,4%
400	1,3%	1,5%	2,2%	2,6%	3,1%	3,3%	2,9%	3,9%	3,3%	4,2%	4,1%
500	2,2%	2,4%	2,8%	3,9%	3,5%	4,1%	4,2%	4,8%	4,2%	5,0%	4,4%
600	2,8%	3,3%	3,7%	4,8%	5,5%	5,2%	5,7%	6,6%	6,4%	6,8%	6,4%
700	3,1%	4,6%	4,4%	5,9%	6,8%	6,8%	8,5%	7,7%	8,8%	9,0%	10,1%
800	4,1%	5,0%	7,2%	6,8%	9,8%	9,0%	9,6%	10,9%	11,4%	12,0%	13,6%
900	4,8%	6,1%	8,5%	11,0%	10,3%	11,8%	11,8%	15,5%	13,6%	16,9%	15,5%
1000	5,3%	7,2%	8,7%	10,5%	13,1%	16,8%	15,3%	17,7%	17,5%	21,5%	20,3%
1100	6,1%	7,9%	13,1%	11,2%	14,7%	16,8%	18,2%	17,7%	21,2%	24,5%	26,7%
1200	7,6%	9,4%	11,4%	15,7%	17,3%	17,3%	20,8%	22,8%	23,6%	26,3%	29,5%
1300	8,5%	10,9%	14,2%	16,6%	18,6%	24,1%	22,8%	28,2%	26,9%	28,9%	30,9%
1400	10,1%	12,0%	16,9%	17,5%	22,3%	19,9%	23,8%	23,4%	28,7%	28,0%	30,0%
1500	11,4%	14,2%	19,2%	19,5%	23,2%	22,5%	22,3%	28,0%	27,8%	30,8%	33,0%
1600	13,6%	14,5%	18,2%	19,3%	23,6%	25,0%	27,3%	24,1%	32,2%	34,1%	34,8%
1700	14,9%	17,1%	17,9%	22,7%	24,5%	23,8%	26,9%	26,2%	28,5%	31,9%	32,0%
1800	15,1%	16,6%	17,7%	21,5%	27,6%	24,3%	26,5%	26,9%	28,5%	32,6%	30,2%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	10,86	10,86	10,90	10,90	10,92	10,90	10,92	10,94	10,96	10,92	10,92
200	10,90	10,94	10,94	10,96	11,00	10,98	10,98	10,98	10,98	11,04	11,00
300	10,96	10,96	11,02	11,10	11,12	11,10	11,10	11,16	11,16	11,22	11,22
400	11,00	11,02	11,08	11,16	11,24	11,20	11,18	11,28	11,28	11,44	11,42
500	11,10	11,12	11,14	11,32	11,30	11,32	11,34	11,44	11,38	11,58	11,48
600	11,16	11,22	11,34	11,40	11,52	11,44	11,44	11,68	11,84	11,76	11,68
700	11,20	11,44	11,34	11,60	11,60	11,68	11,78	11,88	11,92	12,34	12,06
800	11,30	11,38	11,52	11,64	11,84	11,92	12,02	12,42	12,30	12,62	12,76
900	11,38	11,50	11,74	12,00	12,08	12,04	12,44	12,46	12,80	12,74	13,42
1000	11,44	11,66	11,86	12,18	12,58	12,68	12,78	13,12	13,06	13,96	13,76
1100	11,52	11,74	12,08	12,10	12,70	12,78	12,88	12,88	13,26	13,70	13,68
1200	11,68	11,84	12,26	12,50	12,92	12,80	13,24	13,30	13,60	14,16	14,70
1300	11,78	12,02	12,54	12,74	13,20	13,52	13,56	14,12	13,80	13,84	14,44
1400	11,96	12,08	12,60	13,08	13,68	13,30	13,68	14,16	14,74	15,00	14,80
1500	12,10	12,36	12,64	13,34	13,44	13,54	13,72	14,54	14,18	14,42	14,92
1600	12,34	12,60	12,88	13,38	13,32	13,64	13,98	14,08	14,52	14,46	14,82
1700	12,34	12,60	12,88	13,38	13,32	13,64	13,98	14,08	14,52	14,46	14,82
1800	12,50	12,74	12,98	13,16	13,52	13,74	13,86	14,10	14,56	14,82	15,34

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,6%	0,4%	0,6%	0,7%	0,9%	0,6%	0,6%
200	0,4%	0,7%	0,7%	0,9%	1,3%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,7%	1,3%
300	0,9%	0,9%	1,5%	2,2%	2,4%	2,2%	2,2%	2,8%	2,8%	3,3%	3,3%
400	1,3%	1,5%	2,0%	2,8%	3,5%	3,1%	2,9%	3,9%	3,9%	5,3%	5,2%
500	2,2%	2,4%	2,6%	4,2%	4,1%	4,2%	4,4%	5,3%	4,8%	6,6%	5,7%
600	2,8%	3,3%	4,4%	5,0%	6,1%	5,3%	5,3%	7,6%	9,0%	8,3%	7,6%
700	3,1%	5,3%	4,4%	6,8%	6,8%	7,6%	8,5%	9,4%	9,8%	13,6%	11,0%
800	4,1%	4,8%	6,1%	7,2%	9,0%	9,8%	10,7%	14,4%	13,3%	16,2%	17,5%
900	4,8%	5,9%	8,1%	10,5%	11,2%	10,9%	14,5%	14,7%	17,9%	17,3%	23,6%
1000	5,3%	7,4%	9,2%	12,2%	15,8%	16,8%	17,7%	20,8%	20,3%	28,5%	26,7%
1100	6,1%	8,1%	11,2%	11,4%	16,9%	17,7%	18,6%	18,6%	22,1%	26,2%	26,0%
1200	7,6%	9,0%	12,9%	15,1%	19,0%	17,9%	21,9%	22,5%	25,2%	30,4%	35,4%
1300	8,5%	10,7%	15,5%	17,3%	21,5%	24,5%	24,9%	30,0%	27,1%	27,4%	33,0%
1400	10,1%	11,2%	16,0%	20,4%	26,0%	22,5%	26,0%	30,4%	35,7%	38,1%	36,3%
1500	11,4%	13,8%	16,4%	22,8%	23,8%	24,7%	26,3%	33,9%	30,6%	32,8%	37,4%
1600	13,6%	16,0%	18,6%	23,2%	22,7%	25,6%	28,7%	29,7%	33,7%	33,1%	36,5%
1700	13,6%	16,0%	18,6%	23,2%	22,7%	25,6%	28,7%	29,7%	33,7%	33,1%	36,5%
1800	15,1%	17,3%	19,5%	21,2%	24,5%	26,5%	27,6%	29,8%	34,1%	36,5%	41,3%

## 2. Velocidad de circulación: 50 km/h

### I. Número de carriles: 2 carriles

#### Localización de los vehículos estacionados: un lado

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,54	7,66	7,70	7,70	7,68	7,60	7,64	7,84	8,04	7,96	8,10
200	7,58	7,62	7,70	7,80	7,82	7,88	7,92	7,92	8,14	7,96	7,88
300	7,66	7,80	7,80	7,90	7,92	7,92	7,96	8,16	8,06	8,18	8,24
400	7,80	7,96	7,98	8,08	8,20	8,22	8,26	8,26	8,10	8,28	8,36
500	7,96	8,04	8,08	8,40	8,48	8,46	8,70	8,64	8,90	8,58	8,40
600	8,08	8,20	8,38	8,82	8,82	8,76	9,06	9,16	9,28	9,42	9,36
700	8,20	8,40	8,76	8,98	9,06	9,20	9,36	9,34	9,80	10,40	9,74
800	8,38	8,64	9,02	9,24	9,74	9,78	9,56	9,76	10,08	11,86	10,90
900	8,46	9,06	9,38	9,82	10,10	9,78	10,50	10,70	10,52	11,18	11,70
1000	8,62	9,12	9,40	10,16	10,20	10,52	10,56	11,18	11,32	11,16	12,44
1100	8,82	9,44	9,44	10,76	10,96	11,26	10,86	11,82	11,72	11,74	12,62
1200	9,02	9,46	10,06	11,10	11,06	11,38	11,44	11,48	12,14	12,24	12,72
1300	9,25	9,66	10,42	11,36	11,84	11,96	11,86	11,84	12,96	13,60	13,24
1400	9,50	10,48	11,02	11,38	12,26	12,40	11,74	11,92	13,30	13,04	13,70
1500	9,94	10,36	11,08	11,74	12,40	12,42	12,60	12,44	12,52	13,28	13,18
1600	10,30	10,84	11,68	11,80	12,46	12,12	12,70	13,24	13,44	12,94	13,24
1700	10,36	10,88	11,68	12,18	12,82	12,22	12,52	12,96	13,34	13,12	14,30
1800	10,62	10,92	11,68	12,38	12,42	12,26	13,04	13,02	13,58	13,42	13,44

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	1,6%	2,1%	2,1%	1,9%	0,8%	1,3%	4,0%	6,6%	5,6%	7,4%
200	0,5%	1,1%	2,1%	3,4%	3,7%	4,5%	5,0%	5,0%	8,0%	5,6%	4,5%
300	1,6%	3,4%	3,4%	4,8%	5,0%	5,0%	5,6%	8,2%	6,9%	8,5%	9,3%
400	3,4%	5,6%	5,8%	7,2%	8,8%	9,0%	9,5%	9,5%	7,4%	9,8%	10,9%
500	5,6%	6,6%	7,2%	11,4%	12,5%	12,2%	15,4%	14,6%	18,0%	13,8%	11,4%
600	7,2%	8,8%	11,1%	17,0%	17,0%	16,2%	20,2%	21,5%	23,1%	24,9%	24,1%
700	8,8%	11,4%	16,2%	19,1%	20,2%	22,0%	24,1%	23,9%	30,0%	37,9%	29,2%
800	11,1%	14,6%	19,6%	22,5%	29,2%	29,7%	26,8%	29,4%	33,7%	57,3%	44,6%
900	12,2%	20,2%	24,4%	30,2%	34,0%	29,7%	39,3%	41,9%	39,5%	48,3%	55,2%
1000	14,3%	21,0%	24,7%	34,7%	35,3%	39,5%	40,1%	48,3%	50,1%	48,0%	65,0%
1100	17,0%	25,2%	25,2%	42,7%	45,4%	49,3%	44,0%	56,8%	55,4%	55,7%	67,4%
1200	19,6%	25,5%	33,4%	47,2%	46,7%	50,9%	51,7%	52,3%	61,0%	62,3%	68,7%
1300	22,7%	28,1%	38,2%	50,7%	57,0%	58,6%	57,3%	57,0%	71,9%	80,4%	75,6%
1400	26,0%	39,0%	46,2%	50,9%	62,6%	64,5%	55,7%	58,1%	76,4%	72,9%	81,7%
1500	31,8%	37,4%	46,9%	55,7%	64,5%	64,7%	67,1%	65,0%	66,0%	76,1%	74,8%
1600	36,6%	43,8%	54,9%	56,5%	65,3%	60,7%	68,4%	75,6%	78,2%	71,6%	75,6%
1700	37,4%	44,3%	54,9%	61,5%	70,0%	62,1%	66,0%	71,9%	76,9%	74,0%	89,7%
1800	40,8%	44,8%	54,9%	64,2%	64,7%	62,6%	72,9%	72,7%	80,1%	78,0%	78,2%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,54	7,66	7,68	7,82	7,84	7,60	7,64	8,16	8,14	8,52	8,66
200	7,58	7,60	7,68	7,84	7,80	8,30	8,04	8,18	8,24	8,46	8,28
300	7,66	7,80	7,80	8,02	7,88	8,08	8,04	8,16	8,32	8,46	8,60
400	7,80	7,96	7,94	8,18	8,30	8,52	8,68	8,58	8,52	8,74	8,62
500	7,96	8,06	8,10	8,84	9,00	8,60	8,66	8,94	9,04	8,76	8,94
600	8,08	8,18	8,46	8,78	8,94	8,74	9,46	9,70	9,72	10,04	10,20
700	8,20	8,38	8,80	9,18	9,24	9,46	9,28	9,82	10,46	10,74	10,22
800	8,38	8,82	8,90	9,26	9,56	9,94	9,98	9,98	10,80	11,24	11,30
900	8,46	8,90	9,38	9,82	9,80	9,72	10,78	10,14	11,22	11,40	12,04
1000	8,62	9,02	9,42	10,22	10,22	10,62	10,82	11,52	11,38	11,86	12,94
1100	8,82	9,44	9,50	10,98	10,62	11,50	11,28	12,10	12,46	11,30	12,42
1200	9,02	9,62	10,14	11,30	11,10	11,44	11,36	12,24	11,66	12,42	13,02
1300	9,28	9,68	10,54	11,70	11,94	11,42	12,14	11,90	12,48	13,18	12,90
1400	9,50	10,58	11,00	11,50	12,20	12,52	12,84	13,28	12,76	12,82	13,40
1500	9,94	10,50	11,14	11,72	12,48	12,76	12,50	13,04	13,34	13,22	14,00
1600	10,10	11,08	11,42	12,02	12,44	12,58	12,66	13,54	12,98	13,68	13,32
1700	10,30	10,92	12,02	12,26	12,72	12,46	12,66	12,82	13,40	13,82	13,74
1800	10,50	10,98	11,52	12,48	12,40	12,58	12,86	13,02	14,04	13,78	13,52

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

2 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	1,6%	1,9%	3,7%	4,0%	0,8%	1,3%	8,2%	8,0%	13,0%	14,9%
200	0,5%	0,8%	1,9%	4,0%	3,4%	10,1%	6,6%	8,5%	9,3%	12,2%	9,8%
300	1,6%	3,4%	3,4%	6,4%	4,5%	7,2%	6,6%	8,2%	10,3%	12,2%	14,1%
400	3,4%	5,6%	5,3%	8,5%	10,1%	13,0%	15,1%	13,8%	13,0%	15,9%	14,3%
500	5,6%	6,9%	7,4%	17,2%	19,4%	14,1%	14,9%	18,6%	19,9%	16,2%	18,6%
600	7,2%	8,5%	12,2%	16,4%	18,6%	15,9%	25,5%	28,6%	28,9%	33,2%	35,3%
700	8,8%	11,1%	16,7%	21,8%	22,5%	25,5%	23,1%	30,2%	38,7%	42,4%	35,5%
800	11,1%	17,0%	18,0%	22,8%	26,8%	31,8%	32,4%	32,4%	43,2%	49,1%	49,9%
900	12,2%	18,0%	24,4%	30,2%	30,0%	28,9%	43,0%	34,5%	48,8%	51,2%	59,7%
1000	14,3%	19,6%	24,9%	35,5%	35,5%	40,8%	43,5%	52,8%	50,9%	57,3%	71,6%
1100	17,0%	25,2%	26,0%	45,6%	40,8%	52,5%	49,6%	60,5%	65,3%	49,9%	64,7%
1200	19,6%	27,6%	34,5%	49,9%	47,2%	51,7%	50,7%	62,3%	54,6%	64,7%	72,7%
1300	23,1%	28,4%	39,8%	55,2%	58,4%	51,5%	61,0%	57,8%	65,5%	74,8%	71,1%
1400	26,0%	40,3%	45,9%	52,5%	61,8%	66,0%	70,3%	76,1%	69,2%	70,0%	77,7%
1500	31,8%	39,3%	47,7%	55,4%	65,5%	69,2%	65,8%	72,9%	76,9%	75,3%	85,7%
1600	34,0%	46,9%	51,5%	59,4%	65,0%	66,8%	67,9%	79,6%	72,1%	81,4%	76,7%
1700	36,6%	44,8%	59,4%	62,6%	68,7%	65,3%	67,9%	70,0%	77,7%	83,3%	82,2%
1800	39,3%	45,6%	52,8%	65,5%	64,5%	66,8%	70,6%	72,7%	86,2%	82,8%	79,3%

II. Número de carriles: 3 carriles

Localización de los vehículos estacionados: un lado

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,54	7,56	7,58	7,56	7,58	7,56	7,50	7,52	7,48	7,52	7,60
200	7,52	7,56	7,60	7,58	7,60	7,62	7,52	7,52	7,48	7,52	7,60
300	7,62	7,64	7,66	7,72	7,76	7,76	7,78	7,72	7,72	7,78	7,80
400	7,72	7,80	7,80	7,94	7,98	7,90	7,98	8,06	8,04	8,06	8,08
500	7,84	7,90	7,98	8,06	8,10	8,12	8,12	8,12	8,30	8,30	8,24
600	7,94	8,04	8,12	8,26	8,24	8,28	8,40	8,30	8,44	8,44	8,56
700	8,08	8,20	8,18	8,42	8,52	8,46	8,58	8,66	8,60	8,76	8,64
800	8,22	8,42	8,48	8,76	8,80	8,70	8,80	8,84	9,10	9,00	9,20
900	8,36	8,62	8,72	8,90	8,98	8,90	9,16	9,22	9,34	9,72	9,36
1000	8,60	8,82	8,84	9,20	9,56	9,46	9,56	9,70	10,18	10,70	10,00
1100	8,76	9,14	9,26	9,50	10,02	9,72	10,12	10,38	10,62	10,40	10,96
1200	8,94	9,36	9,70	9,96	10,22	10,16	10,50	10,70	11,18	10,84	11,14
1300	9,26	9,50	9,90	10,50	10,22	10,94	11,16	11,12	11,40	11,78	11,88
1400	9,48	9,70	10,36	10,52	11,26	11,26	11,66	11,46	12,12	12,02	12,14
1500	9,80	10,10	10,54	11,02	11,38	11,68	11,52	11,96	11,52	12,54	12,34
1600	10,04	10,40	10,92	11,38	11,70	11,52	11,90	12,30	12,06	12,26	12,04
1700	10,54	10,94	11,12	11,44	11,64	11,60	11,98	12,38	12,22	12,72	12,28
1800	10,74	10,76	11,24	11,44	11,70	12,06	11,86	12,18	12,36	12,28	12,28

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,3%	0,5%	0,3%	0,5%	0,3%	-0,5%	-0,3%	-0,8%	-0,3%	0,8%
200	-0,3%	0,3%	0,8%	0,5%	0,8%	1,1%	-0,3%	-0,3%	-0,8%	-0,3%	0,8%
300	1,1%	1,3%	1,6%	2,4%	2,9%	2,9%	3,2%	2,4%	2,4%	3,2%	3,4%
400	2,4%	3,4%	3,4%	5,3%	5,8%	4,8%	5,8%	6,9%	6,6%	6,9%	7,2%
500	4,0%	4,8%	5,8%	6,9%	7,4%	7,7%	7,7%	7,7%	10,1%	10,1%	9,3%
600	5,3%	6,6%	7,7%	9,5%	9,3%	9,8%	11,4%	10,1%	11,9%	11,9%	13,5%
700	7,2%	8,8%	8,5%	11,7%	13,0%	12,2%	13,8%	14,9%	14,1%	16,2%	14,6%
800	9,0%	11,7%	12,5%	16,2%	16,7%	15,4%	16,7%	17,2%	20,7%	19,4%	22,0%
900	10,9%	14,3%	15,6%	18,0%	19,1%	18,0%	21,5%	22,3%	23,9%	28,9%	24,1%
1000	14,1%	17,0%	17,2%	22,0%	26,8%	25,5%	26,8%	28,6%	35,0%	41,9%	32,6%
1100	16,2%	21,2%	22,8%	26,0%	32,9%	28,9%	34,2%	37,7%	40,8%	37,9%	45,4%
1200	18,6%	24,1%	28,6%	32,1%	35,5%	34,7%	39,3%	41,9%	48,3%	43,8%	47,7%
1300	22,8%	26,0%	31,3%	39,3%	35,5%	45,1%	48,0%	47,5%	51,2%	56,2%	57,6%
1400	25,7%	28,6%	37,4%	39,5%	49,3%	49,3%	54,6%	52,0%	60,7%	59,4%	61,0%
1500	30,0%	34,0%	39,8%	46,2%	50,9%	54,9%	52,8%	58,6%	52,8%	66,3%	63,7%
1600	33,2%	37,9%	44,8%	50,9%	55,2%	52,8%	57,8%	63,1%	59,9%	62,6%	59,7%
1700	39,8%	45,1%	47,5%	51,7%	54,4%	53,8%	58,9%	64,2%	62,1%	68,7%	62,9%
1800	42,4%	42,7%	49,1%	51,7%	55,2%	59,9%	57,3%	61,5%	63,9%	62,9%	62,9%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,54	7,56	7,58	7,56	7,56	7,58	7,58	7,52	7,58	7,66	7,62
200	7,54	7,56	7,56	7,58	7,64	7,64	7,64	7,72	7,82	7,76	7,82
300	7,62	7,64	7,66	7,78	7,80	7,88	7,80	7,96	7,86	7,98	7,94
400	7,72	7,80	7,80	7,94	7,94	7,98	7,98	8,26	8,24	8,28	8,28
500	7,84	7,94	7,98	8,08	8,18	8,42	8,14	8,36	8,66	8,58	8,52
600	7,94	8,00	8,10	8,22	8,40	8,28	8,42	8,52	8,84	8,64	9,22
700	8,08	8,20	8,22	8,58	8,74	8,66	8,60	9,54	9,08	9,14	9,18
800	8,24	8,38	8,52	8,80	8,84	9,04	9,08	9,64	9,68	9,68	9,56
900	8,36	8,60	8,74	8,82	9,20	9,26	9,48	9,46	10,28	10,10	10,18
1000	8,60	8,80	8,90	9,34	9,80	9,64	10,00	9,88	10,24	10,46	11,36
1100	8,76	9,06	9,30	9,48	10,06	9,84	10,42	10,32	10,62	10,88	11,06
1200	8,94	9,36	9,60	10,12	10,50	10,54	11,18	11,40	11,62	11,74	11,74
1300	9,26	9,44	9,72	10,46	10,50	11,00	11,00	11,64	11,84	12,28	12,26
1400	9,48	9,82	10,32	10,82	11,20	11,50	11,98	11,50	11,94	12,68	11,46
1500	9,80	10,04	10,70	10,96	11,20	11,88	11,70	11,66	13,00	12,66	12,54
1600	10,04	10,36	10,78	11,64	11,56	11,90	11,84	11,84	12,10	12,62	12,16
1700	10,54	10,62	11,12	11,50	12,28	11,62	11,62	12,32	13,08	13,06	12,50
1800	10,74	10,82	10,90	11,44	12,50	11,96	12,16	12,04	13,00	13,22	13,06

