

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# ESTUDIO DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO, Y PROPUESTA DE ACTUACIÓN EN EL TRAMO DE VÍA CICLISTA SITUADO EN LA CALLE XÀTIVA, ENTRE LAS CALLES RUSSAFA Y SANT VICENT MÀRTIR, EN VALENCIA.

## GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

ALUMNO: JOSE ALFONSO ATIENZAR LÓPEZ

TUTOR: TOMÁS RUIZ SÁNCHEZ

COTUTORA: MARIA ROSA ARROYO LÓPEZ

CURSO: 2018-2019

SEPTIEMBRE 2019

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

## **ÍNDICE DOCUMENTAL**

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

### **DOCUMENTO Nº2: ANEXOS**

ANEXO I: Reportaje fotográfico

ANEXO II: Programación y datos obtenidos en el trabajo de campo

ANEXO III: Descripción de los resultados del trabajo de campo

ANEXO IV: Cálculo de BLOS

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

## **DOCUMENTO Nº1**

### **MEMORIA**

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

## **ÍNDICE**

<b>1-INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCE</b> .....	<b>1</b>
1.1-INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1-EVOLUCIÓN DEL CARRIL BICI.....	1
1.1.2-USO DEL CARRIL BICI EN LA CIUDAD DE VALENCIA.....	2
1.2-OBJETIVO DEL TRABAJO FINAL DE GRADO.....	8
1.3-ALCANCE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO.....	9
<b>2-PLANES DE ACTUACIÓN DE VÍAS CICLISTAS EN LA CIUDAD DE VALENCIA</b> .....	<b>9</b>
2.1-ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA RED.....	9
2.2-ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN PARA LA MOVILIDAD EN BICICLETA EN VALENCIA.....	11
<b>3-METODOLOGÍA DEL TRABAJO FINAL DE GRADO</b> .....	<b>14</b>
3.1-METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.....	14
3.1.1-CRITERIOS DEL NIVEL DE SERVICIO.....	15
3.1.2-LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA.....	16
3.1.3-CALCULO DE BLOS.....	18
3.2-METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	24
3.2.1-CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA CICLISTA OBJETO DE ESTUDIO.....	24
3.2.2-AFOROS.....	25
<b>4-DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE VÍA CICLISTA OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	<b>32</b>
<b>5-CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DE LA VÍA CICLISTA</b> .....	<b>39</b>
<b>6-ACCIDENTALIDAD</b> .....	<b>41</b>
<b>7-ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL. DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>44</b>

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

<b>8-ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN FUTURA. PROGNOSIS</b> .....	<b>50</b>
8.1-ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE CICLISTAS.....	50
8.2-ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.....	53
<b>9-PROPUESTA DE ACTUACIONES</b> .....	<b>54</b>
9.1-DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN.....	54
9.2-VALORACIÓN ECONÓMICA.....	65
9.3-EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	70
9.4-SELECCIÓN DE LA PROPUESTA.....	73
<b>10-CONCLUSIONES</b> .....	<b>74</b>
10.1-CONCLUSIONES RELATIVAS AL USO DE LA BICICLETA EN VALENCIA.....	74
10.2. CONCLUSIONES RELATIVAS A LA METODOLOGÍA Y SUS RESULTADOS.....	74
10.3-CONCLUSIONES RELATIVAS A LAS ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN.....	74
<b>11-REFERENCIAS</b> .....	<b>75</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS**

### **FIGURAS**

- Figura 1: Km. acumulados y Km. implantados de carril bici en valencia. (pág. 1 )
- Figura 2: Km de carril bici y ciclocalles hasta 2017. (pág. 2 )
- Figura 3: Reparto modal. (pág. 2 )
- Figura 4: IMD Febrero 2017. (pág. 4)
- Figura 5: IMD Febrero 2018. (pág. 5)
- Figura 6: IMD Febrero 2018. (pág. 6 )
- Figura 7: Estado actual de la red de Carril-Bici de Valencia. (pág. 10)
- Figura 8: Estado futuro de la red de Carril-Bici de Valencia. (pág. 11)
- Figura 9: Relación entre oferta de carril-bici y demanda. (pág. 12)
- Figura 10: Ejemplo de actualización de itinerario. (pág. 13 )
- Figura 11: Propuestas de mejora y mantenimiento. Año 2013. (pág. 13 )
- Figura 12: Esquema de cálculo del BLOS. (pág. 18 )
- Figura 13: Esquema de adelantamiento de un ciclista a un usuario de la vía. (pág. 19 )
- Figura 14: Esquema de los eventos de cruce. (pág. 21 )
- Figura 15: Localización del aforo este y el aforo oeste. (pág. 25 )
- Figura 16: Encuesta de distribución horaria de los viajes en la ciudad de Valencia. (pág. 26 )
- Figura 17: Tramo objeto de estudio. (pág. 32 )
- Figura 18: Imagen aérea del subtramo 1. (pág. 33)
- Figura 19: Estación Valenbisi del subtramo 1. (pág. 34 )
- Figura 20: Detalle de la separación del carril bici y la calzada. (pág. 34 )
- Figura 21: Detalle de los tres carriles en el cruce con la calle Russafa. (pág. 34 )
- Figura 22: Vista aérea del subtramo 2. (pág. 35)
- Figura 23: Vista aérea del subtramo 3. (pág. 35 )
- Figura 24: Vista aérea del subtramo 4. (pág. 36 )
- Figura 25: Detalle de tercer carril en el cruce de Xàtiva con Alicante. (pág. 36 )

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Figura 26: Aparcamiento de bicicleta privada y estación Valenbisi en el subtramo 4 y 5. (pág.37)

Figura 27: Vista aérea subtramo 6. (pág. 38 )

Figura 28: Intersección con pintado y señal de preferencia ciclista. (pág. 38 )

Figura 29: Símbolo en calzada para informar del paso de peatones. (pág. 39 )

Figura 30: Puntos sin semáforo específico para ciclistas. (pág. 42)

Figura 31: Evolución de los accidentes con bicicletas implicadas en Valencia entre 2014 y primer semestre de 2017 . (pág. 43)

Figura 32: Esquema de cálculo de BLOS. (pág. 45)

Figura 33: IMD Mayo 2018 Calle Xàtiva. (pág. 51 )

Figura 34: IMD Mayo 2019 Calle Xàtiva. (pág. 51 )

Figura 35: Noticia de prensa digital. (pág. 51 )

Figura 36: Semáforos a retirar en el cruce de Xàtiva con Alicante. (pág. 55 )

Figura 37: Semáforos a retirar en el cruce de la calle Xàtiva con Alicante. (pág. 55 )

Figura 38: Semáforos en los que se propone el cambio de fase semafórica. (pág. 56)

Figura 39: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 56 )

Figura 40: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 57 )

Figura 41: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 57 )

Figura 42: Señal de preferencia ciclista. (pág. 58 )

Figura 43: Croquis de ubicación de la señalización vertical en el cruce de Xàtiva con Alicante. (pág. 59 )

Figura 44: Diseño de pintado de cruces ciclistas. (pág. 59)

Figura 45: Croquis de pintado del cruce de Xàtiva con Alicante. (pág. 60 )

Figura 46: Croquis de ubicación de la señalización vertical en el cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 60)

Figura 47: Croquis de pintado del cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 61 )

Figura 48: Cruce de calle Xàtiva con Convento de Jerusalén. (pág. 61)

Figura 49: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Russafa. (pág. 62)

Figura 50: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Alicante. (pág. 63 )

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Figura 51: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Bailén. (pág. 63 )

Figura 52: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Pelayo. (pág. 64)

Figura 53: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Convento Jerusalén.(pág. 64)

Figura 54: Ejemplo de tramo con carril bici de 3.5 m. (pág. 65)

Figura 55: Cuadro de precios para la instalación de una señal. (pág. 66)

Figura 56: Precio de desmontaje de semáforo. (pág. 66 )

Figura 57: Precios de pintura y símbolos. (pág. 67)

Figura 58: Precio de borrado con pintura negra. (pág.67 )

Figura 59: Precio de señal informativa. (pág.68 )

Figura 60: Presupuesto de proyecto de carril bici Av. Regne de València. (pág. 69)

## **TABLAS**

Tabla 1: Abonos de Valenbisi por mes en 2017. (pág. 7)

Tabla 2: Reparto modal en la ciudad de Valencia. (pág. 7)

Tabla 3: Encuesta sobre transporte más frecuente en Europa. (pág.8)

Tabla 5: Distintos niveles de servicio para carriles bici según HCM. (pág.15)

Tabla 6: Valores medios sugeridos para distintos datos requeridos para el análisis. (pág. 17)

Tabla 7: Número de carriles efectivos según el ancho de la vía. (pág. 21)

Tabla 8: Distancia requerida para adelantar por parte de un ciclista. (pág.22)

Tabla 9: Semana 1 aforos lado este. (pág. 29)

Tabla 10: Semana 2 aforos lado este. (pág. 29 )

Tabla 11: Semana 3 aforos lado oeste. (pág. 30)

Tabla 12: Semana 4 aforos lado oeste. (pág. 30)

Tabla 13: Número de usuarios totales y por hora para cada tipo de día de la semana. (pág. 40)

Tabla 14: Tipo de usuario para cada día de la semana. (pág. 40)

Tabla 15: Usuarios contabilizados en cada aforo en función de su dirección. (pág. 41)

Tabla 16: Accidentes por distrito y tipo de usuario entre 2012 y primer semestre de 2017. (pág.43)

Tabla 17: Número máximo de usuarios en 15 min por día. (pág. 46)

Tabla 18: Número máximo de usuarios promedio en aforo este. (pág. 46)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Tabla 19: Probabilidades de adelantamiento retrasado. *(pág. 48)*

Tabla 20: Número máximo de usuarios en 15 min por día. *(pág. 49 )*

Tabla 21: Número máximo de usuarios promedio aforo oeste. *(pág. 49)*

Tabla 22: Probabilidades de adelantamiento retrasado. *(pág. 50)*

Tabla 23: Crecimiento anual previsto. *(pág. 52)*

Tabla 24: Demanda total año 2029 aforo este. *(pág.53)*

Tabla 25: Demanda total año 2029 aforo oeste. *(pág. 53)*

Tabla 26: Demanda año 2029 aforo este. *(pág. 53 )*

Tabla 27: Demanda año 2029 aforo oeste. *(pág.53 )*

Tabla 28: Evaluación multicriterio de las alternativas. *(pág. 73)*

Tabla 29: Puntuación total de la evaluación multicriterio- *(pág. 73)*

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

## **1-INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCE**

### **1.1-INTRODUCCIÓN**

La bicicleta está tomando cada vez más importancia en las ciudades como medio de transporte habitual para sustituir a los vehículos motorizados debido a su nula contaminación y su menor impacto en el entorno urbano. Las condiciones de la ciudad de Valencia la hacen una ciudad idónea para su uso ya que presenta poco desnivel y su clima es suave durante todo el año con escasos días de lluvia, lo que hace que tome importancia su fomento como medio de transporte alternativo.

#### **1.1.1- EVOLUCIÓN DEL CARRIL-BICI**

El carril bici de Valencia contaba en el año 1995 con 13.8 km de carril bici, fue a partir de ese año cuando se comenzó la construcción continuada de más tramos, sobre todo a partir de 2008 cuando se realizaron grandes inversiones, contando en 2013 con 123 km, según datos del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de la ciudad de Valencia y continuando en la actualidad su ampliación.

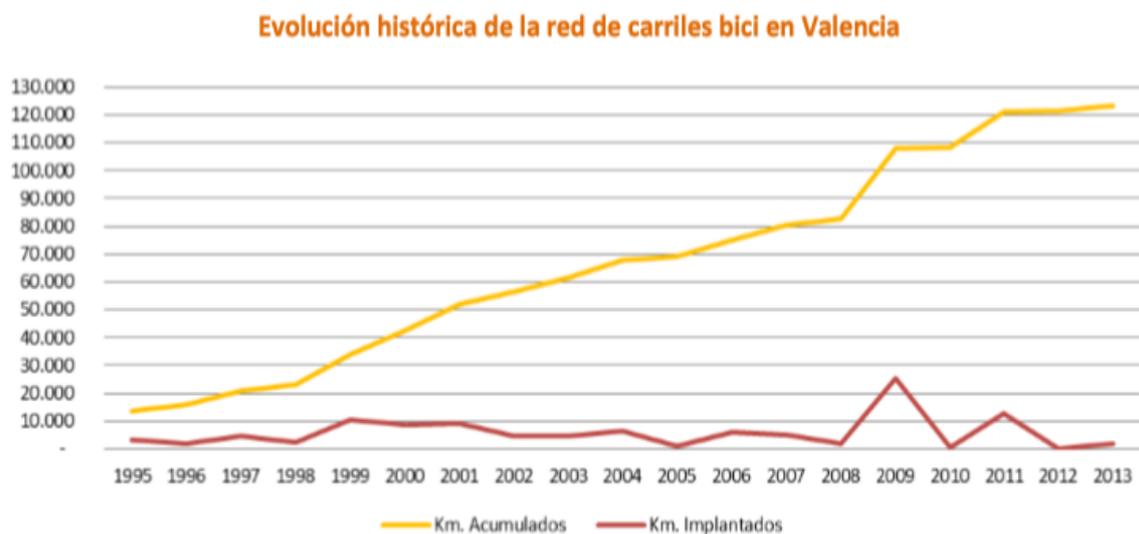


Figura 1: Km. acumulados y Km. implantados de carril bici en Valencia. (Fuente: PMUS de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