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

3 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,3%	0,5%	0,3%	0,3%	0,5%	0,5%	-0,3%	0,5%	1,6%	1,1%
200	0,0%	0,3%	0,3%	0,5%	1,3%	1,3%	1,3%	2,4%	3,7%	2,9%	3,7%
300	1,1%	1,3%	1,6%	3,2%	3,4%	4,5%	3,4%	5,6%	4,2%	5,8%	5,3%
400	2,4%	3,4%	3,4%	5,3%	5,3%	5,8%	5,8%	9,5%	9,3%	9,8%	9,8%
500	4,0%	5,3%	5,8%	7,2%	8,5%	11,7%	8,0%	10,9%	14,9%	13,8%	13,0%
600	5,3%	6,1%	7,4%	9,0%	11,4%	9,8%	11,7%	13,0%	17,2%	14,6%	22,3%
700	7,2%	8,8%	9,0%	13,8%	15,9%	14,9%	14,1%	26,5%	20,4%	21,2%	21,8%
800	9,3%	11,1%	13,0%	16,7%	17,2%	19,9%	20,4%	27,9%	28,4%	28,4%	26,8%
900	10,9%	14,1%	15,9%	17,0%	22,0%	22,8%	25,7%	25,5%	36,3%	34,0%	35,0%
1000	14,1%	16,7%	18,0%	23,9%	30,0%	27,9%	32,6%	31,0%	35,8%	38,7%	50,7%
1100	16,2%	20,2%	23,3%	25,7%	33,4%	30,5%	38,2%	36,9%	40,8%	44,3%	46,7%
1200	18,6%	24,1%	27,3%	34,2%	39,3%	39,8%	48,3%	51,2%	54,1%	55,7%	55,7%
1300	22,8%	25,2%	28,9%	38,7%	39,3%	45,9%	45,9%	54,4%	57,0%	62,9%	62,6%
1400	25,7%	30,2%	36,9%	43,5%	48,5%	52,5%	58,9%	52,5%	58,4%	68,2%	52,0%
1500	30,0%	33,2%	41,9%	45,4%	48,5%	57,6%	55,2%	54,6%	72,4%	67,9%	66,3%
1600	33,2%	37,4%	43,0%	54,4%	53,3%	57,8%	57,0%	57,0%	60,5%	67,4%	61,3%
1700	39,8%	40,8%	47,5%	52,5%	62,9%	54,1%	54,1%	63,4%	73,5%	73,2%	65,8%
1800	42,4%	43,5%	44,6%	51,7%	65,8%	58,6%	61,3%	59,7%	72,4%	75,3%	73,2%

III. Número de carriles: 4 carriles

Localización de los vehículos estacionados: un lado

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,48	7,54	7,52	7,54	7,54	7,60	7,58	7,54	7,58	7,56	7,60
200	7,56	7,58	7,56	7,58	7,56	7,56	7,60	7,66	7,58	7,64	7,62
300	7,62	7,62	7,68	7,72	7,74	7,76	7,70	7,68	7,74	7,78	7,80
400	7,68	7,70	7,76	7,82	7,84	7,88	7,82	7,88	7,86	7,96	7,94
500	7,80	7,84	7,84	7,92	7,90	8,00	8,04	8,04	8,04	8,02	8,04
600	7,90	7,98	8,04	8,04	8,14	8,10	8,16	8,24	8,32	8,22	8,24
700	8,04	8,08	8,12	8,28	8,28	8,32	8,42	8,54	8,54	8,62	8,54
800	8,18	8,26	8,40	8,38	8,52	8,50	8,64	8,78	8,72	8,98	8,88
900	8,34	8,38	8,52	8,72	8,84	8,84	8,86	8,90	9,22	9,06	9,22
1000	8,48	8,68	8,78	8,94	9,08	9,20	9,18	9,36	9,48	9,38	9,82
1100	8,64	8,86	8,94	9,28	9,32	9,42	9,60	9,74	9,62	10,02	10,06
1200	8,86	9,00	9,26	9,44	9,62	9,98	10,00	10,00	10,14	10,18	10,18
1300	9,08	9,24	9,58	9,80	10,16	10,32	10,50	10,54	10,94	10,72	11,04
1400	9,28	9,60	10,00	10,14	10,42	10,40	10,32	11,14	11,00	11,12	11,80
1500	9,66	9,90	10,20	10,44	11,16	11,14	11,30	11,44	11,54	11,74	11,84
1600	9,96	10,18	10,50	10,78	11,42	11,36	11,16	11,62	11,94	11,70	11,94
1700	10,44	10,56	10,82	11,08	11,30	11,62	11,82	11,48	12,06	11,94	12,10
1800	10,74	10,66	10,94	11,14	11,34	11,20	11,66	11,76	11,72	11,86	11,62

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,8%	0,5%	0,8%	0,8%	1,6%	1,3%	0,8%	1,3%	1,1%	1,6%
200	1,1%	1,3%	1,1%	1,3%	1,1%	1,1%	1,6%	2,4%	1,3%	2,1%	1,9%
300	1,9%	1,9%	2,7%	3,2%	3,5%	3,7%	2,9%	2,7%	3,5%	4,0%	4,3%
400	2,7%	2,9%	3,7%	4,5%	4,8%	5,3%	4,5%	5,3%	5,1%	6,4%	6,1%
500	4,3%	4,8%	4,8%	5,9%	5,6%	7,0%	7,5%	7,5%	7,5%	7,2%	7,5%
600	5,6%	6,7%	7,5%	7,5%	8,8%	8,3%	9,1%	10,2%	11,2%	9,9%	10,2%
700	7,5%	8,0%	8,6%	10,7%	10,7%	11,2%	12,6%	14,2%	14,2%	15,2%	14,2%
800	9,4%	10,4%	12,3%	12,0%	13,9%	13,6%	15,5%	17,4%	16,6%	20,1%	18,7%
900	11,5%	12,0%	13,9%	16,6%	18,2%	18,2%	18,4%	19,0%	23,3%	21,1%	23,3%
1000	13,4%	16,0%	17,4%	19,5%	21,4%	23,0%	22,7%	25,1%	26,7%	25,4%	31,3%
1100	15,5%	18,4%	19,5%	24,1%	24,6%	25,9%	28,3%	30,2%	28,6%	34,0%	34,5%
1200	18,4%	20,3%	23,8%	26,2%	28,6%	33,4%	33,7%	33,7%	35,6%	36,1%	36,1%
1300	21,4%	23,5%	28,1%	31,0%	35,8%	38,0%	40,4%	40,9%	46,3%	43,3%	47,6%
1400	24,1%	28,3%	33,7%	35,6%	39,3%	39,0%	38,0%	48,9%	47,1%	48,7%	57,8%
1500	29,1%	32,4%	36,4%	39,6%	49,2%	48,9%	51,1%	52,9%	54,3%	57,0%	58,3%
1600	33,2%	36,1%	40,4%	44,1%	52,7%	51,9%	49,2%	55,3%	59,6%	56,4%	59,6%
1700	39,6%	41,2%	44,7%	48,1%	51,1%	55,3%	58,0%	53,5%	61,2%	59,6%	61,8%
1800	43,6%	42,5%	46,3%	48,9%	51,6%	49,7%	55,9%	57,2%	56,7%	58,6%	55,3%

### Localización de los vehículos estacionados: ambos lados

Datos de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	7,48	7,54	7,52	7,54	7,54	7,58	7,60	7,56	7,60	7,62	7,62
200	7,56	7,60	7,60	7,58	7,56	7,58	7,64	7,64	7,60	7,68	7,64
300	7,62	7,62	7,66	7,74	7,76	7,74	7,74	7,80	7,86	7,82	7,90
400	7,68	7,74	7,78	7,82	7,84	7,84	7,90	7,92	8,02	8,06	7,98
500	7,80	7,80	7,86	7,96	7,94	7,96	8,08	8,06	8,02	8,22	8,12
600	7,90	8,00	8,00	8,14	8,20	8,26	8,26	8,36	8,44	8,46	8,50
700	8,04	8,08	8,12	8,28	8,42	8,30	8,48	8,50	8,68	8,84	8,88
800	8,18	8,32	8,36	8,58	8,56	8,52	8,60	8,94	8,86	9,20	9,20
900	8,34	8,44	8,54	8,80	8,86	9,00	8,92	9,08	9,68	9,60	9,78
1000	8,48	8,70	8,78	9,02	9,36	9,26	9,48	9,58	10,10	10,10	9,74
1100	8,60	8,82	8,94	9,18	9,22	9,60	9,56	9,80	10,04	10,66	10,70
1200	8,86	9,00	9,30	9,50	10,00	9,92	10,44	10,46	10,84	10,96	10,80
1300	9,08	9,28	9,60	10,00	10,34	10,26	10,32	10,98	11,10	10,70	11,18
1400	9,28	9,60	9,94	10,14	10,48	10,58	10,84	11,26	11,70	12,20	11,88
1500	9,66	10,06	10,28	10,56	11,06	11,30	11,28	11,88	11,72	11,98	11,96
1600	10,16	10,26	10,68	11,06	11,14	11,34	11,54	12,04	12,10	12,32	12,10
1700	10,44	10,62	10,90	11,16	11,52	11,44	11,20	11,54	11,88	12,08	12,42
1800	10,74	10,78	11,04	11,22	11,80	11,50	11,66	12,00	12,06	12,16	12,60

Datos de incremento de tiempo de recorrido en función del flujo de circulación y el nivel de indisciplina respecto el escenario de flujo libre y sin indisciplina

4 carrils	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
100	0,0%	0,8%	0,5%	0,8%	0,8%	1,3%	1,6%	1,1%	1,6%	1,9%	1,9%
200	1,1%	1,6%	1,6%	1,3%	1,1%	1,3%	2,1%	2,1%	1,6%	2,7%	2,1%
300	1,9%	1,9%	2,4%	3,5%	3,7%	3,5%	3,5%	4,3%	5,1%	4,5%	5,6%
400	2,7%	3,5%	4,0%	4,5%	4,8%	4,8%	5,6%	5,9%	7,2%	7,8%	6,7%
500	4,3%	4,3%	5,1%	6,4%	6,1%	6,4%	8,0%	7,8%	7,2%	9,9%	8,6%
600	5,6%	7,0%	7,0%	8,8%	9,6%	10,4%	10,4%	11,8%	12,8%	13,1%	13,6%
700	7,5%	8,0%	8,6%	10,7%	12,6%	11,0%	13,4%	13,6%	16,0%	18,2%	18,7%
800	9,4%	11,2%	11,8%	14,7%	14,4%	13,9%	15,0%	19,5%	18,4%	23,0%	23,0%
900	11,5%	12,8%	14,2%	17,6%	18,4%	20,3%	19,3%	21,4%	29,4%	28,3%	30,7%
1000	13,4%	16,3%	17,4%	20,6%	25,1%	23,8%	26,7%	28,1%	35,0%	35,0%	30,2%
1100	15,0%	17,9%	19,5%	22,7%	23,3%	28,3%	27,8%	31,0%	34,2%	42,5%	43,0%
1200	18,4%	20,3%	24,3%	27,0%	33,7%	32,6%	39,6%	39,8%	44,9%	46,5%	44,4%
1300	21,4%	24,1%	28,3%	33,7%	38,2%	37,2%	38,0%	46,8%	48,4%	43,0%	49,5%
1400	24,1%	28,3%	32,9%	35,6%	40,1%	41,4%	44,9%	50,5%	56,4%	63,1%	58,8%
1500	29,1%	34,5%	37,4%	41,2%	47,9%	51,1%	50,8%	58,8%	56,7%	60,2%	59,9%
1600	35,8%	37,2%	42,8%	47,9%	48,9%	51,6%	54,3%	61,0%	61,8%	64,7%	61,8%
1700	39,6%	42,0%	45,7%	49,2%	54,0%	52,9%	49,7%	54,3%	58,8%	61,5%	66,0%
1800	43,6%	44,1%	47,6%	50,0%	57,8%	53,7%	55,9%	60,4%	61,2%	62,6%	68,4%

#### **4. ANEJO 4 – DATOS REFERENTES AL ANÁLISIS PRÁCTICO REFERENTE AL IMPACTO EN EL TIEMPO DE RECORRIDO PARA UNA INTERSECCIÓN**

- 1. Priorización de paso - Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas**



Caso estudio	Nivel indisciplina (Vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Cedeix pa	0	1	250	250	750	500	0	0	16,065367	16,9205	161	16,89778	180	15,24951	410	16,45372	121
Cedeix pa	0,2	1	250	250	726	500	24	0	16,360071	16,67233	159	17,31694	183	15,70287	383	16,57742	124
Cedeix pa	0,4	1	250	250	702	500	48	0	16,371566	16,38457	162	17,23278	180	15,70027	370	17,14492	118
Cedeix pa	0,6	1	250	250	678	500	72	0	16,685907	16,64815	162	17,72167	180	16,03708	356	17,11525	118
Cedeix pa	0,8	1	250	250	654	500	96	0	16,813442	16,67407	162	17,82722	180	16,27742	341	17,01593	113
Cedeix pa	1	1	250	250	630	500	120	0	16,628701	16,23938	160	17,70387	181	16,08429	331	17,11735	98
Cedeix pa	0	1	500	250	1500	500	0	0	16,795484	20,94125	160	17,99448	181	15,71439	820	16,82179	234
Cedeix pa	0,2	1	500	250	1476	500	24	0	17,339058	20,55276	163	18,43575	179	16,32878	806	17,74483	232
Cedeix pa	0,4	1	500	250	1452	500	48	0	18,754758	22,87152	158	19,50989	182	17,91983	807	18,23379	219
Cedeix pa	0,6	1	500	250	1428	500	72	0	18,620399	21,05409	159	20,1674	181	17,75975	795	18,69954	218
Cedeix pa	0,8	1	500	250	1404	500	96	0	18,968236	23,16188	160	21,18232	181	17,77348	773	18,3067	224
Cedeix pa	1	1	500	250	1380	500	120	0	20,102036	24,61329	158	21,68077	182	18,9604	808	19,75991	227
Cedeix pa	0	1	750	250	2250	500	0	0	19,118243	37,50385	156	23,95196	179	16,53034	1226	17,61925	374
Cedeix pa	0,2	1	750	250	2226	500	24	0	20,998012	40,21923	156	30,58407	182	17,64578	1219	19,14266	354
Cedeix pa	0,4	1	750	250	2202	500	48	0	23,015874	42,69514	144	33,40698	172	19,59367	1201	21,57232	354
Cedeix pa	0,6	1	750	250	2178	500	72	0	23,531046	51,81304	138	36,47443	176	19,11465	1174	20,68688	348
Cedeix pa	0,8	1	750	250	2154	500	96	0	26,116939	49,58248	137	33,29277	166	22,16211	1135	26,36106	339
Cedeix pa	1	1	750	250	2130	500	120	0	28,322938	68,01069	131	48,21227	163	22,28168	1141	23,70209	335
Cedeix pa	0	1	1000	250	3000	500	0	0	20,985436	61,41458	96	41,38276	145	17,54595	1691	18,84603	478
Cedeix pa	0,2	1	1000	250	2976	500	24	0	24,53987	89,035	80	54,64186	129	19,94333	1650	21,30599	451
Cedeix pa	0,4	1	1000	250	2952	500	48	0	26,890145	107,8295	78	73,48175	126	20,24097	1633	23,91771	446
Cedeix pa	0,6	1	1000	250	2928	500	72	0	30,042023	95,82958	71	78,11507	146	23,81607	1537	25,0057	421
Cedeix pa	0,8	1	1000	250	2904	500	96	0	28,934207	65,81467	75	67,3837	135	23,97014	1537	28,17033	428
Cedeix pa	1	1	1000	250	2880	500	120	0	29,047476	65,67711	83	48,56589	129	25,03157	1438	29,5761	410
Cedeix pa	0	1	250	500	750	1000	0	0	17,145432	17,98684	342	18,58214	364	15,34034	409	16,55164	122
Cedeix pa	0,2	1	250	500	726	1000	24	0	17,325801	17,9383	342	18,59918	368	15,80208	384	16,56992	123
Cedeix pa	0,4	1	250	500	702	1000	48	0	17,790894	18,15777	341	19,51821	368	15,92459	370	17,19576	118
Cedeix pa	0,6	1	250	500	678	1000	72	0	17,723044	17,90387	336	19,19481	366	16,22938	354	17,13417	110
Cedeix pa	0,8	1	250	500	654	1000	96	0	17,829655	17,83728	338	19,52262	367	16,19326	341	17,25175	124
Cedeix pa	1	1	250	500	630	1000	120	0	17,80493	17,77114	343	19,38044	363	16,25933	327	17,27184	103
Cedeix pa	0	1	500	500	1500	1000	0	0	18,850686	24,47316	339	21,86555	357	15,78293	820	16,85598	234
Cedeix pa	0,2	1	500	500	1476	1000	24	0	20,093133	26,16627	335	23,77639	360	16,55314	813	17,94889	225
Cedeix pa	0,4	1	500	500	1452	1000	48	0	21,895576	30,93222	329	24,87548	363	17,68955	804	18,86351	222
Cedeix pa	0,6	1	500	500	1428	1000	72	0	23,462199	34,53059	340	27,49573	351	18,1368	788	19,03604	222
Cedeix pa	0,8	1	500	500	1404	1000	96	0	21,215416	27,14494	336	24,61833	360	17,88079	781	18,37731	216
Cedeix pa	1	1	500	500	1380	1000	120	0	21,843115	27,06708	319	26,23462	364	18,36828	768	19,01521	217
Cedeix pa	0	1	750	500	2250	1000	0	0	25,752045	65,2641	273	36,26911	327	16,64984	1236	17,57747	364
Cedeix pa	0,2	1	750	500	2226	1000	24	0	30,015199	87,38655	238	47,03961	308	17,64536	1206	18,96	360
Cedeix pa	0,4	1	750	500	2202	1000	48	0	31,288272	88,96018	221	49,15065	306	19,51847	1207	19,99917	360
Cedeix pa	0,6	1	750	500	2178	1000	72	0	30,901355	90,33861	202	47,40672	268	19,47502	1161	22,1616	362
Cedeix pa	0,8	1	750	500	2154	1000	96	0	33,693772	89,62372	215	54,95863	278	20,94238	1161	24,82068	353
Cedeix pa	1	1	750	500	2130	1000	120	0	35,283926	108,4379	169	63,91853	232	21,96334	1132	24,1267	352
Cedeix pa	0	1	1000	500	3000	1000	0	0	27,376156	117,2302	106	78,58186	204	17,93243	1693	19,14835	484
Cedeix pa	0,2	1	1000	500	2976	1000	24	0	30,218045	126,1505	99	87,11036	193	19,98199	1638	22,22047	464
Cedeix pa	0,4	1	1000	500	2952	1000	48	0	29,160279	122,3489	92	68,25938	192	20,90893	1624	23,28268	456
Cedeix pa	0,6	1	1000	500	2928	1000	72	0	33,294284	148,5128	109	62,33655	197	22,94509	1455	25,73075	426
Cedeix pa	0,8	1	1000	500	2904	1000	96	0	38,734335	139,684	94	106,1033	181	26,0757	1469	31,3831	420
Cedeix pa	1	1	1000	500	2880	1000	120	0	35,143229	134,4659	91	81,27819	188	25,05643	1423	26,95244	410
Cedeix pa	0	1	250	750	750	1500	0	0	17,978385	19,80951	494	19,27731	238	15,43415	410	16,5686	121
Cedeix pa	0,2	1	250	750	726	1500	24	0	18,251334	19,64504	484	19,93374	246	15,95524	382	16,5608	125
Cedeix pa	0,4	1	250	750	702	1500	48	0	18,351764	19,47485	493	20,28361	238	15,91617	371	17,41282	117
Cedeix pa	0,6	1	250	750	678	1500	72	0	18,644756	19,88646	495	20,14691	243	16,35927	356	17,22564	117
Cedeix pa	0,8	1	250	750	654	1500	96	0	19,365228	20,94667	480	21,27347	245	16,4408	348	17,44862	109
Cedeix pa	1	1	250	750	630	1500	120	0	19,046373	20,42963	486	20,6535	243	16,37251	331	17,23265	98
Cedeix pa	0	1	500	750	1500	1500	0	0	26,006226	43,49957	467	32,84343	327	15,9105	819	16,87479	234
Cedeix pa	0,2	1	500	750	1476	1500	24	0	25,959825	41,57618	466	32,44482	328	16,56605	813	18,10578	225
Cedeix pa	0,4	1	500	750	1452	1500	48	0	29,752712	51,96758	438	36,89544	307	17,84457	801	19,10759	224
Cedeix pa	0,6	1	500	750	1428	1500	72	0	29,625612	50,86059	444	36,72092	306	17,85926	783	18,97188	224
Cedeix pa	0,8	1	500	750	1404	1500	96	0	30,739639	51,55506	445	38,89385	390	18,10463	778	18,64259	216
Cedeix pa	1	1	500	750	1380	1500	120	0	30,238197	52,21247	433	38,69891	183	18,95922	765	18,9662	216
Cedeix pa	0	1	750	750	2250	1500	0	0	31,856298	100,8668	271	46,61381	362	16,57763	1225	17,57292	373
Cedeix pa	0,2	1	750	750	2226	1500	24	0	34,472178	112,0589	241	55,76196	326	17,82488	1214	19,13588	354
Cedeix pa	0,4	1	750	750	2202	1500	48	0	36,129259	109,8515	231	59,2546	337	19,78984	1201	21,27371	350
Cedeix pa	0,6	1	750	750	2178	1500	72	0	36,327843	109,8563	224	62,31125	311	19,88089	1172	21,29829	351
Cedeix pa	0,8	1	750	750	2154	1500	96	0	36,778269	105,5704	230	57,47418	306	21,59623	1166	24,23493	355
Cedeix pa	1	1	750	750	2130	1500	120	0	38,578838	123,0348	198	61,6505	303	21,94735	1132	24,49769	347
Cedeix pa	0	1	1000	750	3000	1500	0	0	28,765042	140,9255	110	78,08174	219	17,88697	1704	18,97404	470
Cedeix pa	0,2	1	1000	750	2976	1500	24	0	31,333935	160,6506	83	91,33508	191	20,55652	1642	21,725	468
Cedeix pa	0,4	1	1000	750	2952	1500	48	0	31,758062	142,2153	98	76,52172	198	21,74557	1613	23,96542	454
Cedeix pa	0,6	1	1000	750	2928	1500	72	0	34,608765	154,8438	105	86,73297	182	22,45973	1500	25,24072	415
Cedeix pa	0,8	1	1000	750	2904												