**EVOLUCIÓN DE LA LONGITUD (KM) DEL CARRIL BICI Y CICLOCALLES. 1996-2017**

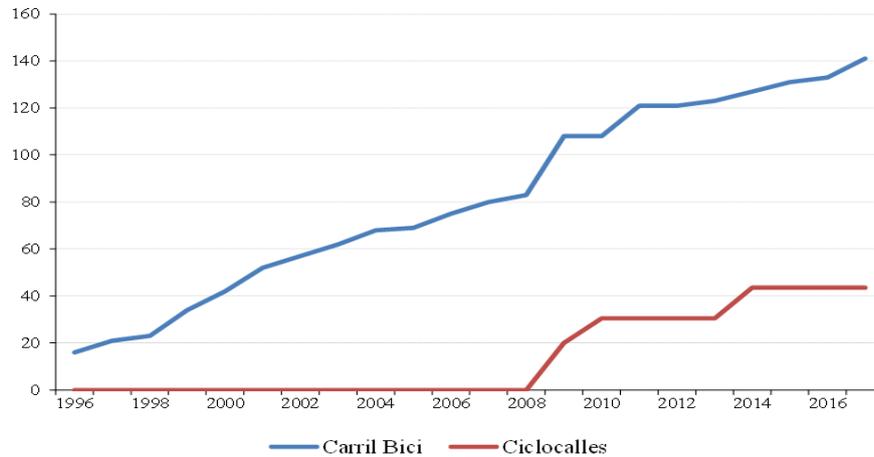


Figura 2: Km de carril bici y ciclocalles hasta 2017. (Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia)

### 1.1.2-USO DEL CARRIL BICI EN LA CIUDAD DE VALENCIA

En cuanto al uso de la bicicleta, se estima que en 2013, dentro de la ciudad de Valencia el 4.7% de la población la utilizaba como transporte diario, según la encuesta de movilidad realizada para el PMUS.

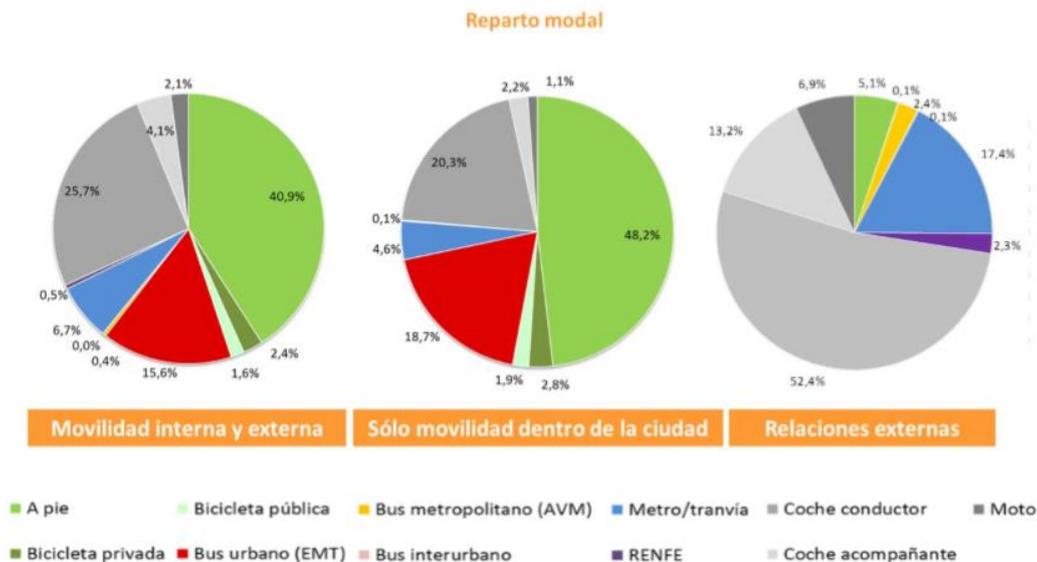


Figura 3: Reparto modal (Fuente: PMUS de Valencia)

Según los datos del uso de carril bici medido con aforos automáticos por el Ayuntamiento de Valencia, se aprecia un crecimiento general en toda la red y, especialmente, en el anillo ciclista implantado en el centro de la ciudad. En las siguientes

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

imágenes se puede observar la Intensidad Media Diaria<sup>1</sup> (IMD) en los días laborables de febrero de los años 2017, 2018 y 2019 como ejemplo de esta tendencia al alza. En los datos de 2017 no se observa el tramo del anillo ciclista de la calle Xàtiva al no estar construido, pero desde el momento de su instalación, como se comprueba en el año 2018, es el tramo más utilizado con 2707 usuarios/día. Por otra parte, en el año 2019 se observa un incremento considerable, en torno 37%, sumando un total de 4315 usuarios/día en dicha calle, por lo que su construcción ha supuesto un impacto importante en el uso de la bicicleta en Valencia. También se ha dado un crecimiento similar en la calle Colón, que corresponde con el otro tramo del anillo ciclista sin construir en 2017. Este pasó a tener 2704 usuarios/día en 2018 y 4162 usuarios/día en 2019. Fuera del anillo ciclista, se puede ver que otras vías ya asentadas en la ciudad, como por ejemplo la de la Av. Blasco Ibáñez (y en general todas las de la ciudad), no tienen incrementos importantes de 2017 (1601 usuarios/día) a 2018 (1698 usuarios/día). En cambio en el año 2019 si se observa un incremento importante en toda la red en general, situándose en Av. Blasco Ibáñez en 2243 usuarios/día. Esto puede deberse a la instalación del mencionado anillo ciclista, ya que ha incorporado la zona centro a la red ciclista, generando un impacto positivo en la utilización del a bicicleta como modo de transporte.

---

<sup>1</sup>Intensidad Media Diaria: Media estadística del número de vehículos que pasan por una sección concreta en 24 horas

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

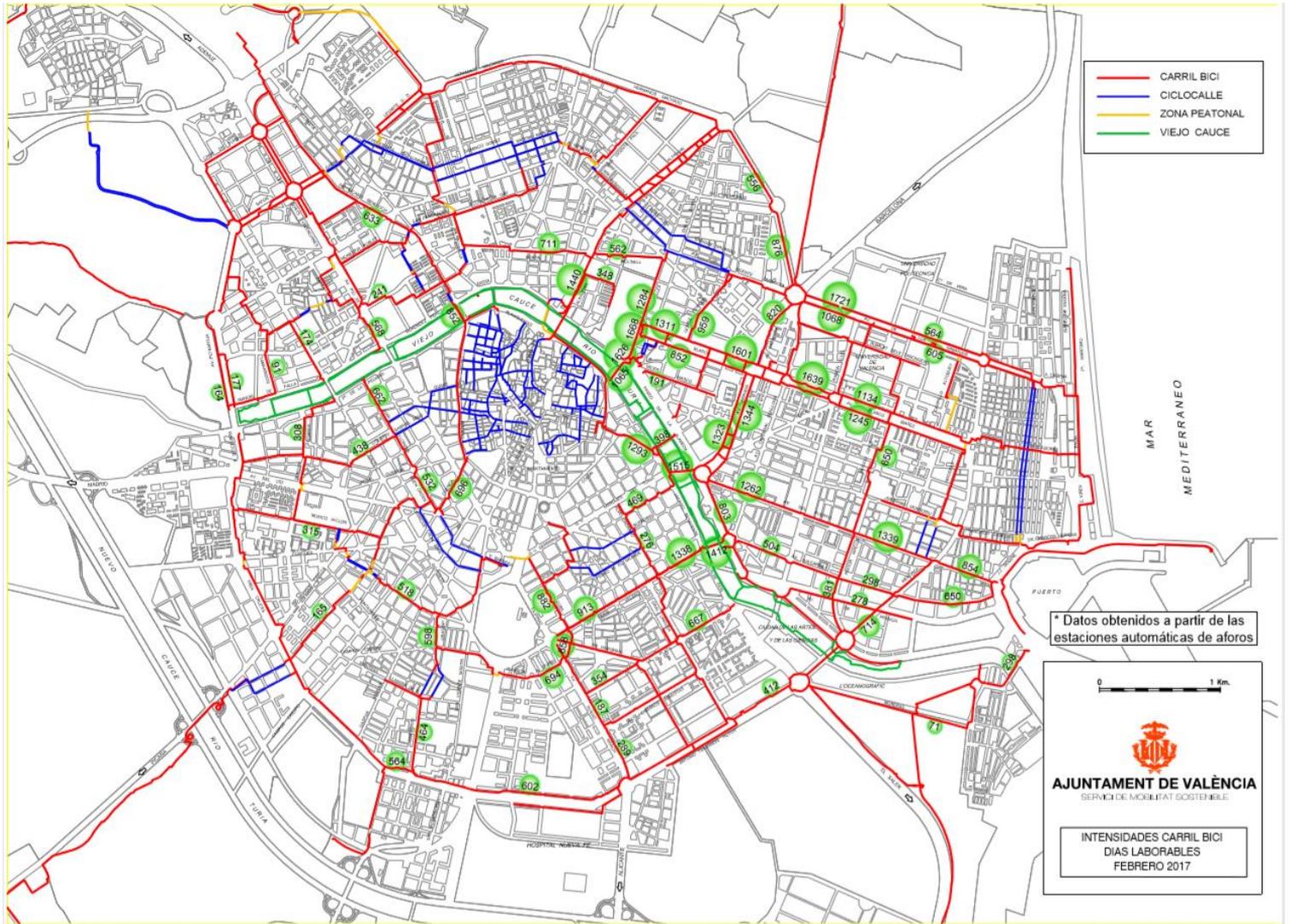


Figura 4: IMD Febrero 2017. (Fuente: Web Ayuntamiento de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

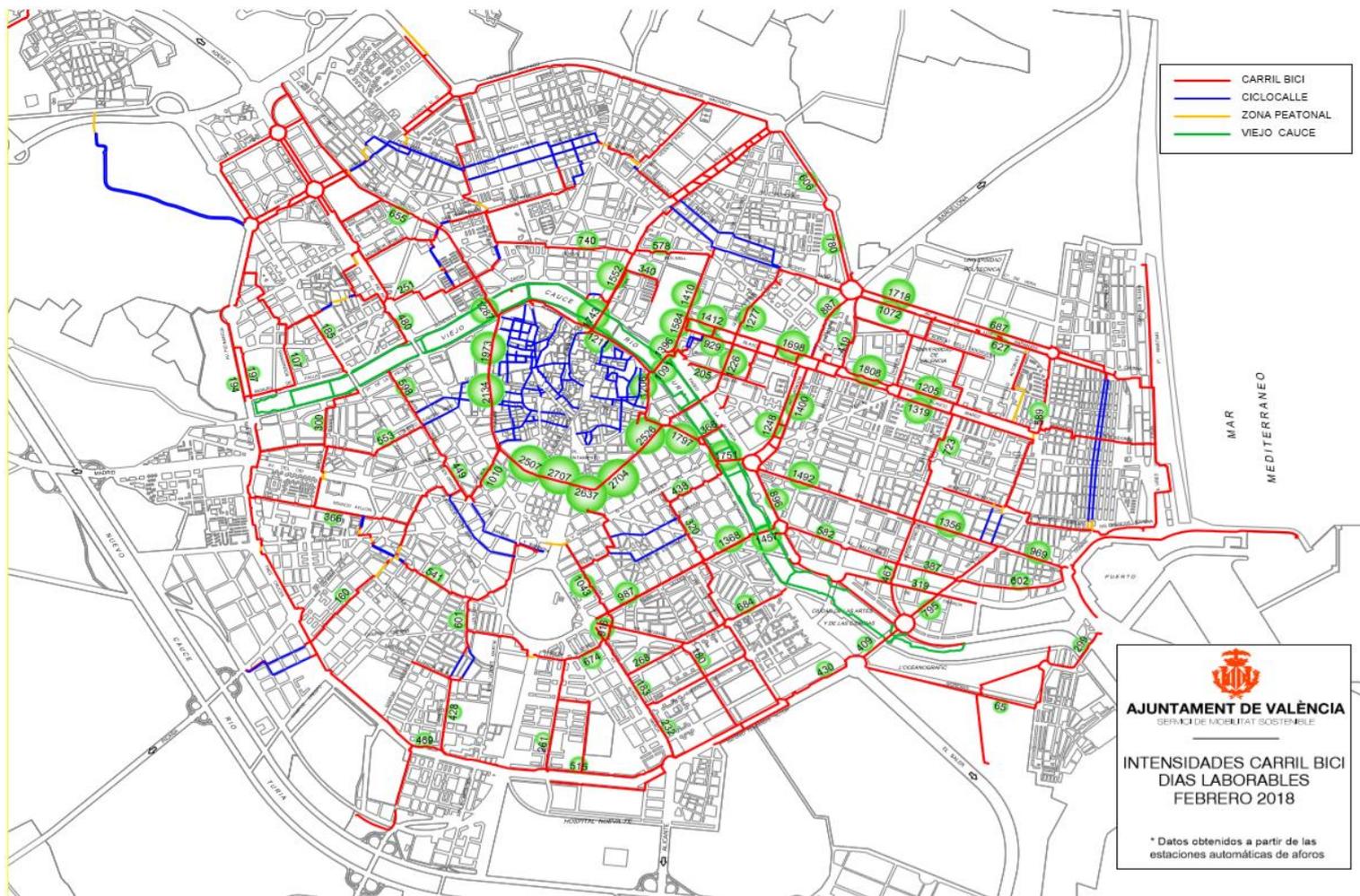


Figura 5: IMD Febrero 2018 (Fuente: Web Ayuntamiento Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