Indisciplina de estacionamiento en entornos urbanos:  
Impacto en la circulación y evaluación de medidas paliativas



Caso estudio	Nivel indisciplina (Vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Cedeix pa	0,4	1	500	1000	1452	2000	48	0	31,067829	54,66091	486	41,54706	153	802	18,75982	222	
Cedeix pa	0,6	1	500	1000	1428	2000	72	0	31,947607	57,4625	472	41,68188	149	785	19,12455	224	
Cedeix pa	0,8	1	500	1000	1404	2000	96	0	32,745299	57,90743	471	42,83805	226	780	19,05607	214	
Cedeix pa	1	1	500	1000	1380	2000	120	0	34,53354	63,09167	432	45,53971	204	761	21,27606	213	
Cedeix pa	0	1	750	1000	2250	2000	0	0	32,942504	103,2563	270	51,73621	359	1231	17,58424	368	
Cedeix pa	0,2	1	750	1000	2226	2000	24	0	35,353014	110,8996	258	55,78576	344	1210	19,48172	361	
Cedeix pa	0,4	1	750	1000	2202	2000	48	0	37,309589	116,9218	239	59,94352	324	1210	21,14302	344	
Cedeix pa	0,6	1	750	1000	2178	2000	72	0	36,23554	117,3391	225	56,51213	305	1166	21,62961	358	
Cedeix pa	0,8	1	750	1000	2154	2000	96	0	38,31318	115,935	214	66,58466	313	1152	22,8768	362	
Cedeix pa	1	1	750	1000	2130	2000	120	0	42,577836	142,8243	181	75,43701	281	1111	24,82145	331	
Cedeix pa	0	1	1000	1000	3000	2000	0	0	30,31591	150,9316	114	92,22816	206	1695	18,99409	474	
Cedeix pa	0,2	1	1000	1000	2976	2000	24	0	29,794757	138,4138	87	83,53989	188	1662	21,70944	466	
Cedeix pa	0,4	1	1000	1000	2952	2000	48	0	32,050405	136,5291	79	100,3509	165	1638	24,49355	465	
Cedeix pa	0,6	1	1000	1000	2928	2000	72	0	33,959227	168,0833	72	111,8077	142	1543	25,9228	443	
Cedeix pa	0,8	1	1000	1000	2904	2000	96	0	36,827702	150,701	103	98,6033	182	1487	27,39209	430	
Cedeix pa	1	1	1000	1000	2880	2000	120	0	39,055241	132,1265	102	109,524	196	1446	29,37919	418	
Cedeix pa	0	1	250	250	750	500	0	0	16,078005	16,9205	177	16,89778	177	410	16,45372	121	
Cedeix pa	0,2	1	250	250	726	500	24	0	16,356353	16,67233	174,5868	17,31694	174,5868	15,70287	383	16,57742	124
Cedeix pa	0,4	1	250	250	702	500	48	0	16,365348	16,38457	173,7892	17,23278	173,7892	15,70027	370	17,14492	118
Cedeix pa	0,6	1	250	250	678	500	72	0	16,678754	16,64815	174,7788	17,72167	174,7788	16,03708	356	17,11525	118
Cedeix pa	0,8	1	250	250	654	500	96	0	16,803268	16,67407	173,5474	17,82722	173,5474	16,27742	341	17,01593	113
Cedeix pa	1	1	250	250	630	500	120	0	16,608484	16,23938	170,2381	17,70387	170,2381	16,08429	331	17,11735	98
Cedeix pa	0	1	500	250	1500	500	0	0	16,837151	20,94125	175,6667	17,99448	175,6667	15,71439	820	16,82179	234
Cedeix pa	0,2	1	500	250	1476	500	24	0	17,366175	20,55276	175,813	18,43575	175,813	16,32878	806	17,74483	232
Cedeix pa	0,4	1	500	250	1452	500	48	0	18,807504	22,87152	176,6529	19,50989	176,6529	17,91983	807	18,23379	219
Cedeix pa	0,6	1	500	250	1428	500	72	0	18,648911	21,05409	177,3459	20,1674	177,3459	17,75975	795	18,69954	218
Cedeix pa	0,8	1	500	250	1404	500	96	0	19,016919	23,16188	177,5285	21,18232	177,5285	17,77348	773	18,3067	224
Cedeix pa	1	1	500	250	1380	500	120	0	20,202579	24,61329	187,5	21,68077	187,5	18,9604	808	19,75991	227
Cedeix pa	0	1	750	250	2250	500	0	0	19,319971	37,50385	177,7778	23,95196	177,7778	16,53034	1226	17,61923	374
Cedeix pa	0,2	1	750	250	2226	500	24	0	21,17762	40,21923	176,6622	30,58407	176,6622	17,64578	1219	19,14266	354
Cedeix pa	0,4	1	750	250	2202	500	48	0	23,376266	42,69514	176,5441	33,40698	176,5441	19,59367	1201	21,57232	354
Cedeix pa	0,6	1	750	250	2178	500	72	0	24,076726	51,81304	174,7016	36,47443	174,7016	19,11465	1174	20,66868	348
Cedeix pa	0,8	1	750	250	2154	500	96	0	26,57729	49,58248	171,0771	33,29277	171,0771	22,16211	1135	26,36106	339
Cedeix pa	1	1	750	250	2130	500	120	0	29,354524	68,01069	173,2394	48,21227	173,2394	22,28168	1141	23,70209	335
Cedeix pa	0	1	1000	250	3000	500	0	0	22,627631	61,41458	180,75	41,38276	180,75	17,54595	1691	18,84603	478
Cedeix pa	0,2	1	1000	250	2976	500	24	0	27,658537	89,035	176,4953	54,64186	176,4953	19,94333	1650	21,30599	451
Cedeix pa	0,4	1	1000	250	2952	500	48	0	31,114588	107,8295	176,0671	73,48175	176,0671	20,24097	1633	23,91771	446
Cedeix pa	0,6	1	1000	250	2928	500	72	0	33,246372	95,82958	167,179	78,11507	167,179	23,81607	1537	25,0057	421
Cedeix pa	0,8	1	1000	250	2904	500	96	0	31,01222	65,81467	169,1632	67,3837	169,1632	23,97014	1537	28,17033	428
Cedeix pa	1	1	1000	250	2880	500	120	0	30,637707	65,67711	160,4167	48,56589	160,4167	25,03157	1438	29,5761	410
Cedeix pa	0	1	250	500	750	1000	0	0	17,141986	17,98684	354	18,58214	354	15,34034	409	16,55164	122
Cedeix pa	0,2	1	250	500	726	1000	24	0	17,309557	17,9383	349,1736	18,59918	349,1736	15,80208	384	16,56992	123
Cedeix pa	0,4	1	250	500	702	1000	48	0	17,76312	18,15777	347,5783	19,51821	347,5783	15,92459	370	17,19576	118
Cedeix pa	0,6	1	250	500	678	1000	72	0	17,705456	17,90387	349,5575	19,19481	349,5575	16,22938	354	17,13417	120
Cedeix pa	0,8	1	250	500	654	1000	96	0	17,80156	17,83728	347,8593	19,52262	347,8593	16,19326	341	17,25175	114
Cedeix pa	1	1	250	500	630	1000	120	0	17,774209	17,77114	341,2698	19,38044	341,2698	16,25933	327	17,27184	103
Cedeix pa	0	1	500	500	1500	1000	0	0	18,880435	24,47316	351,3333	21,86555	351,3333	15,78293	820	16,85598	234
Cedeix pa	0,2	1	500	500	1476	1000	24	0	20,133408	26,16627	351,626	23,77639	351,626	16,55314	813	17,94889	225
Cedeix pa	0,4	1	500	500	1452	1000	48	0	22,005673	30,93222	353,3058	24,87548	353,3058	17,68955	804	18,86351	222
Cedeix pa	0,6	1	500	500	1428	1000	72	0	23,556326	34,53059	353,6415	27,49573	353,6415	18,1368	788	19,03604	222
Cedeix pa	0,8	1	500	500	1404	1000	96	0	21,271756	27,14494	355,057	24,61833	355,057	17,88079	788	18,37731	216
Cedeix pa	1	1	500	500	1380	1000	120	0	21,931413	27,06708	355,0725	26,23462	355,0725	18,36828	763	19,01521	217
Cedeix pa	0	1	750	500	2250	1000	0	0	27,293408	65,2641	355,5556	36,26911	355,5556	16,64984	1236	17,57747	364
Cedeix pa	0,2	1	750	500	2226	1000	24	0	33,218965	87,38655	351,752	47,03961	351,752	17,64536	1206	18,96	360
Cedeix pa	0,4	1	750	500	2202	1000	48	0	35,065285	88,96018	354,6776	49,15065	354,6776	19,51847	1202	19,99917	360
Cedeix pa	0,6	1	750	500	2178	1000	72	0	35,456283	90,33861	349,6327	47,40672	349,6327	19,47502	1161	22,1616	362
Cedeix pa	0,8	1	750	500	2154	1000	96	0	37,840463	89,62372	351,4392	54,95863	351,4392	20,94238	1161	24,82068	353
Cedeix pa	1	1	750	500	2130	1000	120	0	42,82847	108,4379	348,3568	63,91853	348,3568	21,96334	1132	24,1267	352
Cedeix pa	0	1	1000	500	3000	1000	0	0	38,128573	117,2302	362,8333	78,58186	362,8333	17,93243	1693	19,14835	484
Cedeix pa	0,2	1	1000	500	2976	1000	24	0	42,144708	126,1505	353,1586	87,11036	353,1586	19,98199	1638	22,22047	464
Cedeix pa	0,4	1	1000	500	2952	1000	48	0	40,122347	122,3489	352,3035	68,25938	352,3035	20,90893	1624	23,28268	456
Cedeix pa	0,6	1	1000	500	2928	1000	72	0	44,413222	148,5128	321,209	62,33655	321,209	22,94509	1455	25,73075	426
Cedeix pa	0,8	1	1000	500	2904	1000	96	0	51,753166	139,684	325,241	106,1033	325,241	26,0757	1469	31,3831	420
Cedeix pa	1	1	1000	500	2880	1000	120	0	46,715456	134,4659	318,2292	81,27819	318,2292	25,05643	1423	26,95244	410
Cedeix pa	0	1	250	750	750	1500	0	0	18,259827	19,80951	531	19,27731	531	15,43415	410	16,5686	121
Cedeix pa	0,2	1	250	750	726	1500	24	0	18,587592	19,64504	523,7603	19,93374	523,7603	15,95524	382	16,5608	125
Cedeix pa	0,4	1	250	750	702	1500	48	0	18,730198	19,47485	521,3675	20,28361	521,3675	15,91617	371	17,41282	117
Cedeix pa	0,6	1	250	750	678	1500	72	0	18,944865	19,88646	523,2301	20,14691	523,2301	16,35927	356	17,22564	117
Cedeix pa	0,8	1	250	750	654	1500	96	0	19,765364	20,94667	524,0826	21,273					

Caso estudio	Nivel indisciplina (vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Cedeix pa	0,6	1	750	750	2178	1500	72	0	47,073865	109,8563	524,449	62,31125	524,449	19,88089	1172	21,29829	351
Cedeix pa	0,8	1	750	750	2154	1500	96	0	46,559475	105,5704	529,5961	57,47418	529,5961	21,59623	1166	24,23493	355
Cedeix pa	1	1	750	750	2130	1500	120	0	51,387428	123,0348	520,7746	61,6505	520,7746	21,94735	1132	24,49769	347
Cedeix pa	0	1	1000	750	3000	1500	0	0	48,582523	140,9255	543,5	78,08174	543,5	17,88697	1704	18,97404	470
Cedeix pa	0,2	1	1000	750	2976	1500	24	0	56,062722	160,6506	531,754	91,33508	531,754	20,55652	1642	21,725	468
Cedeix pa	0,4	1	1000	750	2952	1500	48	0	51,591419	142,2153	525,1524	76,52172	525,1524	21,74557	1613	23,96542	454
Cedeix pa	0,6	1	1000	750	2928	1500	72	0	56,167411	154,8438	490,5225	86,73297	490,5225	22,45973	1500	25,24072	415
Cedeix pa	0,8	1	1000	750	2904	1500	96	0	58,856566	147,3152	496,9008	100,8235	496,9008	24,35797	1499	28,04447	425
Cedeix pa	1	1	1000	750	2880	1500	120	0	60,39679	151,9443	477,0833	98,83646	477,0833	25,72932	1419	29,35182	413
Cedeix pa	0	1	250	1000	750	2000	0	0	21,40086	24,68621	708	22,28551	708	15,57764	407	16,70484	124
Cedeix pa	0,2	1	250	1000	726	2000	24	0	21,148939	23,35121	698,3471	22,51569	698,3471	16,00964	384	16,93008	123
Cedeix pa	0,4	1	250	1000	702	2000	48	0	21,724249	23,80906	695,1567	23,4159	695,1567	16,0561	369	17,2395	119
Cedeix pa	0,6	1	250	1000	678	2000	72	0	22,538319	24,41108	696,1652	24,68743	696,1652	16,36028	355	17,35299	117
Cedeix pa	0,8	1	250	1000	654	2000	96	0	22,552639	23,80383	695,7187	25,01337	695,7187	16,77176	340	17,18783	115
Cedeix pa	1	1	250	1000	630	2000	120	0	22,014009	23,37519	682,5397	23,95436	682,5397	16,64066	332	17,22347	98
Cedeix pa	0	1	500	1000	1500	2000	0	0	31,45756	52,72671	702,6667	33,04103	702,6667	15,98813	817	17,03038	237
Cedeix pa	0,2	1	500	1000	1476	2000	24	0	34,371243	54,90444	703,9295	39,57161	703,9295	16,66129	806	17,88884	233
Cedeix pa	0,4	1	500	1000	1452	2000	48	0	35,569591	54,66091	705,2342	41,54706	705,2342	18,17581	802	18,76982	222
Cedeix pa	0,6	1	500	1000	1428	2000	72	0	36,659512	57,4625	706,5826	41,68188	706,5826	18,41758	785	19,12455	224
Cedeix pa	0,8	1	500	1000	1404	2000	96	0	37,238051	57,90743	707,9772	42,83805	707,9772	18,38269	780	19,05607	214
Cedeix pa	1	1	500	1000	1380	2000	120	0	40,126275	63,09167	705,7971	45,53971	705,7971	19,08213	761	21,27606	213
Cedeix pa	0	1	750	1000	2250	2000	0	0	45,389496	103,2563	710,6667	51,73621	710,6667	16,63071	1231	17,58424	368
Cedeix pa	0,2	1	750	1000	2226	2000	24	0	49,172813	110,8996	705,7502	55,78576	705,7502	18,17091	1210	19,48172	361
Cedeix pa	0,4	1	750	1000	2202	2000	48	0	52,753018	116,9218	705,7221	59,94352	705,7221	20,12	1210	21,14302	344
Cedeix pa	0,6	1	750	1000	2178	2000	72	0	52,143299	117,3391	699,7245	56,51213	699,7245	19,76578	1166	21,62961	358
Cedeix pa	0,8	1	750	1000	2154	2000	96	0	55,085156	115,935	702,8784	66,58466	702,8784	21,06311	1152	22,8768	362
Cedeix pa	1	1	750	1000	2130	2000	120	0	65,014914	142,8243	676,9953	75,43701	676,9953	23,22529	1111	24,82145	331
Cedeix pa	0	1	1000	1000	3000	2000	0	0	59,489789	150,9316	723	92,22816	723	17,84537	1695	18,99409	474
Cedeix pa	0,2	1	1000	1000	2976	2000	24	0	56,928611	138,4138	715,0538	83,53989	715,0538	20,29645	1662	21,70944	466
Cedeix pa	0,4	1	1000	1000	2952	2000	48	0	61,407036	136,5291	712,3984	100,3509	712,3984	22,27662	1638	24,49355	465
Cedeix pa	0,6	1	1000	1000	2928	2000	72	0	70,776872	168,0833	678,2787	111,8077	678,2787	22,84368	1543	25,9228	443
Cedeix pa	0,8	1	1000	1000	2904	2000	96	0	65,548987	150,701	660,124	98,6033	660,124	24,1076	1487	27,39209	430
Cedeix pa	1	1	1000	1000	2880	2000	120	0	65,195904	132,1265	647,2222	109,524	647,2222	25,75076	1446	29,37919	418



## 2. Priorización por semaforización - Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas

Caso estudio	Nivel indisciplina (vh/A00m)	Local indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Semafor	0	1+2	250	250	750	500	0	0	24,768676	22,46987	156	26,51075	186	24,08491	391	27,44071	113
Semafor	0,2	1+2	250	250	738	488	12	12	25,230576	24,20784	153	26,12747	182	24,86338	385	26,4114	114
Semafor	0,4	1+2	250	250	726	476	24	24	25,80369	25,58312	154	26,04152	171	25,07798	377	28,20811	111
Semafor	0,6	1+2	250	250	714	464	36	36	25,820177	23,95804	143	27,71279	172	25,03222	360	27,72203	118
Semafor	0,8	1+2	250	250	702	452	48	48	25,687308	26,04681	141	26,29639	166	24,77333	360	27,25575	113
Semafor	1	1+2	250	250	690	440	60	60	25,728647	26,84532	139	26,12597	154	25,27586	348	25,20796	113
Semafor	0	1+2	500	250	1500	500	0	0	26,279005	22,53462	156	26,55108	186	26,26496	799	28,68938	226
Semafor	0,2	1+2	500	250	1488	488	12	12	27,381005	24,35098	153	26,18846	182	27,7238	790	29,17851	228
Semafor	0,4	1+2	500	250	1476	476	24	24	28,097898	25,76382	152	26,15607	173	28,64981	785	29,25766	222
Semafor	0,6	1+2	500	250	1464	464	36	36	28,843945	24,35556	144	28,30526	171	29,16919	779	31,0589	219
Semafor	0,8	1+2	500	250	1452	452	48	48	29,223	26,23262	141	26,4241	166	30,67979	777	28,08565	216
Semafor	1	1+2	500	250	1440	440	60	60	29,253181	27,66667	138	25,98645	155	29,78632	760	30,70818	220
Semafor	0	1+2	750	250	2250	500	0	0	29,309169	22,71923	156	26,78172	186	29,33146	1176	33,55101	347
Semafor	0,2	1+2	750	250	2238	488	12	12	30,97603	24,74314	153	26,64725	182	31,88559	1159	32,93971	350
Semafor	0,4	1+2	750	250	2226	476	24	24	34,047366	25,50649	154	26,35731	171	35,91553	1140	35,5284	338
Semafor	0,6	1+2	750	250	2214	464	36	36	34,834513	24,95674	141	28,76437	174	37,15451	1130	34,64252	341
Semafor	0,8	1+2	750	250	2202	452	48	48	35,800286	26,71915	141	27,27055	163	37,84915	1121	36,9618	322
Semafor	1	1+2	750	250	2190	440	60	60	39,119719	27,89333	135	27,33032	155	42,899	1098	36,60654	321
Semafor	0	1+2	1000	250	3000	500	0	0	38,987285	22,78333	156	26,9129	186	41,00974	1325	44,64649	370
Semafor	0,2	1+2	1000	250	2988	488	12	12	39,62919	24,80196	153	26,59231	182	42,13503	1276	43,46915	376
Semafor	0,4	1+2	1000	250	2976	476	24	24	41,338278	26,16234	154	27,57251	171	43,79485	1242	45,88116	361
Semafor	0,6	1+2	1000	250	2964	464	36	36	42,038538	25,10278	144	29,35906	171	45,19649	1226	44,07535	361
Semafor	0,8	1+2	1000	250	2952	452	48	48	41,938584	26,99645	141	27,85181	166	45,28653	1225	42,89417	360
Semafor	1	1+2	1000	250	2940	440	60	60	41,330113	28,47956	137	26,80774	155	44,44662	1212	41,98273	359
Semafor	0	1+2	250	500	750	1000	0	0	26,327341	25,80231	346	28,90812	357	24,10921	391	27,45664	113
Semafor	0,2	1+2	250	500	738	988	12	12	26,834118	27,52321	336	28,57746	355	24,61175	383	26,84052	116
Semafor	0,4	1+2	250	500	726	976	24	24	27,522727	28,83474	331	28,77954	347	25,03122	378	28,17182	110
Semafor	0,6	1+2	250	500	714	964	36	36	29,882686	35,12342	316	30,86291	337	25,06898	361	27,77542	118
Semafor	0,8	1+2	250	500	702	952	48	48	29,663564	34,87337	323	30,66114	332	24,76295	359	27,42982	114
Semafor	1	1+2	250	500	690	940	60	60	29,176888	33,21836	305	30,83724	333	25,31638	348	25,2646	113
Semafor	0	1+2	500	500	1500	1000	0	0	27,039503	25,79825	343	29,03213	361	26,18807	796	28,71703	229
Semafor	0,2	1+2	500	500	1488	988	12	12	28,110708	27,54184	337	28,85452	354	27,68081	787	29,26537	231
Semafor	0,4	1+2	500	500	1476	976	24	24	28,922684	29,99582	335	28,69738	344	28,41111	783	29,45676	222
Semafor	0,6	1+2	500	500	1464	964	36	36	30,702405	34,21486	323	29,08776	343	29,84015	782	31,13767	215
Semafor	0,8	1+2	500	500	1452	952	48	48	31,381353	36,64826	317	31,39366	331	30,02275	778	28,51302	215
Semafor	1	1+2	500	500	1440	940	60	60	30,649324	33,84359	312	30,67372	331	29,45759	771	30,24813	214
Semafor	0	1+2	750	500	2250	1000	0	0	29,546254	26,28834	343	29,19779	362	29,35437	1179	33,80667	345
Semafor	0,2	1+2	750	500	2238	988	12	12	30,847491	27,90511	333	29,29573	351	31,76764	1162	32,16329	346
Semafor	0,4	1+2	750	500	2226	976	24	24	33,751069	29,57199	332	29,93812	341	35,49991	1141	35,79911	338
Semafor	0,6	1+2	750	500	2214	964	36	36	36,203209	35,36492	325	30,79735	339	38,41066	1116	35,14572	339
Semafor	0,8	1+2	750	500	2202	952	48	48	36,899189	36,75411	316	31,24888	334	38,78677	1119	36,34969	326
Semafor	1	1+2	750	500	2190	940	60	60	38,828947	34,00984	305	31,46355	332	43,12342	1089	36,49294	326
Semafor	0	1+2	1000	500	3000	1000	0	0	37,967364	26,37076	342	29,56306	360	41,21907	1316	45,2586	372
Semafor	0,2	1+2	1000	500	2988	988	12	12	38,616566	27,6635	337	29,8559	356	42,47649	1259	43,94536	366
Semafor	0,4	1+2	1000	500	2976	976	24	24	39,40122	31,83394	327	30,8313	345	42,47376	1250	43,65374	374
Semafor	0,6	1+2	1000	500	2964	964	36	36	41,515004	36,82724	323	30,96647	343	45,01078	1225	43,9093	355
Semafor	0,8	1+2	1000	500	2952	952	48	48	41,868568	40	319	32,9311	328	44,46381	1249	42,65027	366
Semafor	1	1+2	1000	500	2940	940	60	60	40,881426	34,12997	307	30,81672	329	44,47038	1212	43,80282	354
Semafor	0	1+2	250	750	750	1500	0	0	30,93272	34,2153	477	35,4679	424	24,17008	321	27,47257	113
Semafor	0,2	1+2	250	750	738	1488	12	12	32,433516	37,65672	469	36,12051	412	24,75457	383	26,75259	116
Semafor	0,4	1+2	250	750	726	1476	24	24	33,899837	39,7635	452	38,45	284	24,75847	378	29,47091	110
Semafor	0,6	1+2	250	750	714	1464	36	36	34,243438	42,28175	422	36,41957	281	25,20722	360	27,8822	118
Semafor	0,8	1+2	250	750	702	1452	48	48	37,130076	46,57021	433	41,91851	281	25,2727	359	26,8114	114
Semafor	1	1+2	250	750	690	1440	60	60	36,039878	43,90141	425	42,29358	265	25,03295	349	25,70982	112
Semafor	0	1+2	500	750	1500	1500	0	0	29,034928	31,90965	487	33,20493	223	26,20038	794	28,69177	231
Semafor	0,2	1+2	500	750	1488	1488	12	12	32,611398	39,68956	450	37,275	312	27,81111	792	28,91806	227
Semafor	0,4	1+2	500	750	1476	1476	24	24	33,210487	40,06145	441	38,91448	297	28,52935	787	28,52273	220
Semafor	0,6	1+2	500	750	1464	1464	36	36	35,801511	46,68832	428	40,90884	294	29,31709	790	30,83301	209
Semafor	0,8	1+2	500	750	1452	1452	48	48	36,799	47,62284	429	41,96523	279	30,92162	777	29,73814	215
Semafor	1	1+2	500	750	1440	1440	60	60	35,551008	44,16541	425	41,48509	275	30,19598	771	30,13581	215
Semafor	0	1+2	750	750	2250	1500	0	0	31,917801	35,1345	487	33,25596	218	29,71278	1174	34,06618	340
Semafor	0,2	1+2	750	750	2238	1488	12	12	33,956459	37,86304	460	38,56863	306	31,65932	1170	32,425	340
Semafor	0,4	1+2	750	750	2226	1476	24	24	37,386289	40,79825	458	40,67067	300	36,16334	1143	33,98343	338
Semafor	0,6	1+2	750	750	2214	1464	36	36	41,109547	47,55813	418	45,0126	381	38,52781	1122	37,22477	331
Semafor	0,8	1+2	750	750	2202	1452	48	48	41,868206	51,55144	416	43,7374	369	39,13274	1121	36,77099	324
Semafor	1	1+2	750	750	2190	1440	60	60	41,839856	46,84679	421	43,08851	261	41,32651	1075	36,10213	328
Semafor	0	1+2	1000	750	3000	1500	0	0	39,18288	33,54928	485	34,93114	228	40,56925	1327	44,03177	384
Semafor	0,2	1+2	1000	750	2988	1488	12	12	40,717597	37,78635	469	35,18199	211	41,44865	1293	45,19244	357
Semafor	0,4	1+2	1000	750	2976	1476	24	24	43,840343	44,80069	434	39,84236	288	44,73523	1246	42,80381	367
Semafor	0,6	1+2	1000	750	2964	1464	36	36									