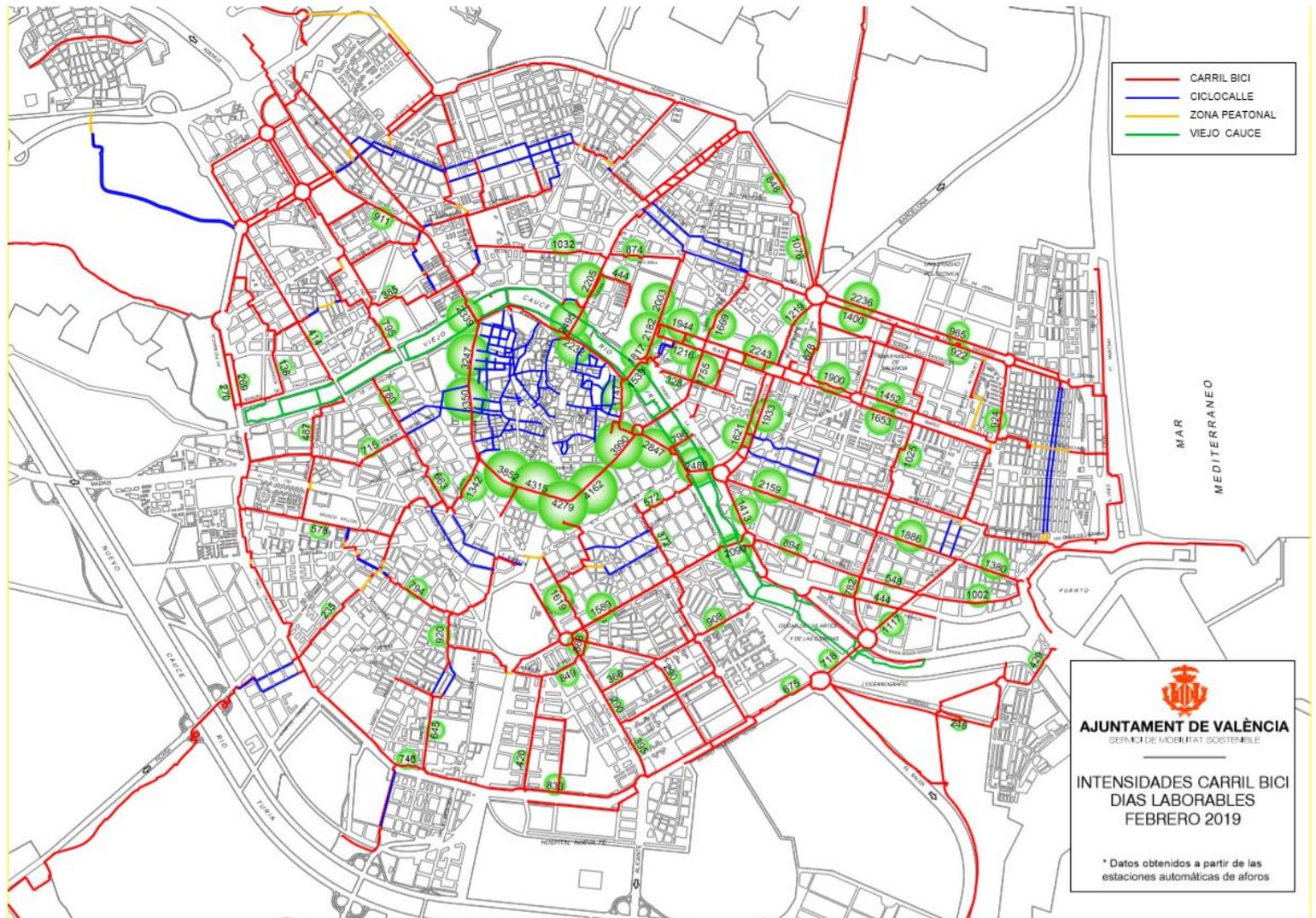


Figura 6: IMD Febrero 2018 (Fuente: Web Ayuntamiento Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Otra de las causas del aumento de uso puede ser la implantación de las estaciones de bicicletas públicas “Valenbisi”. Cuenta con 276 estaciones repartidas por toda la ciudad y el número de usuarios sigue una corriente ascendente cada mes como se pueden observar en los datos publicados de abonos mensuales.

<b>10.4. Número de abonos a Valenbisi de larga y corta duración por mes. 2017</b>			
<b>Mes</b>	<b>Total</b>	<b>Abonos larga duración</b>	<b>Abonos corta duración</b>
Enero	44,926	44,440	486
Febrero	44,938	44,267	671
Marzo	46,596	45,267	1,329
Abril	47,250	45,329	1,921
Mayo	47,806	45,803	2,003
Junio	48,221	45,894	2,327
Julio	49,104	45,760	3,344
Agosto	49,717	45,784	3,933
Septiembre	49,154	46,140	3,014
Octubre	48,782	46,190	2,592
Noviembre	47,875	46,207	1,668
Diciembre	47,056	46,044	1,012

*Fuente: Servicio de Movilidad Sostenible. Ayuntamiento de València.*

Tabla 1: Abonos de Valenbisi por mes en 2017. (Fuente: Servicio de Movilidad Sostenible del Ayuntamiento de Valencia)

A nivel estatal, la ciudad de Valencia se encuentra por encima de la media en el uso de la bicicleta como medio de transporte. Siendo 3% la media nacional en 2014 según una encuesta del Eurobarómetro y 4.7% en Valencia en 2013 como se ha mencionado antes.

Los datos coinciden con los proporcionados por el Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (Noviembre 2018), que muestran un 4.8% de movilidad en bicicleta en viajes internos a la propia ciudad, bajando al 3.6% cuando se incluyen los viajes con el área metropolitana y fuera de ella, debido a las distancias a recorrer.

<b>MATRIUS O-D</b>							
<b>CIUTAT DE VALÈNCIA</b>							
<b>Tipus de viatge</b>	<b>Viatges no mecanitzats</b>	<b>A peu</b>	<b>Bicicleta</b>	<b>Viatges mecanitzats</b>	<b>Vehicle privat</b>	<b>Transport públic</b>	<b>Altres</b>
<b>Total viatges dia</b>	38,5%	34,9%	3,6%	61,5%	37,3%	22,5%	1,7%
<b>Viatges interns al municipi</b>	55,2%	50,5%	4,8%	44,8%	21,5%	21,8%	1,4%
<b>Viatges amb municipis de l'àrea metropolitana</b>	4,9%	3,6%	1,3%	95,1%	68,7%	24,1%	2,4%
<b>Viatges fora de l'àrea metropolitana</b>	2,2%	0,9%	1,3%	97,8%	79,1%	17,4%	1,4%

Tabla 2: Reparto modal en la ciudad de Valencia. (Fuente: Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estos valores están muy por detrás de las medias de otros países como Países Bajos, Dinamarca, Hungría o Suecia, cuyo uso supera el 15%, siendo aún más alto en ciudades concretas de estos países.