Indisciplina de estacionamiento en entornos urbanos:  
Impacto en la circulación y evaluación de medidas paliativas



Caso estudio	Nivel indisciplina (Vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Semafor	0,2	1+2	500	1000	1488	1988	12	12	33,50562	42,93939	495	41,21626	123	27,54219	794	29,58044	225
Semafor	0,4	1+2	500	1000	1476	1976	24	24	36,205038	49,89769	477	45,95577	104	28,53491	782	29,32756	226
Semafor	0,6	1+2	500	1000	1464	1964	36	36	38,498578	50,96261	460	47,44033	300	29,77724	782	31,11019	216
Semafor	0,8	1+2	500	1000	1452	1952	48	48	37,501741	48,87368	437	45,75816	294	30,42342	773	28,71005	219
Semafor	1	1+2	500	1000	1440	1940	60	60	39,337882	51,55499	451	47,7681	395	30,25775	774	30,79151	212
Semafor	0	1+2	750	1000	2250	2000	0	0	33,989284	44,0365	526	45,9931	58	29,06706	1178	33,46282	347
Semafor	0,2	1+2	750	1000	2238	1988	12	12	35,53427	46,05862	493	48,24444	36	31,43664	1160	32,90059	339
Semafor	0,4	1+2	750	1000	2226	1976	24	24	40,560063	50,87623	467	48,93277	296	35,80989	1133	34,93059	340
Semafor	0,6	1+2	750	1000	2214	1964	36	36	42,062756	52,85642	475	47,04545	308	37,81883	1126	36,40811	333
Semafor	0,8	1+2	750	1000	2202	1952	48	48	41,490612	49,63289	447	46,55867	300	38,45621	1128	36,22636	330
Semafor	1	1+2	750	1000	2190	1940	60	60	44,56066	47,86432	440	49,21633	392	44,14513	1079	36,00997	331
Semafor	0	1+2	1000	1000	3000	2000	0	0	42,629456	44,87095	537	46,37551	49	40,79395	1322	45,43838	370
Semafor	0,2	1+2	1000	1000	2988	1988	12	12	44,312344	46,45367	490	47,96218	119	43,11317	1268	44,41308	367
Semafor	0,4	1+2	1000	1000	2976	1976	24	24	45,646364	47,8345	487	47,09496	139	44,56311	1220	45,80056	354
Semafor	0,6	1+2	1000	1000	2964	1964	36	36	46,819928	51,68516	465	47,7155	200	45,72093	1199	43,68969	359
Semafor	0,8	1+2	1000	1000	2952	1952	48	48	46,18429	49,7945	473	45,53914	396	45,5322	1208	44,34377	361
Semafor	1	1+2	1000	1000	2940	1940	60	60	46,982661	51,28468	444	49,26257	382	45,64717	1217	43,79006	362
Semafor	0	1	250	250	750	500	0	0	24,768676	22,46987	156	26,51075	186	24,08491	391	27,44071	113
Semafor	0,2	1	250	250	726	500	24	0	25,250302	22,47949	156	26,71022	186	24,7723	379	28,41574	108
Semafor	0,4	1	250	250	702	500	48	0	25,019264	22,42436	156	26,65484	186	24,95167	360	26,12478	113
Semafor	0,6	1	250	250	678	500	72	0	24,998492	22,46474	156	26,72043	186	25,25552	344	24,87636	110
Semafor	0,8	1	250	250	654	500	96	0	24,540621	22,44615	156	26,7043	186	24,37368	323	24,33889	108
Semafor	1	1	250	250	630	500	120	0	25,435582	22,46859	156	26,83978	186	25,47864	309	27,22952	105
Semafor	0	1	500	250	1500	500	0	0	26,279005	22,53462	156	26,55108	186	26,26496	799	28,68938	226
Semafor	0,2	1	500	250	1476	500	24	0	27,636768	22,55321	156	26,79624	186	28,59733	786	28,51629	211
Semafor	0,4	1	500	250	1452	500	48	0	28,61934	22,47564	156	26,84624	186	30,33766	778	28,39206	224
Semafor	0,6	1	500	250	1428	500	72	0	28,205775	22,59744	156	27,22849	186	29,44679	763	28,72607	211
Semafor	0,8	1	500	250	1404	500	96	0	29,2547	22,53397	156	26,99194	186	31,16913	745	29,45877	211
Semafor	1	1	500	250	1380	500	120	0	29,612305	22,59103	156	27,05968	186	31,55371	728	30,34486	214
Semafor	0	1	750	250	2250	500	0	0	29,309169	22,71923	156	26,78172	186	29,33146	1176	33,55101	347
Semafor	0,2	1	750	250	2226	500	24	0	33,46219	22,61731	156	26,93763	186	35,48914	1142	35,23574	333
Semafor	0,4	1	750	250	2202	500	48	0	36,383529	23,0891	156	27,54785	186	39,82193	1122	35,95382	327
Semafor	0,6	1	750	250	2178	500	72	0	37,588819	23,10129	155	27,64759	187	41,70343	1079	36,57952	332
Semafor	0,8	1	750	250	2154	500	96	0	37,611885	22,74808	156	27,79785	186	41,6216	1051	37,38952	315
Semafor	1	1	750	250	2130	500	120	0	40,778712	22,80833	156	27,69086	186	46,65975	1021	38,33662	314
Semafor	0	1	1000	250	3000	500	0	0	38,987285	22,78333	156	26,9129	186	41,00974	1325	44,64649	370
Semafor	0,2	1	1000	250	2976	500	24	0	40,381063	22,91623	154	27,54362	188	43,75131	1261	42,67446	372
Semafor	0,4	1	1000	250	2952	500	48	0	41,553045	22,86346	156	27,77366	186	45,88226	1212	42,18392	367
Semafor	0,6	1	1000	250	2928	500	72	0	40,724145	23,05449	156	28,0914	186	44,77168	1183	41,64035	347
Semafor	0,8	1	1000	250	2904	500	96	0	43,123562	23,06731	156	28,97957	186	48,47766	1110	42,5823	339
Semafor	1	1	1000	250	2880	500	120	0	43,24777	23,10321	156	28,86882	186	49,17887	1098	41,14713	331
Semafor	0	1	250	500	750	1000	0	0	26,327341	25,80231	346	28,90812	357	24,10921	391	27,45664	113
Semafor	0,2	1	250	500	726	1000	24	0	26,712479	25,82951	349	29,07961	358	24,80554	379	28,41111	108
Semafor	0,4	1	250	500	702	1000	48	0	26,542252	25,76819	349	28,94986	359	25,0175	360	26,14159	113
Semafor	0,6	1	250	500	678	1000	72	0	26,621107	25,83037	349	29,24901	353	25,27355	344	24,91091	110
Semafor	0,8	1	250	500	654	1000	96	0	26,410336	25,76232	345	29,51067	356	24,38142	323	24,3287	108
Semafor	1	1	250	500	630	1000	120	0	27,03531	25,91734	346	29,39153	354	25,53161	310	27,21845	103
Semafor	0	1	500	500	1500	1000	0	0	27,039503	25,79825	343	29,03213	361	26,18807	796	28,71703	229
Semafor	0,2	1	500	500	1476	1000	24	0	28,098596	25,91185	346	28,80674	356	28,41957	787	29,24364	220
Semafor	0,4	1	500	500	1452	1000	48	0	28,911629	25,91289	349	29,20932	354	30,25645	783	28,37404	208
Semafor	0,6	1	500	500	1428	1000	72	0	28,866826	26,24884	344	29,63287	359	29,62189	763	29,10238	210
Semafor	0,8	1	500	500	1404	1000	96	0	29,563351	25,79742	349	29,5538	355	30,74625	746	31,64593	209
Semafor	1	1	500	500	1380	1000	120	0	29,718891	26,45948	343	29,81569	357	31,06648	728	30,19953	213
Semafor	0	1	750	500	2250	1000	0	0	29,546254	26,28834	343	29,19779	362	29,35437	1179	33,80667	345
Semafor	0,2	1	750	500	2226	1000	24	0	32,828048	26,5105	343	29,60672	357	35,14212	1149	34,8042	333
Semafor	0,4	1	750	500	2202	1000	48	0	35,13383	26,31461	349	29,66186	354	39,27845	1123	36,25015	323
Semafor	0,6	1	750	500	2178	1000	72	0	35,742309	26,20954	346	29,94558	351	40,29557	1106	36,62649	336
Semafor	0,8	1	750	500	2154	1000	96	0	37,514024	26,66345	342	29,98914	359	43,66002	1063	37,1254	311
Semafor	1	1	750	500	2130	1000	120	0	38,576833	26,74561	342	30,59972	355	45,64144	1045	36,9858	317
Semafor	0	1	1000	500	3000	1000	0	0	37,967364	26,37076	342	29,56306	360	41,21907	1316	45,2586	372
Semafor	0,2	1	1000	500	2976	1000	24	0	39,290741	26,39497	338	30,38306	360	43,92029	1257	44,04877	367
Semafor	0,4	1	1000	500	2952	1000	48	0	39,772063	26,68285	344	30,75208	361	45,40528	1230	42,05868	363
Semafor	0,6	1	1000	500	2928	1000	72	0	39,554081	26,53855	345	30,28136	354	45,24689	1175	42,5986	356
Semafor	0,8	1	1000	500	2904	1000	96	0	41,723993	27,42023	341	31,66686	350	49,5653	1101	41,0348	342
Semafor	1	1	1000	500	2880	1000	120	0	41,690857	27,01706	340	31,15606	355	49,63792	1076	42,25031	318
Semafor	0	1	250	750	750	1500	0	0	30,93272	34,2153	477	35,4679	324	24,17008	391	27,47257	113
Semafor	0,2	1	250	750	726	1500	24	0	30,336104	33,61743	482	33,42703	222	24,8781	379	28,49167	108
Semafor	0,4	1	250	750	702	1500	48	0	30,531351	34,11839	484	33,75409	220	25,04583	360	26,36903	113
Semafor	0,6	1	250	750	678	1500	72	0	32,342672	35,62463	471	37,75355	310	25,35552	344	24,89182	110
Semafor	0,8	1	250	750	654	1500	96	0	30,828879	34,97637	474	34,5619	210	24,48793	323	24,33148	108
Semafor	1	1	250	750	630												



Indisciplina de estacionamiento en entornos urbanos:  
Impacto en la circulación y evaluación de medidas paliativas



Caso estudio	Nivel indisciplina (Vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Semáfor	0,6	1	750	750	2178	1500	72	0	38,501697	34,07984	486	37,875	224	41,39815	1082	35,93465	329
Semáfor	0,8	1	750	750	2154	1500	96	0	38,856445	35,837911	459	37,87184	309	40,81048	1059	37,67764	322
Semáfor	1	1	750	750	2130	1500	120	0	41,050148	35,56639	485	35,83767	215	45,44281	1016	38,81928	306
Semáfor	0	1	1000	750	3000	1500	0	0	39,18228	33,54928	485	34,93114	228	40,56925	1327	44,03177	384
Semáfor	0,2	1	1000	750	2976	1500	24	0	41,342289	33,84831	474	36,34859	319	44,81025	1258	43,5097	361
Semáfor	0,4	1	1000	750	2952	1500	48	0	41,419673	35,39872	469	38,42797	311	44,74236	1237	40,44986	367
Semáfor	0,6	1	1000	750	2928	1500	72	0	41,948354	33,91833	480	35,42857	224	46,24837	1166	42,81585	347
Semáfor	0,8	1	1000	750	2904	1500	96	0	43,979562	36,74	470	38,3017	294	49,13466	1131	41,75513	341
Semáfor	1	1	1000	750	2880	1500	120	0	44,239752	36,53376	471	39,90746	295	49,52594	1087	41,68323	328
Semáfor	0	1	250	1000	750	2000	0	0	35,747301	44,93308	529	45,54833	60	24,32718	390	27,03246	114
Semáfor	0,2	1	250	1000	726	2000	24	0	35,500283	43,63077	520	45,82264	53	24,98179	379	28,2	108
Semáfor	0,4	1	250	1000	702	2000	48	0	35,250282	42,76502	526	45,68154	65	25,1805	359	26,34035	114
Semáfor	0,6	1	250	1000	678	2000	72	0	37,542895	45,23524	525	48,19571	140	25,50436	344	24,91909	110
Semáfor	0,8	1	250	1000	654	2000	96	0	35,624306	43,7825	520	45,54737	57	24,49164	323	24,40185	108
Semáfor	1	1	250	1000	630	2000	120	0	37,409674	46,00493	507	47,66333	30	25,73625	309	27,33048	105
Semáfor	0	1	500	1000	1500	2000	0	0	33,012531	43,72746	528	46,27308	52	26,28381	797	28,67665	227
Semáfor	0,2	1	500	1000	1476	2000	24	0	34,650119	45,12796	515	46,4569	58	28,77697	786	28,02353	221
Semáfor	0,4	1	500	1000	1452	2000	48	0	35,855563	46,05463	518	47,80227	44	30,48276	783	28,22762	210
Semáfor	0,6	1	500	1000	1428	2000	72	0	35,028916	44,34328	506	47,22745	51	29,80564	762	28,66714	213
Semáfor	0,8	1	500	1000	1404	2000	96	0	36,477653	45,2118	517	47,54565	46	31,4751	747	30,25652	207
Semáfor	1	1	500	1000	1380	2000	120	0	36,688681	46,34322	509	48,11136	44	31,08927	727	30,36948	213
Semáfor	0	1	750	1000	2250	2000	0	0	33,989284	44,0365	526	45,9931	58	29,06706	1178	33,46282	347
Semáfor	0,2	1	750	1000	2226	2000	24	0	37,950857	44,9356	514	47,898	50	35,43027	1143	34,36012	336
Semáfor	0,4	1	750	1000	2202	2000	48	0	40,18806	43,5024	501	47,06897	58	39,40397	1109	36,43407	317
Semáfor	0,6	1	750	1000	2178	2000	72	0	42,431115	47,96512	496	49,78571	28	41,49374	1087	36,52324	327
Semáfor	0,8	1	750	1000	2154	2000	96	0	41,523572	46,28068	497	47,63333	57	40,54903	1036	36,26852	324
Semáfor	1	1	750	1000	2130	2000	120	0	43,035526	45,30544	515	48,896	25	43,67517	1043	36,78107	317
Semáfor	0	1	1000	1000	3000	2000	0	0	42,629456	44,87095	537	46,37551	49	40,79395	1322	45,43838	370
Semáfor	0,2	1	1000	1000	2976	2000	24	0	44,780453	44,25656	511	47,78167	60	44,80428	1239	44,94463	354
Semáfor	0,4	1	1000	1000	2952	2000	48	0	44,21679	45,4998	500	48,70698	43	44,28599	1249	41,72757	370
Semáfor	0,6	1	1000	1000	2928	2000	72	0	46,40658	47,96585	492	52,14308	100	46,42329	1142	42,01547	349
Semáfor	0,8	1	1000	1000	2904	2000	96	0	47,475974	47,67469	490	49,82188	32	49,31658	1110	41,0542	345
Semáfor	1	1	1000	1000	2880	2000	120	0	47,457718	45,47406	505	49,88966	29	50,18921	1066	41,08939	311
Semáfor	0	2	250	250	750	500	0	0	24,768676	22,46987	156	26,51075	186	24,08491	391	27,44071	113
Semáfor	0,2	2	250	250	750	476	0	24	25,192039	25,44481	154	25,84971	171	24,1023	391	27,62301	113
Semáfor	0,4	2	250	250	750	452	0	48	25,332059	26,01844	141	26,09578	166	24,08491	391	27,66903	113
Semáfor	0,6	2	250	250	750	428	0	72	25,358861	26,73433	134	25,50395	152	24,08491	391	27,94071	113
Semáfor	0,8	2	250	250	750	404	0	96	25,557792	27,36583	120	25,85685	146	24,1023	391	28,28761	113
Semáfor	1	2	250	250	750	380	0	120	25,195716	25,84685	111	25,45076	132	24,24319	389	27,49652	115
Semáfor	0	2	500	250	1500	500	0	0	26,279005	22,53462	156	26,55108	186	26,26496	799	28,68938	226
Semáfor	0,2	2	500	250	1500	476	0	24	26,569556	25,6474	154	25,88012	171	26,22035	801	28,97857	224
Semáfor	0,4	2	500	250	1500	452	0	48	26,652213	26,26738	141	26,11084	166	26,18427	801	28,95867	225
Semáfor	0,6	2	500	250	1500	428	0	72	26,588482	26,12932	133	25,82092	153	26,01917	798	29,37621	227
Semáfor	0,8	2	500	250	1500	404	0	96	26,798218	27,66555	119	25,78707	147	26,14257	794	29,24848	231
Semáfor	1	2	500	250	1500	380	0	120	26,656546	26,15676	111	25,49545	132	26,13087	797	29,40965	228
Semáfor	0	2	750	250	2250	500	0	0	29,309169	22,71923	156	26,78172	186	29,33146	1176	33,55101	347
Semáfor	0,2	2	750	250	2250	476	0	24	29,906807	26,12171	152	26,01561	173	29,8051	1176	33,17571	350
Semáfor	0,4	2	750	250	2250	452	0	48	29,066612	26,42057	141	26,22169	166	29,02295	1181	31,66638	345
Semáfor	0,6	2	750	250	2250	428	0	72	29,8865	26,93481	135	25,99079	152	29,76901	1165	33,12644	348
Semáfor	0,8	2	750	250	2250	404	0	96	30,37162	28,03782	119	25,87823	147	30,09277	1175	33,99885	349
Semáfor	1	2	750	250	2250	380	0	120	29,798699	26,23628	113	25,26923	130	29,53778	1178	33,5415	347
Semáfor	0	2	1000	250	3000	500	0	0	38,987285	22,78333	156	26,9129	186	41,00974	1325	44,64649	370
Semáfor	0,2	2	1000	250	3000	476	0	24	38,959792	25,88026	152	26,42428	173	40,5202	1327	44,59784	370
Semáfor	0,4	2	1000	250	3000	452	0	48	39,118245	26,60496	141	26,45	166	40,39993	1339	44,16144	371
Semáfor	0,6	2	1000	250	3000	428	0	72	39,425842	27,2594	133	25,83421	152	40,4374	1329	45,66507	375
Semáfor	0,8	2	1000	250	3000	404	0	96	39,334467	28,08667	120	26,0863	146	40,07629	1354	45,34908	379
Semáfor	1	2	1000	250	3000	380	0	120	39,791828	26,48198	111	25,75227	132	40,60248	1332	45,66867	383
Semáfor	0	2	250	500	750	1000	0	0	26,327341	25,80231	346	28,90812	357	24,10921	391	27,45664	113
Semáfor	0,2	2	250	500	750	976	0	24	27,020506	28,32404	337	28,83895	344	24,1023	391	27,69469	113
Semáfor	0,4	2	250	500	750	952	0	48	29,014545	34,02871	317	30,36527	334	24,24319	389	27,40957	115
Semáfor	0,6	2	250	500	750	928	0	72	29,963514	36,47028	286	31,97438	320	24,1509	391	27,91327	113
Semáfor	0,8	2	250	500	750	904	0	96	30,361733	37,44394	289	32,1419	315	24,16777	391	28,71858	113
Semáfor	1	2	250	500	750	880	0	120	31,314654	40,30616	276	33,31869	305	24,17187	391	28,65929	113
Semáfor	0	2	500	500	1500	1000	0	0	27,039503	25,79825	343	29,03213	361	26,18807	796	28,71703	229
Semáfor	0,2	2	500	500	1500	976	0	24	27,678613	28,54405	336	29,15425	341	26,33697	798	28,89736	227
Semáfor	0,4	2	500	500	1500	952	0	48	29,610448	36,77956	318	30,88886	332	26,16278	798	29,81762	227
Semáfor	0,6	2	500	500	1500	928	0	72	29,604794	37,30712	281	32,1433	321	26,08772	798	28,84449	227
Semáfor	0,8	2	500	500	1500	904	0	96	29,896378	38,63228	285	31,54702	319	26,15389	796	29,73362	226
Semáfor	1	2	500	500	1500	880	0	120	30,713806	41,55914	279	32,97016	305	26,33885	798	29,72788	229
Semáfor	0	2	750	500	2250	1000	0	0	29,546254	26,28834	343	29,19779	362	29,35437	1179	33,80667	345
Semáfor	0,2	2	750	500	2250	976											

Caso estudio	Nivel indisciplina (vh/100m)	Local/indisc	Flujo 1	Flujo 2	Flujo legales 1	Flujo legales 2	Flujo ilegales 1	Flujo ilegales 2	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	Vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	Vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	Vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	Vh sección 4
Semafor	1	2	1000	500	3000	880	0	120	40,994081	42,94757	267	34,92331	296	40,24852	1319	46,90707	382
Semafor	0	2	250	750	750	1500	0	0	30,93272	34,2153	477	35,4679	324	24,17008	391	27,47257	113
Semafor	0,2	2	250	750	750	1476	0	24	34,32746	41,55526	456	39,12067	300	24,2671	389	27,19391	115
Semafor	0,4	2	250	750	750	1452	0	48	36,350573	47,40456	439	39,15699	279	24,291	389	28,13739	115
Semafor	0,6	2	250	750	750	1428	0	72	34,789022	44,03515	404	38,20588	340	24,27789	389	27,76	115
Semafor	0,8	2	250	750	750	1404	0	96	37,07401	48,15899	378	42,31939	330	24,23026	390	29,07368	114
Semafor	1	2	250	750	750	1380	0	120	36,571059	49,12486	362	39,97958	333	24,31183	389	28,65217	115
Semafor	0	2	500	750	1500	1500	0	0	29,034928	31,90965	487	33,20493	223	26,20038	794	28,69177	231
Semafor	0,2	2	500	750	1500	1476	0	24	32,030639	39,78844	450	38,0116	293	26,32409	797	28,99432	229
Semafor	0,4	2	500	750	1500	1452	0	48	34,159817	48,26923	442	37,37684	285	26,32982	798	30,17357	227
Semafor	0,6	2	500	750	1500	1428	0	72	33,245103	45,93222	388	38,20175	343	25,9965	801	29,59955	224
Semafor	0,8	2	500	750	1500	1404	0	96	34,235669	49,11597	382	39,40778	334	26,08256	797	30,22807	228
Semafor	1	2	500	750	1500	1380	0	120	34,444587	49,96461	373	40,00064	311	26,15372	793	30,38319	232
Semafor	0	2	750	750	2250	1500	0	0	31,917801	35,1345	487	33,25596	218	29,71278	1174	34,06618	340
Semafor	0,2	2	750	750	2250	1476	0	24	33,835383	41,08225	445	39,61399	293	29,86497	1176	33,11844	347
Semafor	0,4	2	750	750	2250	1452	0	48	35,034993	51,21021	431	37,33043	276	29,27798	1181	32,67126	341
Semafor	0,6	2	750	750	2250	1428	0	72	34,803304	45,13309	408	40,06059	340	29,91303	1174	34,05374	348
Semafor	0,8	2	750	750	2250	1404	0	96	34,685308	50,60751	386	38,96452	341	28,95915	1170	32,14157	356
Semafor	1	2	750	750	2250	1380	0	120	36,269923	54,62907	375	41,01513	423	29,34505	1183	34,22974	343
Semafor	0	2	1000	750	3000	1500	0	0	39,18288	33,54928	485	34,93114	228	40,56925	1327	44,03177	384
Semafor	0,2	2	1000	750	3000	1476	0	24	41,878209	43,15234	449	38,75144	383	41,58821	1306	44,64463	363
Semafor	0,4	2	1000	750	3000	1452	0	48	43,929793	51,55316	412	40,63259	359	41,74398	1280	46,20813	369
Semafor	0,6	2	1000	750	3000	1428	0	72	40,883721	44,9396	404	38,31182	347	39,45975	1359	43,98021	384
Semafor	0,8	2	1000	750	3000	1404	0	96	43,053201	48,49501	401	41,65799	319	40,83459	1324	46,23714	377
Semafor	1	2	1000	750	3000	1380	0	120	43,573831	52,44259	378	39,5625	328	41,01884	1316	47,11845	374
Semafor	0	2	250	1000	750	2000	0	0	35,747301	44,93308	529	45,54833	60	24,32718	390	27,03246	114
Semafor	0,2	2	250	1000	750	1976	0	24	39,556362	49,55579	475	47,97219	302	24,30307	391	27,81062	113
Semafor	0,4	2	250	1000	750	1952	0	48	36,673787	49,29308	448	48,21176	17	24,30437	389	27,6487	115
Semafor	0,6	2	250	1000	750	1928	0	72	39,111103	50,52391	414	45,08918	388	24,67147	389	26,69913	115
Semafor	0,8	2	250	1000	750	1904	0	96	39,422682	52,15226	421	44,19421	380	24,30437	389	28,19391	115
Semafor	1	2	250	1000	750	1880	0	120	39,8251	54,23756	402	44,24725	345	24,23907	389	28,89913	115
Semafor	0	2	500	1000	1500	2000	0	0	33,012531	43,72746	528	46,27308	52	26,28381	797	28,67665	227
Semafor	0,2	2	500	1000	1500	1976	0	24	35,40716	49,21958	475	46,60296	203	26,11021	803	29,27175	223
Semafor	0,4	2	500	1000	1500	1952	0	48	34,463948	48,78022	460	43,12295	122	26,25038	796	29,62237	228
Semafor	0,6	2	500	1000	1500	1928	0	72	36,203934	49,82357	420	46,37221	385	26,06935	796	29,35721	229
Semafor	0,8	2	500	1000	1500	1904	0	96	36,915716	56,1371	407	43,7	355	26,04282	801	30,14978	225
Semafor	1	2	500	1000	1500	1880	0	120	36,087887	53,59608	408	41,97515	342	26,27494	802	30,31749	223
Semafor	0	2	750	1000	2250	2000	0	0	33,989284	44,0365	526	45,9931	58	29,06706	1178	33,46282	347
Semafor	0,2	2	750	1000	2250	1976	0	24	35,811599	49,05605	471	47,60909	209	29,16695	1174	33,25354	353
Semafor	0,4	2	750	1000	2250	1952	0	48	34,735344	46,13854	467	45,13889	36	30,01628	1173	34,26167	347
Semafor	0,6	2	750	1000	2250	1928	0	72	36,736449	50,18435	428	45,63144	388	30,16561	1172	32,35872	344
Semafor	0,8	2	750	1000	2250	1904	0	96	37,083879	55,77101	414	44,00115	349	29,21256	1178	34,56034	348
Semafor	1	2	750	1000	2250	1880	0	120	37,467656	54,64877	406	46,64877	326	29,8543	1175	34,54514	350
Semafor	0	2	1000	1000	3000	2000	0	0	42,629456	44,87095	537	46,37551	49	40,79395	1322	45,43838	370
Semafor	0,2	2	1000	1000	3000	1976	0	24	43,403666	47,62465	495	48,71316	114	40,84234	1318	45,40161	372
Semafor	0,4	2	1000	1000	3000	1952	0	48	44,454975	52,84049	452	46,54194	403	40,57947	1325	45,77023	383
Semafor	0,6	2	1000	1000	3000	1928	0	72	43,561861	51,12063	412	48,02097	372	39,95141	1352	43,84036	389
Semafor	0,8	2	1000	1000	3000	1904	0	96	45,204376	56,35725	400	46,10971	340	41,23521	1329	46,55027	376
Semafor	1	2	1000	1000	3000	1880	0	120	44,276767	56,79335	391	44,87273	341	39,90593	1348	46,35707	382

## 5. ANEJO 5 – DATOS REFERENTES AL ANÁLISIS PRÁCTICO REFERENTE AL IMPACTO DE LA INDISCIPLINA EN EL TIEMPO DE RECORRIDO PARA UN ENTORNO URBANO COMPLEJO

### 1. Afectación en función del flujo de circulación – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas

Nivel indisciplina (vh/100m <sup>2</sup> )	Localización indisciplina	Flujo 1	Flujo 2	Flujo vías 3 carriles	Flujo vías 2 carriles	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección	#vh sección 1	Tiempo viaje sección	#vh sección 2	Tiempo viaje sección	#vh sección 3	Tiempo viaje sección	#vh sección 4
0	Vial entero	500	500	1500	1000	20,1961	41,07529	510	10,85037	683	60,17813	96	12,41172	1041
0,2	Vial entero	500	500	1500	1000	27,8957	72,05805	379	19,7965	486	57,52769	65	12,22819	940
0,4	Vial entero	500	500	1500	1000	29,2353	90,32115	312	17,7529	414	57,61077	65	12,055	940
0,6	Vial entero	500	500	1500	1000	25,0769	80,24881	252	14,5263	365	58,88636	66	11,95321	936
0,8	Vial entero	500	500	1500	1000	24,4543	87,12606	188	17,34416	308	56,11818	66	12,02649	940
1	Vial entero	500	500	1500	1000	21,9621	83,47803	132	17,59757	247	58,47077	65	11,93536	939
0	Vial entero	750	500	2250	1000	18,936	41,71115	511	10,57741	695	63,44731	93	12,37776	1520
0,2	Vial entero	750	500	2250	1000	25,6606	77,25184	380	18,47773	503	59,89394	66	12,44482	1381
0,4	Vial entero	750	500	2250	1000	26,961	97,56361	305	18,2022	410	61,07846	65	12,40484	1385
0,6	Vial entero	750	500	2250	1000	24,5842	100,1868	234	14,56196	347	59,26	65	12,69451	1385
0,8	Vial entero	750	500	2250	1000	22,8736	98,4533	182	17,22623	305	61,10615	65	12,33021	1377
1	Vial entero	750	500	2250	1000	20,1956	86,45338	133	16,39659	264	61,57313	67	12,58843	1391
0	Vial entero	1000	500	3000	1000	19,0535	41,4813	508	10,56274	687	61,82653	98	13,22093	1672
0,2	Vial entero	1000	500	3000	1000	24,8213	83,24697	347	16,28568	461	59,84091	66	12,5595	1521
0,4	Vial entero	1000	500	3000	1000	27,5677	105,6672	293	20,62049	405	59,81194	67	13,01937	1528
0,6	Vial entero	1000	500	3000	1000	23,5709	96,10418	239	16,56516	353	57,72273	66	12,2878	1517
0,8	Vial entero	1000	500	3000	1000	21,6115	93,91141	184	15,56429	308	59,81667	66	12,46791	1527
1	Vial entero	1000	500	3000	1000	19,3576	84,44846	130	15,56172	256	58,13182	66	12,80235	1533
0	Vial entero	500	750	1500	1500	21,9622	42,44153	732	10,57133	907	60,67917	144	12,45924	1077
0,2	Vial entero	500	750	1500	1500	35,268	97,61463	451	19,40092	544	58,00374	107	12,83265	977
0,4	Vial entero	500	750	1500	1500	33,5234	92,99198	424	19,51698	530	57,04074	108	12,71372	977
0,6	Vial entero	500	750	1500	1500	33,4931	102,7579	356	18,24255	463	57,99528	106	12,84427	978
0,8	Vial entero	500	750	1500	1500	33,8528	108,6562	308	21,45466	408	59,19519	104	12,81541	980
1	Vial entero	500	750	1500	1500	28,8222	92,86439	264	16,84185	368	59,19151	106	12,66855	973
0	Vial entero	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,2	Vial entero	750	750	2250	1500	30,3448	93,9939	426	18,58209	536	60,27593	108	13,24509	1406
0,4	Vial entero	750	750	2250	1500	30,2207	97,34694	392	18,08291	509	60,79519	104	13,51934	1396
0,6	Vial entero	750	750	2250	1500	29,6149	101,6292	359	17,91429	462	59,73458	107	12,87496	1414
0,8	Vial entero	750	750	2250	1500	28,1803	105,4678	295	17,77512	402	60,30377	106	12,72632	1425
1	Vial entero	750	750	2250	1500	26,231	99,54824	255	16,45645	372	61,09623	106	12,83429	1400
0	Vial entero	1000	750	3000	1500	21,5701	46,11989	724	10,51648	904	60,70909	143	13,69122	1698
0,2	Vial entero	1000	750	3000	1500	28,5641	91,39355	434	17,51257	557	58,46887	106	12,79649	1540
0,4	Vial entero	1000	750	3000	1500	28,5594	102,2166	374	16,31584	486	59,44167	108	12,56665	1559
0,6	Vial entero	1000	750	3000	1500	27,941	97,08134	343	19,18086	465	60,20196	102	12,99159	1534
0,8	Vial entero	1000	750	3000	1500	27,0389	102,989	291	18,14	405	60,58611	108	12,94047	1569
1	Vial entero	1000	750	3000	1500	25,526	97,02421	252	15,27038	368	60,66822	107	13,76649	1531
0	Vial entero	500	1000	1500	2000	24,1713	47,08164	828	11,02561	988	59,11461	178	13,02813	1095
0,2	Vial entero	500	1000	1500	2000	34,1369	88,71721	517	18,23125	624	57,26031	131	12,68612	994
0,4	Vial entero	500	1000	1500	2000	34,9328	102,0456	412	18,90447	514	57,46822	129	12,4111	991
0,6	Vial entero	500	1000	1500	2000	34,6968	105,4262	366	18,5744	461	58,79141	128	13,00624	993
0,8	Vial entero	500	1000	1500	2000	34,2636	106,959	339	19,62064	436	58,11654	133	12,68066	993
1	Vial entero	500	1000	1500	2000	32,0358	101,1154	306	19,41525	413	56,75669	127	12,83585	993
0	Vial entero	750	1000	2250	2000	23,3756	50,25499	811	11,1664	991	60,43941	170	13,2293	1577
0,2	Vial entero	750	1000	2250	2000	31,9161	98,29104	480	18,79512	594	58,97094	117	12,73894	1420
0,4	Vial entero	750	1000	2250	2000	31,0263	106,3315	384	19,69427	489	58,08346	127	12,97928	1414
0,6	Vial entero	750	1000	2250	2000	32,6192	118,2473	353	21,1	463	58,63496	123	12,709	1411
0,8	Vial entero	750	1000	2250	2000	30,5599	111,5928	319	19,14052	422	59,15197	127	12,93181	1399
1	Vial entero	750	1000	2250	2000	28,1625	100,832	300	17,64952	420	58,61591	132	13,1201	1423
0	Vial entero	1000	1000	3000	2000	23,7832	54,0369	794	11,62939	973	61,46534	176	12,97497	1742
0,2	Vial entero	1000	1000	3000	2000	31,1952	98,63103	464	19,10344	582	59,37953	127	13,11059	1539
0,4	Vial entero	1000	1000	3000	2000	31,0263	107,3167	401	19,22131	502	59,98618	123	12,71997	1542
0,6	Vial entero	1000	1000	3000	2000	31,0785	114,1748	345	21,18087	460	60,42966	118	13,13533	1537
0,8	Vial entero	1000	1000	3000	2000	29,8633	111,8201	318	19,05971	417	59,07008	127	13,5307	1547
1	Vial entero	1000	1000	3000	2000	27,9662	106,2061	297	17,82172	419	59,81069	131	12,9478	1542
0	Vial entero'	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,2	Vial entero'	750	750	2250	1500	26,9228	44,07347	735	10,54337	867	60,09808	104	25,33232	1157
0,4	Vial entero'	750	750	2250	1500	29,6324	43,44024	743	10,76294	877	61,29714	105	32,67303	975
0,6	Vial entero'	750	750	2250	1500	30,3498	42,7203	744	10,5264	875	61,7934	106	35,80181	882
0,8	Vial entero'	750	750	2250	1500	30,226	43,16211	739	10,68245	872	61,26952	105	35,77477	761
1	Vial entero'	750	750	2250	1500	31,1331	43,32425	734	10,69457	866	60,98	105	39,02275	712