QA1 On a typical day, which mode of transport do you use most often?

	Bicycle	Motorbike or moped	Train
EU28	8%	2%	2%
BE	13%	1%	4%
BG	4%	0%	1%
CZ	8%	0%	2%
DK	23%	2%	5%
DE	12%	1%	1%
EE	5%	0%	2%
IE	2%	0%	1%
EL	2%	9%	1%
ES	3%	3%	1%
FR	4%	3%	2%
HR	6%	1%	0%
IT	6%	7%	2%
CY	1%	1%	0%
LV	6%	1%	2%
LT	7%	0%	0%
LU	2%	0%	4%
HU	22%	2%	2%
MT	0%	1%	0%
NL	36%	3%	4%
AT	6%	2%	3%
PL	7%	0%	1%
PT	1%	2%	2%
RO	7%	1%	1%
SI	9%	1%	1%
SK	7%	0%	3%
FI	14%	0%	2%
SE	17%	0%	3%
UK	3%	1%	4%

Tabla 3: Encuesta sobre transporte más frecuente en Europa. (Fuente: Eurobarómetro "Quality of transport report" 2014)

## 1.2-OBJETIVO DEL TRABAJO FINAL DE GRADO

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es definir con detalle el tramo objeto de estudio y comprobar si la infraestructura de carril bici actualmente construido en dicho tramo es capaz de soportar la demanda de ciclistas y presentar alternativas de mejora teniendo en cuenta la normativa, los aspectos sociales, economía...etc, suponiendo justificadamente el comportamiento de la obra en el futuro, Así como la utilización de metodologías utilizada en el ámbito profesional para estimar niveles de servicio en vías ciclistas.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

### **1.3-ALCANCE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO**

Para estudiar el nivel de servicio se aplicará la metodología recomendada por el Highway Capacity Manual (HCM), que se aplica a tramos aislados de vía ciclista, sin considerar intersecciones. También se realizarán aforos manuales hechos por el alumno a diversas horas del día, días de la semana y diferentes puntos del recorrido para tener una idea fiel, dentro de las limitaciones, del comportamiento de la vía. Por último se definirán escenarios hipotéticos de crecimiento del uso apoyados, por ejemplo, por registros históricos de uso y se plantearán mejoras para mantener un nivel de servicio aceptable según los criterios del HCM.

## **2-PLANES DE ACTUACIÓN DE VÍAS CICLISTAS EN LA CIUDAD DE VALENCIA**

### **2.1-ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA RED**

En las siguientes imágenes se compara el actual estado de la red comparándola con la propuesta recogida en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible. Se puede observar que muchos de los tramos propuestos ya han sido construidos ya que la publicación del plan data de 2013. De acuerdo a la Figura 9, la red existente cubre casi la totalidad de la ciudad, formando una malla con la que se puede acceder en bicicleta a cualquier zona de la ciudad. Aún así hay zonas en las que el itinerario no es todo lo eficiente que podría ser debido a que hay importantes vías en las que no existe infraestructura para desplazarse en bicicleta. Si comparamos la Figura 9 y la Figura 10, se advierte que aún están por realizar algunas vías de una longitud considerable como la Avenida Primado Reig, Avenida del Cid, la Gran Vía Fernando el Católico y Marqués del Turia. Se puede ver que hay varias zonas como, por ejemplo, los distritos de Patraix y Jesús, en los que el carril bici solo bordea los mismos pero no existe una infraestructura dentro para poder desplazarse entre sus calles. Esto está parcialmente solucionado en la situación futura de la red, en la que podemos ver carriles bici en algunas calles, mallando de esta forma los distintos barrios que tenían una mala conexión interna para establecer mejores itinerarios. Aunque por otra parte, en zonas como Ciutat Fallera, Benimaclet o los barrios próximos a la costa como Malvarrosa o Cabanyal, este mallado no se ha previsto. La colocación de estos nuevos tramos de carril bici no pueden estudiarse de forma aislada, puesto que afectan a toda la red al modificar los itinerarios existentes y al aumentar el número de usuarios al haber una mejor oferta, provocando aumentos y disminuciones de intensidad en los distintos recorridos. En el caso del presente estudio, las futuras construcciones de Fernando el Católico y Marques del Turia tendrán un impacto directo debido a la proximidad con la calle Xàtiva e, incluso, la conexión la Av. Del Cid con estas puede modificar el comportamiento del tramo estudiado al aparecer un nuevo flujo de ciclistas.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

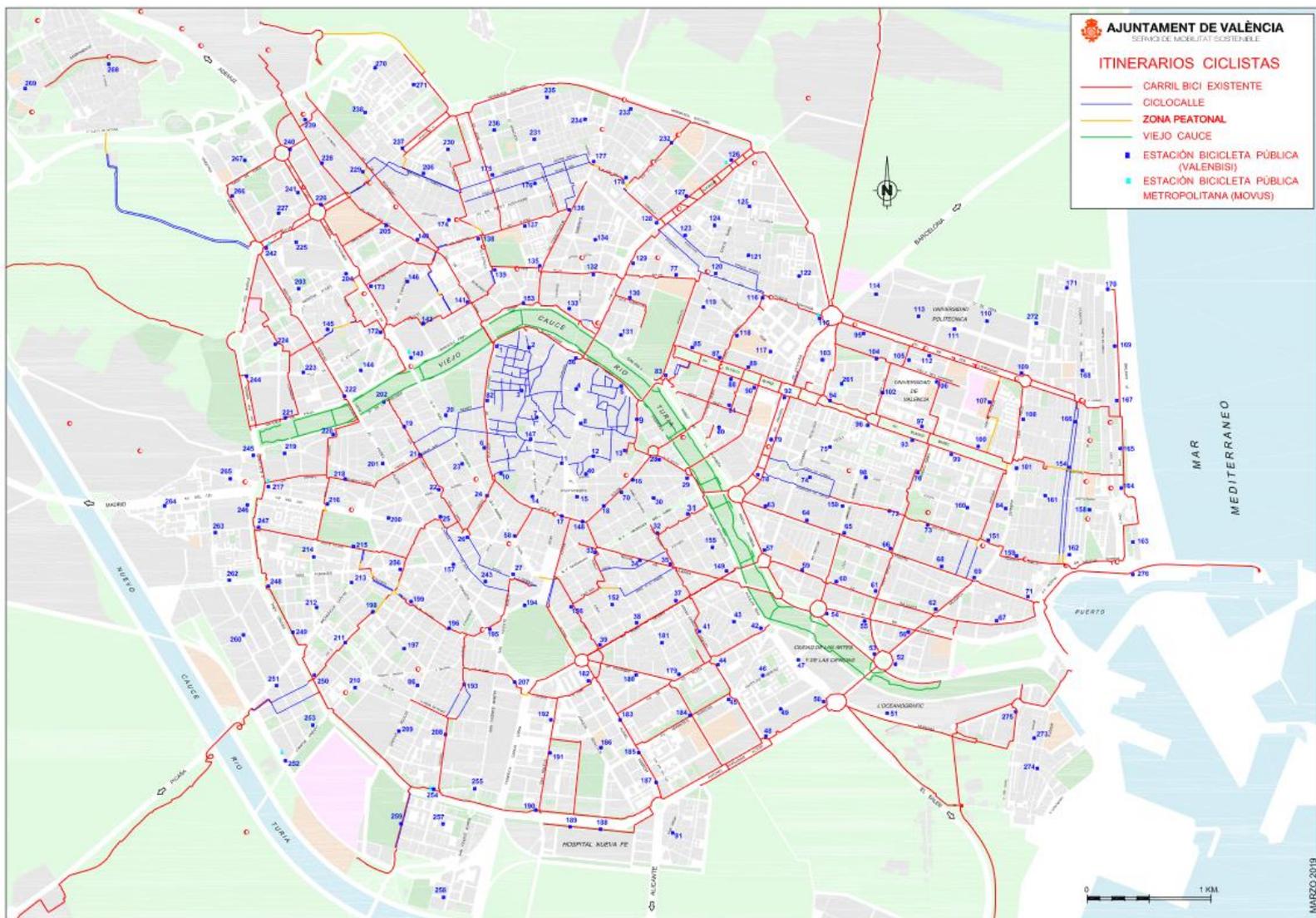


Figura 7: Estado actual de la red de Carril-Bici de Valencia. (Fuente: Web Ayuntamiento de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

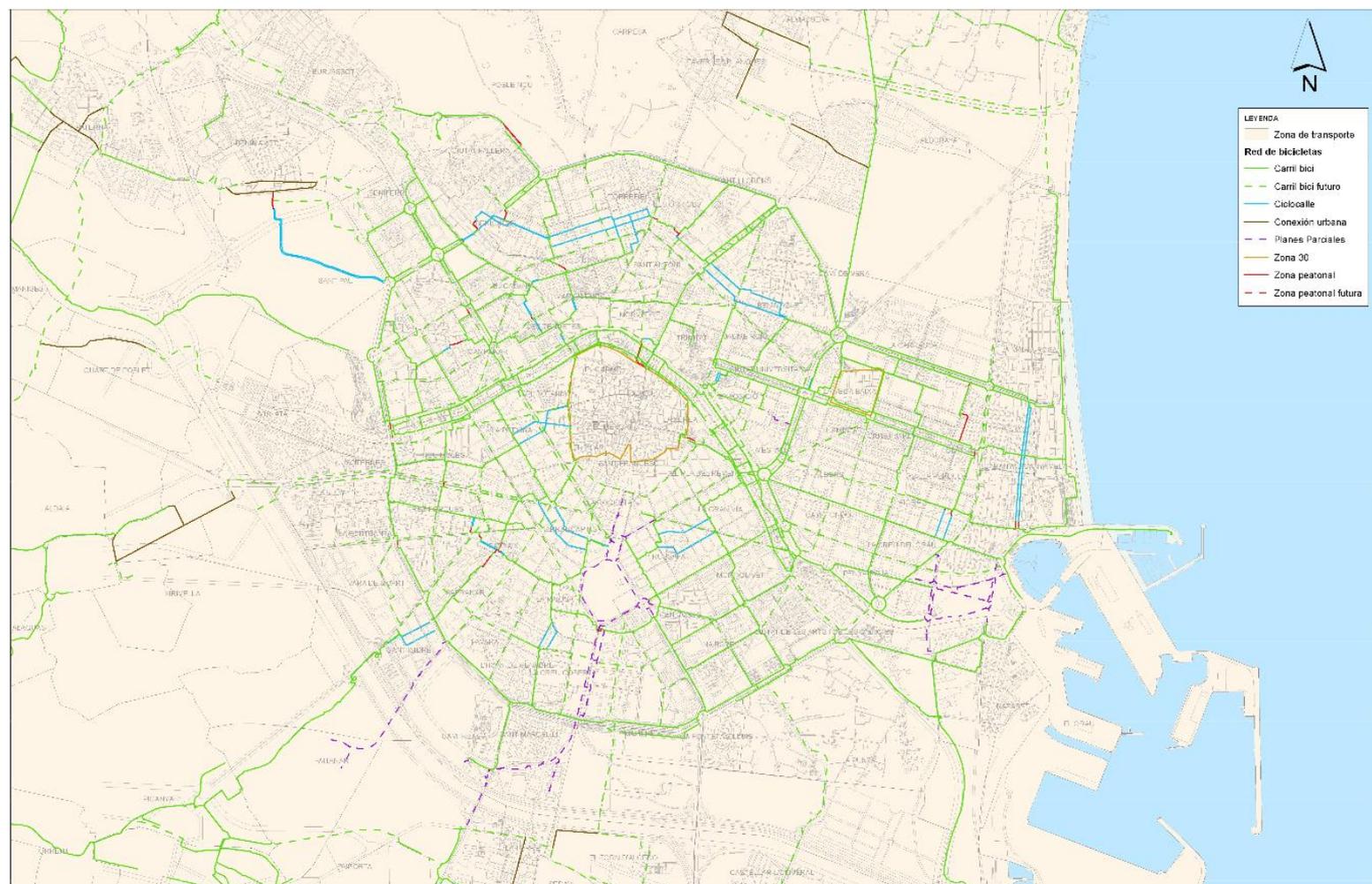


Figura 8: Estado futuro de la red de Carril-Bici de Valencia. (Fuente: PMUS)

## 2.2-ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN PARA LA MOVILIDAD EN BICICLETA EN VALENCIA

De acuerdo al PMUS (2013) las estrategias a seguir para el transporte en bicicleta en Valencia son las siguientes:

- **Mantener, mejorar y consolidar la infraestructura ciclista:** Esto incluye establecer medidas como señalización, mejoras del pavimento y adecuar el diseño en zonas de conflicto con los peatones y el tráfico, así como ampliar los tramos de vía ciclista planeados con el objetivo de dar cobertura a toda la ciudad y tener una red completamente conectada y continua que se complemente con el resto de modos de transporte. La razón de esta estrategia es la relación entre oferta de carril bici y demanda que, como se puede observar en la siguiente imagen, crecen conjuntamente, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9613$