Nivell indisciplina (vh/100m <sup>2</sup> )	Localización indisciplina	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12
0	Vial entero	43,03257	522	39,49105	458	10,65249	842	42,35316	775	44,03275	858	41,32894	539	10,60911	637
0,2	Vial entero	43,18394	492	39,35777	457	10,6876	855	42,50317	788	42,07814	764	41,39875	480	11,14014	578
0,4	Vial entero	42,53638	492	39,39368	459	10,71207	845	42,2074	784	40,82985	737	41,12795	483	11,18434	581
0,6	Vial entero	42,59308	491	39,61747	458	10,6841	849	42,33012	777	41,0249	739	41,28042	480	11,3544	579
0,8	Vial entero	42,91765	493	39,44464	457	10,7093	839	42,5089	775	41,43543	748	41,83904	479	12,26955	578
1	Vial entero	42,42535	493	39,62052	458	10,65507	848	42,18195	781	40,59312	741	40,93734	482	10,8747	581
0	Vial entero	44,40992	524	40,23682	459	10,57921	909	41,9396	851	45,0408	946	42,45908	545	10,62625	701
0,2	Vial entero	42,9413	494	40,1872	453	10,50243	904	42,06256	844	43,12542	826	42,66849	476	11,58476	630
0,4	Vial entero	43,18211	492	40,2	457	10,49554	897	42,0051	843	41,22234	761	43,60335	478	12,23738	634
0,6	Vial entero	43,20162	493	40,09803	457	10,41877	911	41,60141	853	41,75116	774	43,77797	472	13,14823	620
0,8	Vial entero	44,3502	492	40,44223	457	10,44413	911	41,94566	852	42,14794	801	43,36941	474	12,35478	628
1	Vial entero	43,69754	488	40,37996	454	10,48378	900	41,94833	838	43,1544	818	43,24351	478	12,16282	632
0	Vial entero	43,86027	526	40,47603	459	10,5785	921	42,54439	856	46,41189	959	43,28423	539	10,76952	712
0,2	Vial entero	43,26917	493	40,38725	455	10,51716	921	42,46557	848	43,70582	807	45,27911	474	13,62167	646
0,4	Vial entero	43,76327	490	40,3315	454	10,58074	924	42,23614	855	42,82506	782	45,43728	464	13,7252	639
0,6	Vial entero	43,82191	493	40,84956	456	10,47705	915	42,28809	848	41,81588	762	44,55192	468	13,31049	639
0,8	Vial entero	43,32566	491	41,82423	454	10,51003	927	41,88502	861	42,66452	792	45,16514	479	14,32914	652
1	Vial entero	43,29128	493	40,62675	456	10,38945	910	42,38416	846	42,51559	808	44,37081	483	12,67833	660
0	Vial entero	49,35796	754	41,75139	685	10,48095	882	42,15617	819	45,13616	896	45,17685	825	11,10881	919
0,2	Vial entero	48,23529	714	41,39795	682	10,45649	878	42,13566	816	41,77111	713	56,55303	694	21,38945	787
0,4	Vial entero	48,18319	708	40,48009	683	10,59304	876	42,55951	815	42,27315	745	52,35196	716	18,22263	813
0,6	Vial entero	47,5549	714	40,8	679	10,66485	882	42,83691	821	41,7125	752	53,87997	704	19,26018	796
0,8	Vial entero	47,65543	709	40,90996	683	10,6142	880	42,52396	818	41,72709	731	52,2193	715	18,02979	809
1	Vial entero	48,46902	707	41,44404	679	10,63412	885	43,12288	813	41,34554	729	56,03085	697	21,67215	790
0	Vial entero	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Vial entero	50,87231	679	43,58907	677	10,5855	945	42,54511	889	43,65657	799	58,86471	666	20,76691	873
0,4	Vial entero	50,68058	685	43,67265	680	10,63436	937	42,84937	869	42,36297	802	64,76231	658	27,78369	797
0,6	Vial entero	51,05749	694	43,1522	682	10,65825	939	43,00969	867	42,26499	774	63,80958	689	24,76	840
0,8	Vial entero	48,92179	693	42,79116	679	10,60567	935	42,67945	866	42,33338	770	58,51145	664	22,16716	807
1	Vial entero	50,39682	691	43,45118	678	10,54534	933	42,99252	882	42,72561	816	67,55015	652	29,12841	792
0	Vial entero	51,32514	736	43,74137	672	10,42103	956	42,73531	892	47,59582	982	49,64808	807	12,54913	977
0,2	Vial entero	50,60335	686	43,22647	680	10,50222	947	43,02523	880	43,64677	836	66,29985	665	24,80883	827
0,4	Vial entero	50,22822	691	43,90607	675	10,41021	950	43,23179	887	43,12062	805	68,70709	635	26,22626	792
0,6	Vial entero	51,48311	681	43,03181	679	10,47877	942	43,35063	879	43,07901	810	73,52827	612	29,73232	758
0,8	Vial entero	50,94934	681	43,84748	674	10,35579	950	43,45142	883	42,43894	773	63,23465	635	24,66625	797
1	Vial entero	51,05392	688	44,4358	676	10,44069	956	42,8727	890	42,17913	800	71,31378	624	29,05179	782
0	Vial entero	57,64121	813	47,23267	802	10,66018	889	42,88382	822	47,15727	908	52,17561	935	12,32277	1032
0,2	Vial entero	54,11481	783	47,03046	811	10,65079	882	43,38054	817	42,56072	746	62,55434	795	19,74345	886
0,4	Vial entero	54,96417	787	47,157	793	10,66791	885	42,94105	816	41,70375	747	75,17435	764	27,31569	854
0,6	Vial entero	54,15471	786	47,83015	796	10,55507	888	42,79855	825	42,32014	720	76,80831	746	29,09606	837
0,8	Vial entero	54,49501	781	47,80199	805	10,68466	880	43,31067	825	41,51855	733	78,21849	768	29,85729	857
1	Vial entero	54,31389	785	48,34813	800	10,54966	880	42,81416	812	42,32071	729	70,87726	796	25,08571	889
0	Vial entero	59,20568	792	50,54824	765	10,67373	944	43,02443	876	48,48165	992	55,71555	907	12,5574	1061
0,2	Vial entero	59,89175	727	51,65705	759	10,54891	918	42,72677	863	42,94045	838	76,11259	691	26,71628	823
0,4	Vial entero	58,09457	737	51,19448	779	10,64496	932	43,08937	875	42,52575	769	80,4758	686	29,73596	826
0,6	Vial entero	57,74266	743	50,48833	780	10,53095	937	42,95052	873	42,35373	804	83,12442	684	32,02448	817
0,8	Vial entero	59,8989	730	51,71578	773	10,52776	933	42,85785	866	41,92257	771	79,64513	698	29,26812	828
1	Vial entero	57,4246	752	50,83436	783	10,52918	939	43,12423	879	41,63752	789	75,71166	712	26,11166	849
0	Vial entero	56,64222	803	53,38152	763	10,48559	951	42,7449	882	47,90637	989	63,85799	876	16,84614	1049
0,2	Vial entero	57,16089	739	52,74669	771	10,44989	948	43,48188	883	44,44483	841	75,33828	708	26,24731	873
0,4	Vial entero	55,12991	759	53,77	770	10,548	948	43,336	886	43,73624	756	79,62528	708	28,39101	868
0,6	Vial entero	57,41195	745	52,71651	769	10,35313	958	42,81054	901	43,80497	805	86,69926	677	32,93101	832
0,8	Vial entero	56,49772	747	51,3256	789	10,40298	940	43,45649	871	42,31867	766	84,38757	676	30,43797	827
1	Vial entero	59,07845	724	51,0445	782	10,51508	948	43,11196	878	43,06322	802	82,18791	678	30,71713	835
0	Vial entero'	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Vial entero'	50,7162	685	44,02029	680	10,34656	902	45,46604	851	44,54365	905	49,90329	700	10,93027	826
0,4	Vial entero'	50,59049	694	44,18453	666	10,10238	924	44,11721	866	45,32317	902	48,63788	697	10,7422	808
0,6	Vial entero'	52,5122	664	45,39319	675	9,953804	907	45,21127	861	46,26452	899	57,02146	657	10,8545	756
0,8	Vial entero'	51,76294	680	43,85821	682	9,785905	901	45,6282	851	45,58727	888	56,98012	649	10,67439	738
1	Vial entero'	51,36324	680	43,60444	675	10,10154	910	45,57718	837	46,53262	892	52,38811	681	10,70722	762

Nivell indisciplina (vh/100)	Localización indisciplina	Tempo viaje sección	#vh sección 5	Tempo viaje sección	#vh sección 6	Tempo viaje sección	#vh sección 7	Tempo viaje sección	#vh sección 8	Tempo viaje sección	#vh sección 9	Tempo viaje sección	#vh sección 10	Tempo viaje sección	#vh sección 11	Tempo viaje sección	#vh sección 12
0	Tramo único	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Tramo único	43,3968	1155	51,02434	682	42,99927	686	10,60032	938	42,70514	876	41,23191	677	60,66888	662	23,29452	803
0,4	Tramo único	42,69973	1126	50,07594	690	43,38781	681	10,59978	921	42,54399	857	40,28209	603	70,69422	623	31,77843	751
0,6	Tramo único	42,83476	1142	50,24956	686	42,35444	676	10,69572	935	42,84811	875	40,79344	625	69,15844	616	32,69866	746
0,8	Tramo único	43,22972	1144	49,47597	699	43,34108	667	10,54197	934	42,69472	871	40,68581	613	75,44778	607	33,99332	733
1	Tramo único	43,55275	1145	50,10464	689	43,33568	681	10,51347	928	42,70534	862	39,31657	543	66,62046	611	28,58693	742
0	Tramo único'	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Tramo único'	79,41373	867	51,46468	671	44,60964	674	10,50541	924	42,4127	866	51,68333	870	47,26671	694	10,96241	822
0,4	Tramo único'	96,32972	710	52,71346	676	43,68971	680	10,60441	929	43,24361	869	59,06297	802	48,54428	673	10,58551	787
0,6	Tramo único'	97,37573	651	54,9395	676	45,65964	664	10,70543	920	42,97835	859	60,90184	815	49,60768	664	10,58523	765
0,8	Tramo único'	105,9851	557	51,12	670	44,67231	679	10,59764	932	42,81922	874	73,68648	747	50,95772	648	10,38486	740
1	Tramo único'	107,6761	527	50,49985	683	44,32222	675	10,49086	941	42,65586	879	72,29602	754	54,90079	631	10,43848	712
0	2 viales enteros	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	2 viales enteros	43,39064	1165	50,40029	697	72,03766	547	10,61124	943	43,3761	883	43,32748	808	53,44629	687	17,25617	835
0,4	2 viales enteros	43,7265	1166	51,5212	698	88,61085	461	10,61221	917	43,24671	852	43,58643	781	60,17423	648	22,66531	787
0,6	2 viales enteros	42,83299	1149	48,68739	706	97,12593	405	10,57267	933	43,60881	874	42,35095	789	55,98445	669	20,56305	812
0,8	2 viales enteros	43,27286	1157	48,46373	703	96,06041	389	10,67046	931	43,51835	861	42,05928	781	64,40813	652	26,15871	792
1	2 viales enteros	43,40147	1153	51,77645	692	103,9014	352	10,53835	931	43,26493	844	41,77969	778	63,42902	672	24,12049	820
0	2 viales enteros'	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	2 viales enteros'	55,24995	959	53,9829	661	45,64503	664	13,61608	790	60,66888	739	44,48174	898	45,65174	719	10,96736	861
0,4	2 viales enteros'	71,55852	851	53,77915	657	45,25262	667	19,95186	698	74,78441	635	45,07584	890	49,17262	705	11,45988	835
0,6	2 viales enteros'	80,38657	834	54,20032	631	46,16386	664	22,29921	634	82,43288	593	46,2371	903	50,29144	701	10,81652	823
0,8	2 viales enteros'	80,65944	720	58,47019	634	46,27496	663	22,00017	583	85,14519	540	44,46869	888	49,82994	708	10,92796	819
1	2 viales enteros'	81,95182	714	61,95388	618	45,77162	666	24,19681	564	91,45511	499	44,6416	887	50,38208	703	10,68096	809
0	Ámbito completo	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Ámbito completo	46,87348	1101	57,23508	650	51,16434	617	12,33243	919	47,81787	856	55,10633	822	57,40595	656	15,47207	802
0,4	Ámbito completo	53,83986	1031	66,21553	586	66,34512	574	12,90293	853	53,98373	793	60,69421	760	70,3959	585	17,62572	731
0,6	Ámbito completo	52,67686	1033	66,55846	520	65,80817	502	15,58256	820	59,83244	743	68,68108	666	72,221	500	19,85488	625
0,8	Ámbito completo	60,08286	951	76,53365	526	70,17857	420	15,03986	756	60,72387	683	69,9662	642	78,43893	524	21,8392	653
1	Ámbito completo	57,23607	912	79,77318	481	79,16306	444	16,15507	730	60,18956	661	74,88884	645	99,51532	470	27,67581	583
0	Sin indisciplina	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0	Sin indisciplina	43,53927	1184	51,44257	707	43,64055	693	10,45473	930	43,79758	866	45,24478	871	46,70503	736	11,15354	891
0	Sin indisciplina	43,83911	1217	50,98931	720	44,04302	702	10,62093	970	43,45468	909	46,00384	886	48,75386	752	12,05352	908
0	Sin indisciplina	43,40366	1231	58,00042	709	46,7889	712	10,39619	944	43,48345	876	46,31023	899	52,16768	755	12,83054	920
0	Sin indisciplina	43,36019	1236	52,32903	744	46,15759	731	10,43218	923	42,86256	868	45,80467	900	54,72613	773	12,57447	936
0	Sin indisciplina	43,78848	1241	55,28025	729	48,71878	740	10,24905	944	42,89435	885	45,30375	880	56,57294	765	13,27648	927
0	Sin indisciplina	43,98167	1266	58,77493	734	47,36152	751	10,58708	944	43,12372	881	45,57007	902	55,53731	772	12,74239	939
0	Sin indisciplina	43,94017	1267	61,40929	721	49,83356	751	10,41463	950	42,42627	883	45,79465	878	58,98208	759	14,05276	925
0	Sin indisciplina	44,12483	1289	56,25344	741	48,57014	767	10,3903	938	42,85156	867	47,15867	900	58,72287	787	14,44175	958
0	Sin indisciplina	43,52702	1288	57,51798	734	50,87916	758	10,39445	955	42,92789	900	46,51143	884	58,76752	779	13,93228	951
0	Sin indisciplina	43,37985	1300	56,52751	756	53,22706	754	10,46536	947	42,70695	878	46,16247	898	62,8809	780	16,52445	953
0	Sin indisciplina	44,12334	1307	59,19049	736	50,90362	773	10,47686	929	42,39712	868	44,9436	890	59,94264	788	14,75067	963
0	Sin indisciplina	44,06555	1289	55,70303	758	52,4444	768	10,44075	957	43,13173	892	46,41022	890	59,47752	783	14,1087	954
0	Sin indisciplina	43,57249	1305	58,75308	746	50,12218	771	10,46382	948	42,9033	880	44,7684	905	60,88333	786	14,74514	957
0	Sin indisciplina	43,57848	1306	59,69703	741	49,7554	787	10,42758	961	43,15045	890	46,3536	903	63,4183	776	13,10157	953
0	Sin indisciplina	43,34387	1288	56,00996	753	51,39442	771	10,36987	936	42,77405	871	45,74803	887	59,61864	794	13,76515	964
0	Sin indisciplina	44,03039	1303	59,46013	750	49,98937	790	10,69167	960	44,17647	901	46,27269	897	59,77378	801	13,83709	976
0	Sin indisciplina	43,6146	1308	58,23128	764	51,10078	770	10,67714	971	43,58908	907	47,15316	903	60,86654	792	13,19526	970
0	Sin indisciplina	44,6836	1323	59,09632	761	51,70848	790	10,50379	977	43,75686	911	46,7946	907	57,78473	799	13,1694	974



Nivel indisciplina (vh/100)	Localización indisciplina	Tiempo viaje sección	#vh sección 6	Tiempo viaje sección	#vh sección 7	Tiempo viaje sección	#vh sección 8	Tiempo viaje sección	#vh sección 9	Tiempo viaje sección	#vh sección 10	Tiempo viaje sección	#vh sección 11	Tiempo viaje sección	#vh sección 12
0	Tramo único	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Tramo único	51,02434	682	42,99927	686	10,60032	938	42,70514	876	41,23191	677	60,66888	662	23,29452	803
0,4	Tramo único	50,07594	690	43,38781	681	10,59978	921	42,54399	857	40,28209	603	70,69422	623	31,77843	751
0,6	Tramo único	50,24956	686	42,35444	676	10,69572	935	42,84811	875	40,79344	625	69,15844	616	32,69866	746
0,8	Tramo único	49,47597	699	43,34108	667	10,54197	934	42,69472	871	40,68581	613	75,44778	607	33,99332	733
1	Tramo único	50,10464	689	43,33568	681	10,51347	928	42,70534	862	39,31657	543	66,62046	611	28,58693	742
0	Tramo único'	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Tramo único'	51,46468	671	44,60964	674	10,50541	924	42,4127	866	51,68333	870	47,26671	694	10,96241	822
0,4	Tramo único'	52,71346	676	43,68971	680	10,60441	929	43,24361	869	59,06297	802	48,54428	673	10,58551	787
0,6	Tramo único'	54,9395	676	45,65964	664	10,70543	920	42,97835	859	60,90184	815	49,60768	664	10,58523	765
0,8	Tramo único'	51,12	670	44,67231	679	10,59764	932	42,81922	874	73,68648	747	50,95772	648	10,38486	740
1	Tramo único'	50,49985	683	44,32222	675	10,49086	941	42,65586	879	72,29602	754	54,90079	631	10,43848	712
0	2 viales enteros	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	2 viales enteros	50,40029	697	72,03766	547	10,61124	943	43,3761	883	43,32748	808	53,44629	687	17,25617	835
0,4	2 viales enteros	51,5212	698	88,61085	461	10,61221	917	43,24671	852	43,58643	781	60,17423	648	22,66531	787
0,6	2 viales enteros	48,68739	706	97,12593	405	10,57267	933	43,60881	874	42,35095	789	55,98445	669	20,56305	812
0,8	2 viales enteros	48,46373	703	96,06041	389	10,67046	931	43,51835	861	42,05928	781	64,40813	652	26,15871	792
1	2 viales enteros	51,77645	692	103,9014	352	10,53835	931	43,26493	844	41,77969	778	63,42902	672	24,12049	820
0	2 viales enteros'	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	2 viales enteros'	53,9829	661	45,64503	664	13,61608	790	60,66888	739	44,48174	898	45,65174	719	10,96736	861
0,4	2 viales enteros'	53,77915	657	45,25262	667	19,95186	698	74,78441	635	45,07584	890	49,17262	705	11,45988	835
0,6	2 viales enteros'	54,20032	631	46,16386	664	22,29921	634	82,43288	593	46,2371	903	50,29144	701	10,81652	823
0,8	2 viales enteros'	58,47019	634	46,27496	663	22,00017	583	85,14519	540	44,46869	888	49,82994	708	10,92796	819
1	2 viales enteros'	61,95388	618	45,77162	666	24,19681	564	91,45511	499	44,6416	887	50,38208	703	10,68096	809
0	Ámbito completo	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0,2	Ámbito completo	57,23508	650	51,16434	617	12,33243	919	47,81787	856	55,10633	822	57,40595	656	15,47207	802
0,4	Ámbito completo	66,21553	586	66,34512	574	12,90293	853	53,98373	793	60,69421	760	70,3959	585	17,62572	731
0,6	Ámbito completo	66,55846	520	65,80817	502	15,58256	820	59,83244	743	68,68108	666	72,221	500	19,85488	625
0,8	Ámbito completo	76,53365	526	70,17857	420	15,03386	756	60,72387	683	69,9662	642	78,43893	524	21,8392	653
1	Ámbito completo	79,77318	481	79,16306	444	16,15507	730	60,18956	661	74,88884	645	99,51532	470	27,67581	583
0	Sin indisciplina	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973
0	Sin indisciplina	51,44257	707	43,64055	693	10,45473	930	43,79758	866	45,24478	871	46,70503	736	11,15354	891
0	Sin indisciplina	50,98931	720	44,04302	702	10,62093	970	43,45468	909	46,00384	886	48,75386	752	12,05352	908
0	Sin indisciplina	58,00042	709	46,7889	712	10,39619	944	43,48345	876	46,31023	899	52,16768	755	12,83054	920
0	Sin indisciplina	52,32903	744	46,15759	731	10,43218	923	42,86256	868	45,80467	900	54,72613	773	12,57447	936
0	Sin indisciplina	55,28025	729	48,71878	740	10,24905	944	42,89435	885	45,30375	880	56,57294	765	13,27648	927
0	Sin indisciplina	58,77493	734	47,36152	751	10,58708	944	43,12372	881	45,57007	902	55,53731	772	12,74239	939
0	Sin indisciplina	61,40929	721	49,83356	751	10,41463	950	42,42627	883	45,79465	878	58,98208	759	14,05276	925
0	Sin indisciplina	56,25344	741	48,57014	767	10,3903	938	42,85156	867	47,15867	900	58,72287	787	14,44175	958
0	Sin indisciplina	57,51798	734	50,87916	758	10,39445	955	42,92789	900	46,51143	884	58,76752	779	13,93228	951
0	Sin indisciplina	56,52751	756	53,22706	754	10,46536	947	42,70695	878	46,16247	898	62,8809	780	16,52445	953
0	Sin indisciplina	59,19049	736	50,90362	773	10,47686	929	42,39712	868	44,9436	890	59,94264	788	14,75067	963
0	Sin indisciplina	55,70303	758	52,4444	768	10,44075	957	43,13173	892	46,41022	890	59,47752	783	14,1087	954
0	Sin indisciplina	58,75308	746	50,12218	771	10,46382	948	42,9033	880	44,7684	905	60,88333	786	14,74514	957
0	Sin indisciplina	59,69703	741	49,7554	787	10,42758	961	43,15045	890	46,3536	903	63,4183	776	13,10157	953
0	Sin indisciplina	56,00996	753	51,39442	771	10,36987	936	42,77405	871	45,74803	887	59,61864	794	13,76515	964
0	Sin indisciplina	59,46013	750	49,98937	790	10,69167	960	44,17647	901	46,27269	897	59,77378	802	13,83709	976
0	Sin indisciplina	58,23128	764	51,10078	770	10,67714	971	43,58908	907	47,15316	903	60,86654	792	13,19526	970
0	Sin indisciplina	59,09632	761	51,70848	790	10,50379	977	43,75686	911	46,7946	907	57,78473	799	13,1694	974

## 2. Afectación en función de la localización de la indisciplina – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas

Nivel indisciplina (vh/100m)	Localización indisciplina	Flujo 1	Flujo 2	Flujo vías 3 carriles	Flujo vías 2 carriles	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	Vial completo	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,1	Vial completo	750	750	2250	1500		84,13827	533	20,2564	656	61,30673	104	12,61819	1402
0,2	Vial completo	750	750	2250	1500	30,3448	93,9939	426	18,58209	536	60,27593	108	13,24509	1406
0,3	Vial completo	750	750	2250	1500		106,4629	404	19,37008	508	61,20673	104	12,35279	1396
0,4	Vial completo	750	750	2250	1500	30,2207	97,34694	392	18,08291	509	60,79519	104	13,51934	1396
0,5	Vial completo	750	750	2250	1500		110,228	353	19,34923	453	60,26355	107	12,83045	1399
0,6	Vial completo	750	750	2250	1500	29,6149	101,6292	359	17,91429	462	59,73458	107	12,87496	1414
0,7	Vial completo	750	750	2250	1500		106,6195	328	16,30159	440	61,10571	105	12,59091	1397
0,8	Vial completo	750	750	2250	1500	28,1803	105,4678	295	17,77512	402	60,30377	106	12,72632	1425
0,9	Vial completo	750	750	2250	1500		112,756	259	17,91717	361	59,57339	109	12,65999	1422
1	Vial completo	750	750	2250	1500	26,231	99,54824	255	16,45645	372	61,09623	106	12,83429	1400
0	Vial completo'	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,1	Vial completo'	750	750	2250	1500	24,6314	42,99104	737	10,54792	866	59,89167	108	20,48735	1241
0,2	Vial completo'	750	750	2250	1500	26,4922	43,46	740	10,54119	874	61,15333	105	24,55198	1162
0,3	Vial completo'	750	750	2250	1500	28,1194	43,3562	742	10,64106	872	59,74167	108	28,59982	1083
0,4	Vial completo'	750	750	2250	1500	29,7907	43,73863	743	10,76119	876	60,99135	104	32,92446	977
0,5	Vial completo'	750	750	2250	1500	29,1883	42,65493	750	10,54621	883	60,37333	105	32,53229	923
0,6	Vial completo'	750	750	2250	1500		42,7203	744	10,5264	875	61,7934	106	35,80181	882
0,7	Vial completo'	750	750	2250	1500		43,92982	741	11,91078	872	60,39417	103	34,85127	829
0,8	Vial completo'	750	750	2250	1500		43,16211	739	10,68245	872	61,26952	105	35,77477	761
0,9	Vial completo'	750	750	2250	1500		43,52174	736	10,64365	866	61,32549	102	35,53752	765
1	Vial completo'	750	750	2250	1500		43,32425	734	10,69457	866	60,98	105	39,02275	712
0	Tramo único	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,1	Tramo único	750	750	2250	1500	30,1473	97,65227	484	9,978216	583	61,74327	104	13,03281	1414
0,2	Tramo único	750	750	2250	1500	32,5943	126,6005	384	9,638509	483	60,36214	103	12,58658	1393
0,3	Tramo único	750	750	2250	1500	34,3349	145,6178	349	9,695161	434	61,19515	103	12,39695	1409
0,4	Tramo único	750	750	2250	1500	33,4329	141,8669	332	9,604988	401	59,67364	110	12,54152	1404
0,5	Tramo único	750	750	2250	1500	34,2118	153,3669	308	9,578182	385	59,51509	106	12,79484	1396
0,6	Tramo único	750	750	2250	1500		151,33	297	9,742391	368	58,24	105	12,29162	1396
0,7	Tramo único	750	750	2250	1500		160,3852	284	9,546927	358	59,46698	106	12,43957	1395
0,8	Tramo único	750	750	2250	1500		152,4567	254	9,826543	324	58,91333	105	12,73853	1412
0,9	Tramo único	750	750	2250	1500		177,122	223	9,632192	292	60,48137	102	12,485	1387
1	Tramo único	750	750	2250	1500		162,2787	211	9,457746	284	58,33654	104	12,52403	1415
0	Tramo único'	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,1	Tramo único'	750	750	2250	1500	26,7993	44,31957	736	10,52766	864	60,17547	106	24,91058	1257
0,2	Tramo único'	750	750	2250	1500	29,4172	43,7681	743	10,69977	875	60,26226	106	31,57363	1134
0,3	Tramo único'	750	750	2250	1500	31,3795	43,61615	737	10,67661	868	60,28286	105	37,01448	1050
0,4	Tramo único'	750	750	2250	1500	33,1755	44,17456	747	10,57154	875	61,09811	106	42,23074	950
0,5	Tramo único'	750	750	2250	1500	32,5114	43,43373	753	10,57293	883	61,53738	107	41,19546	926
0,6	Tramo único'	750	750	2250	1500		43,08374	738	10,68341	868	61,23061	98	45,54261	866
0,7	Tramo único'	750	750	2250	1500		43,73875	738	11,13538	865	63,13333	105	47,58335	811
0,8	Tramo único'	750	750	2250	1500		44,48301	730	10,65425	859	61,65769	104	47,53808	759
0,9	Tramo único'	750	750	2250	1500		43,63585	742	10,59015	873	59,89717	106	49,29622	741
1	Tramo único'	750	750	2250	1500		42,60972	741	10,61488	867	61,05049	103	49,63153	685
0	2 viales enteros	750	750	2250	1500	21,0734	44,07984	739	10,49059	914	63,28112	143	12,97364	1650
0,1	2 viales enteros	750	750	2250	1500		65,39338	589	19,19495	713	60,65843	89	12,66066	1426
0,2	2 viales enteros	750	750	2250	1500	31,2804	88,30268	523	21,43885	641	57,99438	89	13,02102	1418
0,3	2 viales enteros	750	750	2250	1500		94,03822	471	19,15648	579	58,52099	81	12,68915	1382
0,4	2 viales enteros	750	750	2250	1500	31,1382	101,4371	402	22,02652	509	58,20135	74	13,02862	1415
0,5	2 viales enteros	750	750	2250	1500		100,4125	407	23,14412	510	58,43333	69	13,03029	1413
0,6	2 viales enteros	750	750	2250	1500	32,6711	109,3434	394	24,41935	496	59,33906	64	12,85434	1404
0,7	2 viales enteros	750	750	2250	1500		124,1656	358	29,57594	453	59,11148	61	12,37279	1400
0,8	2 viales enteros	750	750	2250	1500	32,119	109,8854	356	27,81285	459	59,10345	58	12,65196	1401
0,9	2 viales enteros	750	750	2250	1500		111,3819	326	22,98902	428	58,36071	56	12,60945	1376
1	2 viales enteros	750	750	2250	1500	31,9876	119,7434	309	28,97132	401	61,11818	55	12,50524	1412



# Indisciplina de estacionamiento en entornos urbanos: Impacto en la circulación y evaluación de medidas paliativas



Nivel indisciplina (vh/100m)	Localización indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Tiempo en ámbito indisciplina	Tiempo en zona adyacente a indisc.
0	Vial completo	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	44,07984	45,95812
0,1	Vial completo	42,88938	1149	50,30791	683	43,67548	677	10,61183	930	43,09643	868	43,37665	831	53,33424	695	17,8154	844	84,13827	45,8707
0,2	Vial completo	43,30744	1156	50,87231	679	43,58907	677	10,5855	945	42,54511	889	43,65657	799	58,86471	666	20,76691	807	93,9939	47,16387
0,3	Vial completo	42,81938	1156	48,82876	685	42,99178	681	10,62331	931	42,94569	871	42,29344	777	59,32613	666	21,8021	809	106,4629	46,88926
0,4	Vial completo	43,55322	1148	50,68058	685	43,67265	680	10,63436	937	42,84937	869	42,36297	802	64,76231	658	27,78369	797	97,34629	48,41182
0,5	Vial completo	43,65191	1154	49,88198	688	43,62592	679	10,60374	936	42,75017	875	41,37327	782	65,95	658	26,45119	799	110,228	48,42484
0,6	Vial completo	43,43953	1161	51,05749	694	43,1522	682	10,65825	939	43,00969	867	42,26499	774	63,80958	689	24,76	840	101,6292	48,05911
0,7	Vial completo	43,16641	1149	49,61105	697	43,00501	678	10,65772	946	42,85447	872	42,41556	771	63,46767	662	26,25331	801	106,6195	47,93568
0,8	Vial completo	43,53997	1166	48,92179	693	42,79116	679	10,60567	935	42,67945	866	42,33338	770	58,51145	646	22,16716	807	105,4678	46,57886
0,9	Vial completo	43,56034	1175	49,36686	694	43,16333	679	10,54707	937	42,72945	876	41,88825	732	60,28393	647	24,21918	782	112,756	47,01624
1	Vial completo	43,79139	1161	50,39682	691	43,45118	678	10,54534	933	42,99252	882	42,72561	816	67,55015	652	29,12841	792	99,54824	49,17987
0	Vial completo'	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	44,98962	45,95812
0,1	Vial completo'	56,92466	969	50,65658	684	44,41111	675	10,41873	945	42,96686	875	44,87777	895	45,49915	790	10,56882	850	56,92466	44,87777
0,2	Vial completo'	69,85984	864	51,1034	676	43,99823	678	10,2155	916	45,34131	857	45,12961	905	50,08302	695	10,85985	822	69,85984	46,13804
0,3	Vial completo'	82,41331	834	51,18182	682	44,84566	668	10,01799	906	45,83197	854	45,58555	899	50,15991	686	10,96411	808	82,41331	46,60577
0,4	Vial completo'	81,17884	723	50,52936	688	44,08228	666	10,03616	921	43,99302	859	44,84493	888	49,17114	693	10,72338	804	81,17884	45,52284
0,5	Vial completo'	82,26826	671	53,43783	674	44,57463	682	10,01769	893	44,83113	848	46,98593	881	52,7287	683	11,08909	787	82,26826	47,2801
0,6	Vial completo'	90,55884	661	52,5122	664	45,39319	675	9,953804	807	45,21127	861	46,26452	899	57,02146	657	10,8545	756	90,55884	48,47261
0,7	Vial completo'	87,22646	616	53,52129	681	44,59623	663	10,10445	943	45,31494	870	45,42604	891	55,37371	658	10,54599	748	87,22646	47,67773
0,8	Vial completo'	94,70273	586	51,76294	680	43,85821	682	9,785905	905	45,6282	851	45,58727	888	56,98012	649	10,67439	738	94,70273	48,01345
0,9	Vial completo'	86,91419	571	55,21529	680	44,08528	686	10,04458	904	44,31372	853	44,22604	887	56,21811	657	10,57066	743	86,91419	47,21079
0	Vial completo'	92,60862	522	51,36324	680	43,60444	675	10,10154	910	45,57718	837	46,53262	892	52,38811	681	10,70722	762	92,60862	47,02599
0	Tramo único	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	44,98962	45,95812
0,1	Tramo único	43,43187	1158	51,80279	680	44,5277	675	10,55372	940	42,35915	874	42,38713	746	57,19045	670	10,63641	813	97,65227	42,37314
0,2	Tramo único	42,79348	1150	49,4063	698	43,87214	682	10,55107	938	42,53564	881	41,61989	704	61,10855	643	23,83004	779	126,6005	42,07776
0,3	Tramo único	42,89587	1161	48,49112	698	42,87313	681	10,47331	944	42,32121	891	41,41825	707	69,19344	625	30,64907	756	145,6178	41,86973
0,4	Tramo único	42,93901	1156	49,60825	691	43,09572	677	10,56251	947	42,48516	883	41,82477	642	63,28197	649	25,80549	783	141,8669	42,15497
0,5	Tramo único	43,19922	1155	50,35372	685	43,2975	679	10,58261	943	42,30819	879	40,7069	623	64,77231	661	26,02929	799	153,3639	41,50755
0,6	Tramo único	42,54453	1152	50,00131	687	42,55779	687	10,59723	940	42,40114	875	42,03647	606	66,18534	638	25,54537	789	151,33	42,11881
0,7	Tramo único	42,8719	1153	50,28384	687	43,96459	675	10,56497	925	42,55336	864	40,68913	607	66,39812	649	27,38391	777	160,5222	41,62124
0,8	Tramo único	43,28564	1163	50,09371	700	43,29455	679	10,48702	940	42,72132	877	40,08584	558	61,82659	643	25,26924	777	152,4567	41,40358
0,9	Tramo único	42,9532	1139	49,21259	691	43,8192	672	10,55226	930	43,02129	869	40,88799	566	72,2269	617	17,122	747	177,122	41,95464
1	Tramo único	43,5155	1161	49,28606	696	42,53289	681	10,47268	937	42,78865	872	41,56496	585	61,06491	647	23,99744	781	162,2787	42,1768
0	Tramo único'	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	43,98962	44,98969
0,1	Tramo único'	68,26189	984	49,84277	692	44,47345	678	10,52549	926	42,55968	863	48,69269	875	44,92472	720	10,82195	861	68,26189	45,62618
0,2	Tramo único'	79,00992	877	50,76308	669	44,60964	674	10,5657	930	42,49218	870	52,59642	867	47,23314	700	10,93926	833	79,00992	47,5443
0,3	Tramo único'	91,18486	786	50,93172	681	45,21149	679	10,47179	936	42,94322	877	57,44958	827	47,75811	697	11,11673	819	91,18486	50,1964
0,4	Tramo único'	98,05452	719	52,09022	685	43,89441	680	10,60412	923	43,12393	865	58,07982	783	48,24539	672	10,62443	786	98,05452	50,61888
0,5	Tramo único'	95,89053	697	50,1009	666	44,70059	677	10,62113	937	42,5576	875	68,05888	783	47,91177	671	10,45639	782	95,89053	55,30824
0,6	Tramo único'	97,58655	647	51,99069	677	45,66647	662	10,77635	926	43,22079	866	59,57114	804	50,04266	661	10,65269	763	97,58655	51,39596
0,7	Tramo único'	105,3592	601	51,98597	663	45,03142	678	10,52633	942	42,622	882	73,91272	747	50,46843	662	10,59762	755	105,3592	58,26736
0,8	Tramo único'	106,6834	560	51,9882	678	44,38235	680	10,5319	928	43,30219	869	74,54505	577	53,31252	655	10,47214	743	106,6834	58,92362
0,9	Tramo único'	102,1926	542	53,47701	670	44,83392	678	10,65935	925	42,63633	867	65,46088	800	53,14368	657	10,63284	743	102,1926	54,0486
1	Tramo único'	105,9382	510	52,88053	673	44,39465	673	10,55272	939	42,37205	880	67,33424	774	52,45154	650	10,66106	737	105,9382	54,85314
0	2 viales enteros	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	44,07984	45,95812
0,1	2 viales enteros	43,02817	1168	48,40732	697	44,78007	567	10,58315	920	43,65972	844	43,63726	883	49,75406	614	14,39261	866	65,08672	48,19082
0,2	2 viales enteros	43,39064	1165	50,40029	697	42,03766	547	10,61124	943	43,3761	883	43,32748	808	53,44629	787	17,25617	835	80,17017	48,65586
0,3	2 viales enteros	43,24103	1143	48,61667	708	84,1046	500	10,85761	919	45,14657	874	42,64677	806	61,86329	681	22,57217	830	89,07141	50,00589
0,4	2 viales enteros	43,7265	1166	51,5212	698	88,61085	461	10,61221	937	43,24671	852	43,58643	781	60,17423	648	22,66531	787	95,02396	50,07607
0,5	2 viales enteros	43,52748	1161	49,13986	695	95,97788	452	10,65217	922	43,82148	852	42,36306	777	60,92794	655	25,45175	798	98,1952	49,70219
0,6	2 viales enteros	42,83299	1149	48,68739	706	97,12593	405	10,57267	933	43,60881	874	42,35095	789	55,98445	669	20,56305	812	103,2347	48,80061
0,7	2 viales enteros	42,67289	1162	50,18576	695	97,32646	378	10,56631	935	43,55261	861	42,50526	799	65,80216	647	27,03181	786	110,746	50,63836
0,8	2 viales enteros	43,27286	1157	48,46373	703	96,06041	389	10,67046	931	43,51835	861	42,05928	781	64,40813	652	26,15871	792	102,9729	50,13763
0,9	2 viales enteros	42,06348	1131	48,63064	705	108,2934	346	10,5476	939	43,65356	872	42,1078	795	65,97578	669	25,99463	820	109,8376	50,29866
1	2 viales enteros	43,40147	1153	51,77645	692	103,9014	352	10,53835	931	43,26493	844	41,77969	778	63,42902	672	24,12049	820	111,8224	50,79496

Nivel indisciplina (vh/100m)	Localización indisciplina	Flujo 1	Flujo 2	Flujo vías 3 carriles
------------------------------------	---------------------------	---------	---------	--------------------------

Nivel indisciplina (vh/100m)	Localización indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Tiempo en ámbito indisciplina	Tiempo en zona adyacente a indisc.
0	2 viales enteros'	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	43,29475	50,13036
0,1	2 viales enteros'	47,95272	1066	54,21217	674	45,11533	672	12,51476	881	51,0962	815	46,13566	903	46,13233	730	10,89061	873	49,52446	49,35921
0,2	2 viales enteros'	55,24995	959	53,9829	661	45,64503	664	13,61608	790	60,66888	739	44,48174	898	45,65174	719	10,96736	861	57,95941	49,02667
0,3	2 viales enteros'	66,85082	911	53,99138	673	45,2265	668	17,27071	758	66,27957	695	47,41417	889	48,06928	713	11,513	846	66,5652	50,00755
0,4	2 viales enteros'	71,55852	851	53,77915	657	45,25262	667	19,95186	698	74,78441	635	45,07584	890	49,17262	705	11,45988	835	73,17146	49,54333
0,5	2 viales enteros'	72,59712	834	55,70076	656	44,79985	678	17,44118	680	74,14734	638	45,81513	912	49,82199	714	10,83854	833	73,37223	50,0098
0,6	2 viales enteros'	80,38657	834	54,20032	631	46,16386	664	22,29921	634	82,43288	593	46,2371	903	50,29144	701	10,81652	823	81,40973	50,19385
0,7	2 viales enteros'	80,56865	756	55,89421	639	46,36139	663	26,85868	593	84,17655	533	45,4949	883	49,10504	695	10,79001	811	82,3726	49,95361
0,8	2 viales enteros'	80,65944	720	58,47019	634	46,27496	663	22,00017	583	85,14519	540	44,46869	888	49,82994	708	10,92796	819	82,90231	50,66496
0,9	2 viales enteros'	78,59101	723	62,25478	617	46,07081	675	22,01594	552	83,48664	509	47,61084	886	54,95292	686	10,87422	799	81,03883	52,19689
1	2 viales enteros'	81,95182	714	61,95388	618	45,77162	666	24,19681	564	91,45511	499	44,6416	887	50,38208	703	10,68096	809	86,70347	51,18377
0	Ámbito completo	43,98962	1368	52,1886	719	44,0694	683	10,50973	946	42,59989	879	47,19389	999	49,96931	808	12,1184	973	46,44875	
0,1	Ámbito completo	43,35551	1162	66,15717	621	49,06796	643	10,89865	892	45	824	45,89026	852	49,55435	701	13,0465	856	48,73297	
0,2	Ámbito completo	46,87348	1101	57,23508	650	51,16434	617	12,33243	919	47,81787	856	55,10633	822	57,40595	656	15,47207	802	52,45845	
0,3	Ámbito completo	45,61447	1106	66,32036	604	63,51841	592	12,02144	849	47,83493	773	55,03679	791	59,01801	622	17,07917	768	55,7519	
0,4	Ámbito completo	53,83986	1031	66,21553	586	66,34512	574	12,90293	853	53,98373	793	60,69421	760	70,3959	585	17,62572	731	61,31644	
0,5	Ámbito completo	50,66128	1015	66,87926	540	67,92399	571	13,825	828	51,89159	773	62,05944	752	70,08406	552	14,81689	687	60,77891	
0,6	Ámbito completo	52,67686	1033	66,55846	520	65,80817	502	15,58256	820	59,83244	743	68,68108	666	72,221	500	19,85488	625	65,82007	
0,7	Ámbito completo	53,384	956	75,73508	533	78,8507	426	13,82181	784	53,65438	730	77,40043	696	80,68736	530	19,41017	649	70,07432	
0,8	Ámbito completo	60,08286	951	76,53365	526	70,17857	420	15,03386	756	60,72387	683	69,9662	642	78,43893	524	21,8392	653	69,65284	
0,9	Ámbito completo	56,94404	940	79,89244	463	78,49159	511	13,71391	762	57,51781	702	70,18013	629	84,52251	471	22,59171	591	70,57863	
1	Ámbito completo	57,23607	912	79,77318	481	79,16306	444	16,15507	730	60,18956	661	74,88884	645	99,51532	470	27,67581	583	74,47457	

## 6. ANEJO 6 – DATOS REFERENTES AL ANÁLISIS PRÁCTICO REFERENTE AL IMPACTO DE LA INDISCIPLINA EN EL TIEMPO DE RECORRIDO PARA UN ENTORNO URBANO COMPLEJO CON TRÁFICO DE AGITACIÓN

### 1. Afectación en función de la localización de la indisciplina – Datos obtenidos para las diferentes simulaciones realizadas

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	66,9402	66,39584	770	56,80187	748	57,71529	765	77,46213	750
0,4	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	68,3702	65,58894	796	57,95502	727	60,21705	786	79,9784	727
0,6	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	70,6587	67,68361	781	59,79243	727	62,73831	770	89,00363	633
0,8	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	71,8818	70,91268	773	59,53691	718	67,13906	722	90,36423	643
1	En una vía - Con TdA	750	750	2250	1500	70,8191	67,85013	768	58,05673	728	69,62326	705	85,49628	645

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En una vía - Con TdA	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	56,87493062	58,82645	61,15573
0,2	En una vía - Con TdA	64,27598	820	57,40672	1041	82,84805	795	75,88853	741	32,73163	879	32,65691	875	31,18764	1230	46,91971	898	82,84805031	64,69592	70,80854
0,4	En una vía - Con TdA	63,82182	811	57,1531	1045	92,62109	716	75,61222	720	33,54339	855	34,96791	888	31,84597	1229	56,11609	808	92,62108939	65,27616	70,90812
0,6	En una vía - Con TdA	62,99734	826	57,4768	1026	98,89	600	81,6125	696	34,82135	857	37,64886	880	31,88733	1215	59,76385	686	98,89	67,5558	74,26373
0,8	En una vía - Con TdA	63,32937	824	57,53898	1044	97,01846	520	87,09684	664	34,04432	828	40,73262	840	32,09708	1234	60,2245	600	97,01846154	69,45583	76,76839
1	En una vía - Con TdA	62,90048	840	59,30896	1027	98,50108	464	83,73434	664	33,62207	852	44,04124	822	33,1879	1215	61,33163	547	98,50107759	68,43035	73,94241

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En una vía - Sin TdA	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En una vía - Sin TdA	750	750	2250	1500	63,4993	56,91382	680	57,83974	755	57,2183	814	66,54713	698
0,4	En una vía - Sin TdA	750	750	2250	1500	63,9082	57,24354	666	55,93885	767	58,07651	813	64,63257	697
0,6	En una vía - Sin TdA	750	750	2250	1500	66,3804	58,23056	674	57,53543	762	59,1754	809	75,2867	654
0,8	En una vía - Sin TdA	750	750	2250	1500	65,7389	56,34164	682	58,28725	753	58,36733	799	75,06393	646

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En una vía - Sin TdA	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	56,87493062	58,82645	61,15573
0,2	En una vía - Sin TdA	58,81437	710	56,54588	1031	88,79535	795	66,5962	685	33,01112	872	32,53113	906	30,59527	1183	54,90454	903	88,79534591	59,75645	62,21706
0,4	En una vía - Sin TdA	58,10401	723	57,07212	1040	100,1257	672	66,43689	694	31,76951	892	33,3163	902	30,97312	1209	62,55	758	100,125744	59,40107	61,61493
0,6	En una vía - Sin TdA	57,47465	722	57,12879	1042	111,2477	597	68,67108	664	32,51773	880	34,38768	901	31,29421	1209	67,40263	684	111,2477387	61,35204	64,69388
0,8	En una vía - Sin TdA	57,65077	717	56,74458	1052	114,9948	521	67,9225	680	33,14005	879	33,41215	889	30,86517	1206	70,37174	605	114,9948177	60,92331	64,01439
1	En una vía - Sin TdA																			

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	63,072	56,72788	678	53,63156	770	68,60799	738	63,1742	690
0,4	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	68,2915	56,29031	681	54,90944	763	92,29122	615	64,00694	663
0,6	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	71,8863	56,58741	675	58,61351	740	107,7049	568	66,80359	640
0,8	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	74,2198	57,3092	674	60,54543	711	109,5372	519	71,04578	616
1	En una vía - Con TdA'	750	750	2250	1500	75,7331	57,61971	680	63,4541	708	116,4749	495	76,30218	597

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En una vía - Con TdA'	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	51,20809647	58,5024	61,15573
0,2	En una vía - Con TdA'	59,39549	710	57,78121	1022	79,64964	824	65,65095	687	31,39555	899	43,61074	819	31,84037	1184	51,0143	895	51,01430168	63,07197	61,23859
0,4	En una vía - Con TdA'	60,27852	703	62,51557	970	94,86516	686	67,49306	663	31,99158	879	65,39028	689	38,1047	1127	63,77473	748	63,77473262	68,29154	61,95351
0,6	En una vía - Con TdA'	60,96213	676	69,08337	908	101,7899	577	65,58213	677	36,53002	846	80,01831	639	45,37245	1049	68,21573	639	68,21572739	71,88632	62,4289
0,8	En una vía - Con TdA'	61,24082	659	76,53655	851	107,3713	485	67,30422	687	38,43045	808	81,75371	579	53,50155	967	71,63752	541	71,63752311	74,21984	64,10709
1	En una vía - Con TdA'	61,62504	679	74,60349	889	111,1339	433	69,24786	654	41,33532	807	88,75907	557	50,83097	1017	72,90798	489	72,90797546	75,73309	65,84877

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	64,9561	57,28333	678	53,59654	780	68,31877	751	62,98939	688
0,4	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	68,625	56,05227	683	53,82424	788	83,81522	703	65,71775	659
0,6	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	68,5728	57,55527	673	53,59481	771	78,57948	726	67,33096	675
0,8	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	69,8452	56,82893	681	54,48773	766	83,47808	689	71,69089	637
1	En una vía - Sin TdA'	750	750	2250	1500	67,8906	57,07648	676	53,91817	776	77,9487	692	67,65284	651

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En una vía - Sin TdA'	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	31,20809647	58,5024	61,15573
0,2	En una vía - Sin TdA'	58,93617	716	57,03903	1030	96,39717	777	66,32726	675	30,34077	910	43,55957	836	30,87682	1195	67,65307	846	67,65307329	64,95611	61,35074
0,4	En una vía - Sin TdA'	58,61454	722	57,02786	987	118,4309	627	67,07855	690	30,79015	914	57,51815	788	31,94828	1160	85,31846	688	85,3184593	68,625	61,79942
0,6	En una vía - Sin TdA'	58,22562	722	57,15045	1011	125,4279	574	67,00797	690	30,55221	904	53,1342	810	31,50365	1177	88,54748	634	88,54747634	68,57283	62,4846
0,8	En una vía - Sin TdA'	57,87939	718	58,24481	1040	128,7928	514	70,45662	680	30,8657	895	58,08883	771	32,53064	1211	90,78417	575	90,78417391	69,84517	64,00423
1	En una vía - Sin TdA'	57,0637	719	57,77686	1007	127,06	470	70,12311	675	30,84718	905	52,50399	776	32,15794	1165	89,48189	530	89,48188679	67,89059	62,83999

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	60,5512	55,71429	679	54,47318	768	62,33489	771	62,46938	712
0,4	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	64,1595	56,31065	676	56,24854	719	74,71019	677	61,54566	714
0,6	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	67,6967	55,72393	677	59,48853	680	80,37952	625	63,63515	697
0,8	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	70,1583	56,05197	660	63,9497	668	88,87078	527	64,53985	670
1	En zona central - Con TdA	750	750	2250	1500	75,9719	57,03252	652	73,35967	543	114,807	458	64,71071	672

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En zona central - Con TdA	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	31,29100024	61,15573	61,15573
0,2	En zona central - Con TdA	59,0152	717	58,50867	1038	63,77207	999	68,07662	693	31,62612	892	36,76709	872	32,62007	1206	38,31506	1076	34,8092437	61,33495	61,33495
0,4	En zona central - Con TdA	59,72563	714	61,59814	970	74,98045	936	66,96303	687	33,25671	834	49,18298	758	36,74327	1100	47,80197	1015	41,53045589	60,89943	60,89943
0,6	En zona central - Con TdA	59,12349	694	66,96766	909	82,46961	882	70,84768	690	37,77901	791	52,45826	702	42,41053	1035	53,77547	954	46,49787478	62,36236	62,36236
0,8	En zona central - Con TdA	61,90661	666	75,37055	781	85,89384	795	64,89746	708	42,09935	773	61,82462	593	54,21228	912	56,76597	864	53,37116486	61,91317	61,91317
1	En zona central - Con TdA	62,93611	648	85,19058	711	93,81063	715	65,03901	669	52,48878	633	83,20712	520	62,66732	820	65,37848	776	64,97417243	62,46289	62,46289

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Flux 1	Flux 2	Flux 3 carrils	Flux 2 carrils	Tiempo medio viaje	Tiempo viaje sección 1	#vh sección 1	Tiempo viaje sección 2	#vh sección 2	Tiempo viaje sección 3	#vh sección 3	Tiempo viaje sección 4	#vh sección 4
0	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	58,5024	57,40665	677	53,64211	779	57,77396	814	60,64805	718
0,2	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	60,4529	56,92939	667	57,67526	756	64,30512	761	61,93578	721
0,4	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	62,4353	56,11706	680	61,79261	717	70,66676	707	61,82378	715
0,6	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	65,507	56,39897	678	66,05237	695	76,76067	684	62,66072	718
0,8	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	65,9988	55,72496	681	69,05793	687	76,66357	667	61,04047	724
1	En zona central - Sin TdA	750	750	2250	1500	66,9646	54,94446	677	69,67519	669	80,38793	671	61,6187	722

Nivell indisciplina (vh/100m)	Localització indisciplina	Tiempo viaje sección 5	#vh sección 5	Tiempo viaje sección 6	#vh sección 6	Tiempo viaje sección 7	#vh sección 7	Tiempo viaje sección 8	#vh sección 8	Tiempo viaje sección 9	#vh sección 9	Tiempo viaje sección 10	#vh sección 10	Tiempo viaje sección 11	#vh sección 11	Tiempo viaje sección 12	#vh sección 12	Zonas con ilegalidad	Zonas sin ilegalidad	En la manzana exterior
0	En zona central - Sin TdA	60,42654	716	57,27879	1042	56,87493	1081	66,16999	683	30,54088	910	32,41454	915	31,08387	1203	31,2081	1161	31,29100024	61,15573	61,15573
0,2	En zona central - Sin TdA	59,1791	708	59,54265	1027	57,8423	1052	67,68333	696	33,86485	879	38,06788	853	32,73514	1184	32,79417	1133	34,1203507	61,4735	61,4735
0,4	En zona central - Sin TdA	58,93489	705	63,12911	986	61,70612	1029	65,16977	698	37,35983	839	42,83561	792	37,49859	1137	35,81092	1108	38,07665119	60,54367	60,54367
0,6	En zona central - Sin TdA	58,27289	712	67,09349	968	66,23961	977	69,88331	695	41,6274	814	48,1947	773	41,31698	1131	40,15128	1057	42,4658543	61,82337	61,82337
0,8	En zona central - Sin TdA	59,64943	696	69,62307	945	69,06587	958	65,16521	687	44,85978	808	49,07703	753	43,78814	1109	42,96676	1038	44,85080906	60,41123	60,41123
1	En zona central - Sin TdA	58,00862	708	71,23422	906	71,76732	921	65,85122	695	46,05747	783	52,06066	760	44,84501	1062	45,68363	1002	46,86151927	60,14375	60,14375

## 7. ANEJO 7 – OBSERVACIONES DE CAMPO REFERENTES A DIFERENTES RELACIONES DE LA ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE TRÁFICO

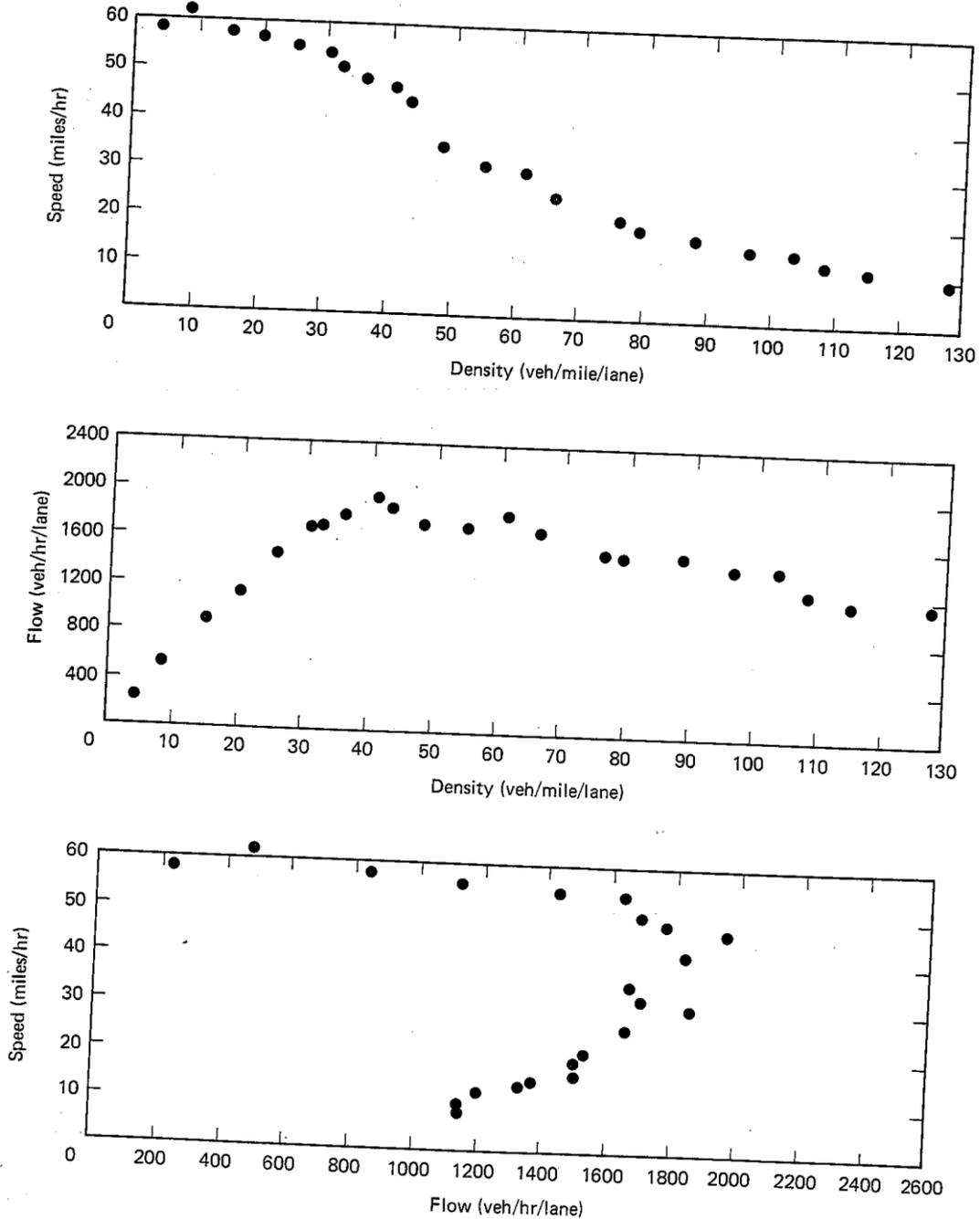


Figure 10.3 Highspeed Freeway Data (From Reference 2)

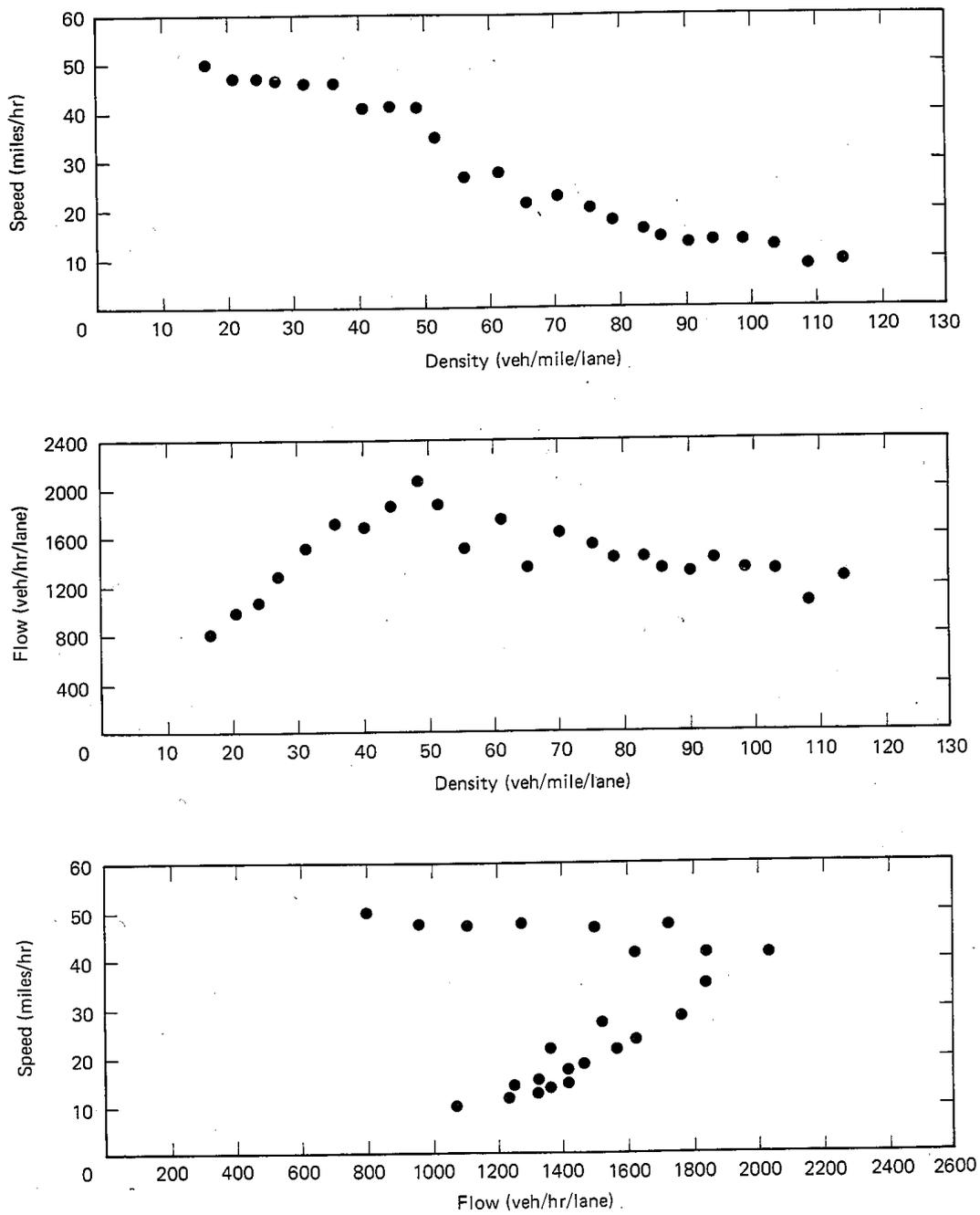


Figure 10.4 Freeway Data (55-mile/hr Speed Limit) (From Reference 1)

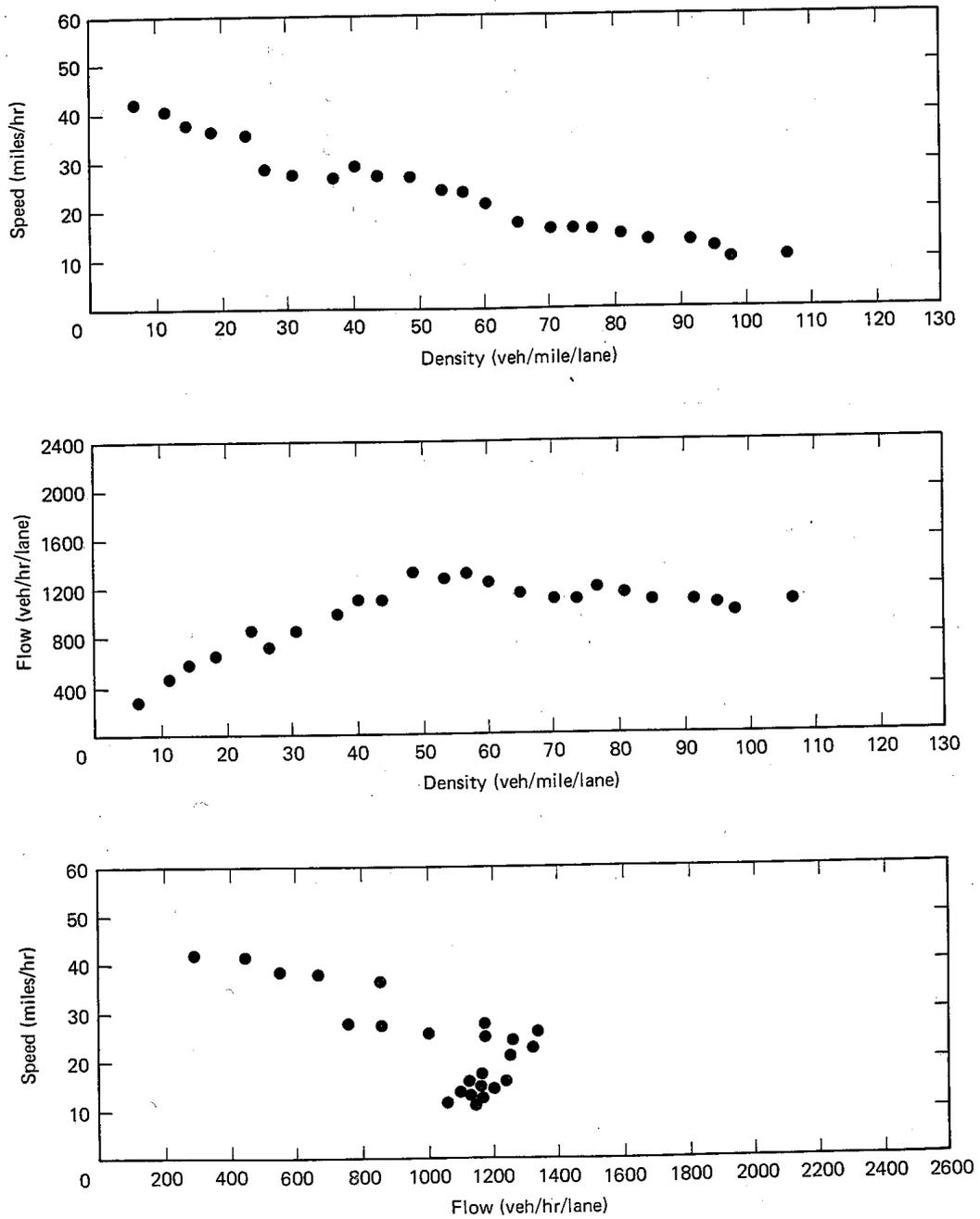


Figure 10.5 Tunnel Data (From Reference 3)

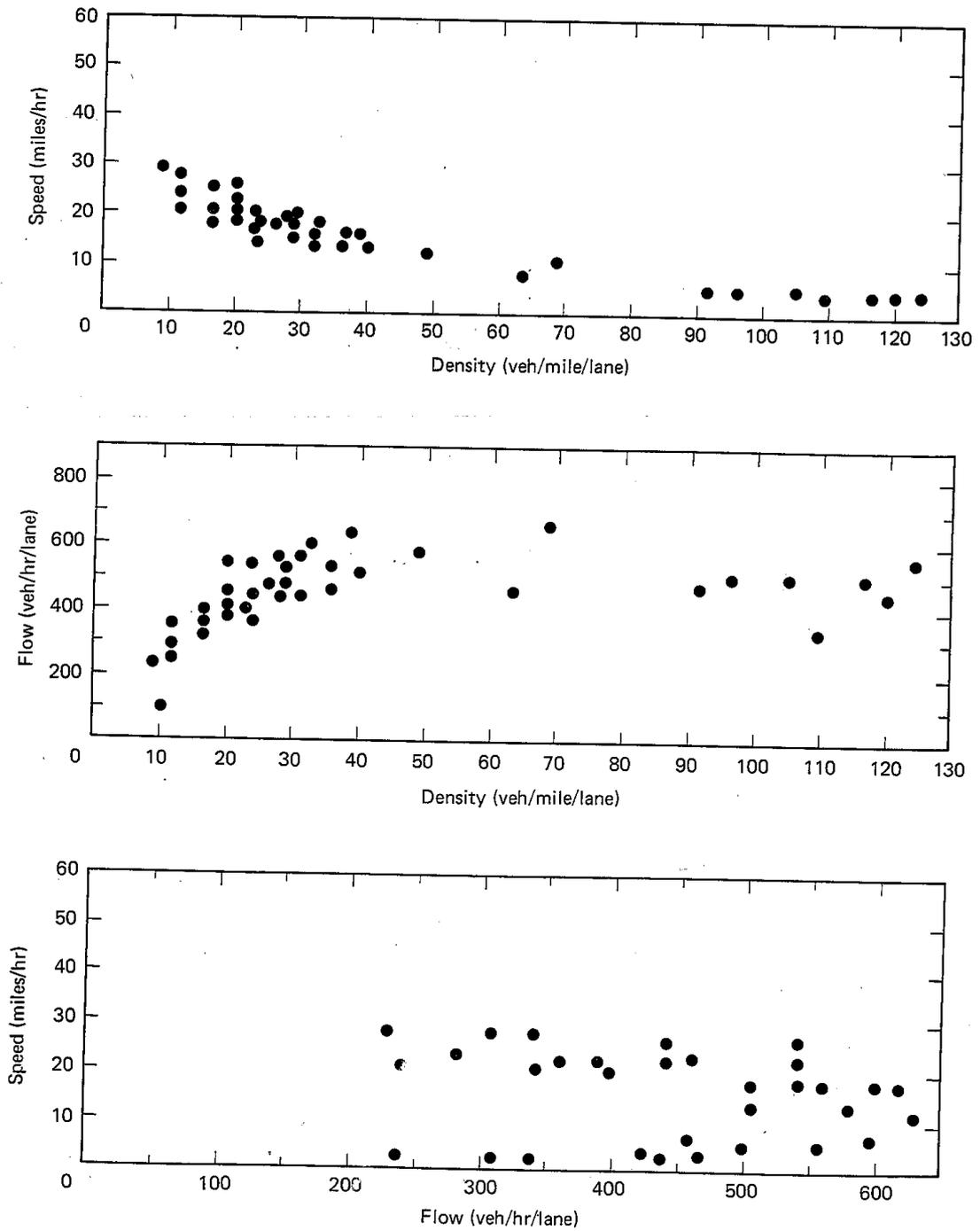


Figure 10.6 Arterial Street Data (From Reference 4)