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

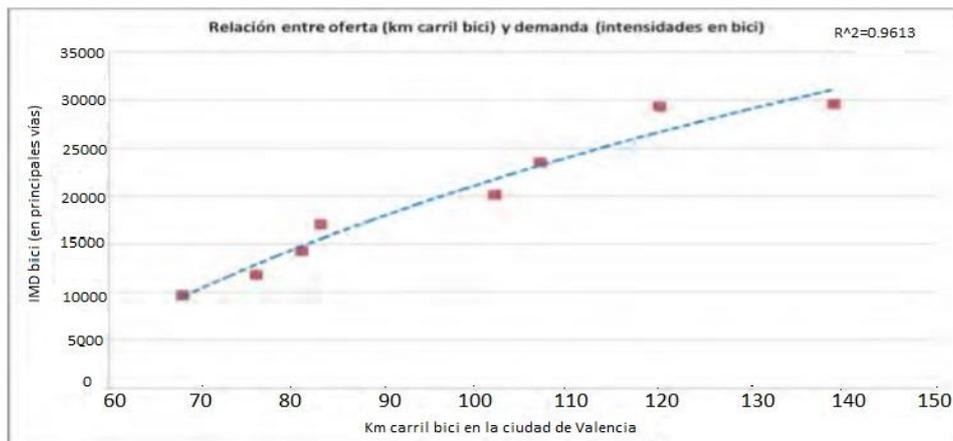


Figura 9: Relación entre oferta de carril-bici y demanda. (Fuente: PMUS de Valencia)

Para la puesta en marcha de esta estrategia, las propuestas de actuación son:

- Construcción de carriles bici en calles concretas en las que se considera importante su implantación.

- Eliminación de los carriles bici del casco antiguo, pensado para el uso peatonal y evitar conflictos peatón-ciclista.

- Implantación de ciclocarriles en zonas donde sea incompatible la construcción de carriles bici ya sea por complejidad o por incompatibilidad con los usos de la calle. Los ciclocarriles son carriles compartidos por la bicicleta y los automóviles en los que la velocidad está limitada a 30 km/h.

- Extender el carril bici de acuerdo a la expansión de la ciudad para adelantarse a las necesidades de movilidad del futuro en las nuevas zonas de la ciudad.

- Cambiar itinerarios anticuados que no son eficientes de acuerdo a los criterios de diseño actuales. Por ejemplo cambiar trazados que unen dos puntos pasando por distintas calles cuando puede realizarse de forma directa por otra calle en línea recta.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.



- Trazado actual
- Mejora de trazado

Figura 10: Ejemplo de actualización de itinerario. (Fuente :PMUS de Valencia)

-Reservar una parte del presupuesto en el mantenimiento y actualización del pavimento y las señales con el objetivo de homogeneizar los carriles antiguos y los nuevos. Para ello se disponen de datos de las zonas conflictivas para proceder a su mejora.

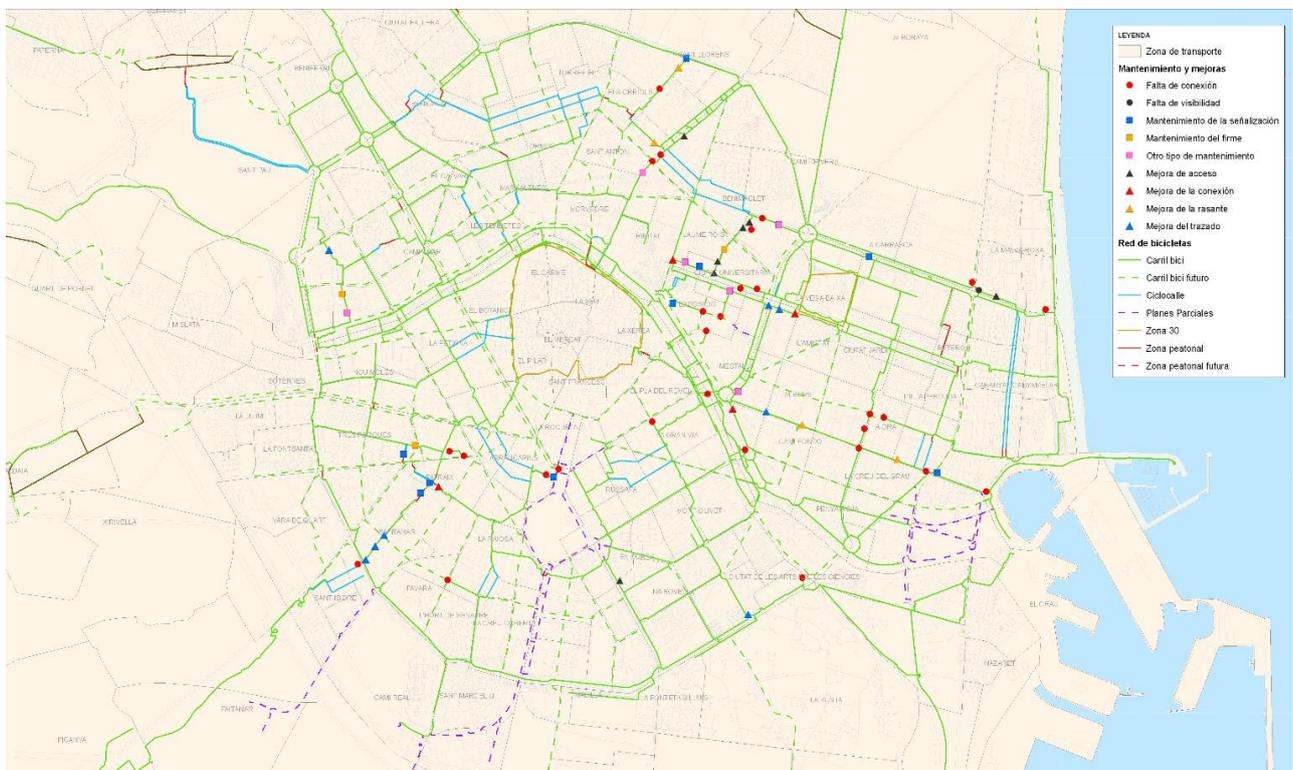


Figura 11: Propuestas de mejora y mantenimiento. Año 2013. (Fuente: PMUS de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

-Analizar la posibilidad de que las bicicletas puedan circular en ambos sentidos en calles que solo tengan un sentido de circulación para el tráfico de vehículos motorizados para incrementar la versatilidad de la bicicleta en la circulación.

-Ampliar el número de estacionamientos para bicicletas, incidiendo en los aparcamientos en las principales paradas de la red de transporte público de Valencia para facilitar la intermodalidad, así como fomentar los aparcamientos en zonas privadas de uso frecuente por la población (Centros comerciales, estadios...), implantando un número mínimo de estacionamiento de bicicletas en los edificios de nueva construcción.

Con estas propuestas se espera alcanzar un estado como el planteado en la Figura 10, el cual es el objetivo final del plan.

- Favorecer y normalizar el uso de la bicicleta como transporte cotidiano: Se considera importante proteger a los ciclistas de los robos de bicicletas al estacionar, ya que es una de las debilidades respecto al automóvil, empleando medidas específicas para evitar la inseguridad e incitar a la gente a utilizar este medio de transporte.

En este caso, las propuestas de actuación son:

-Prohibir la venta de bicicletas en mercadillos como el Mercadillo del Rastro para evitar que las bicicletas sean robadas para su comercialización.

-Creación de un registro de bicicletas para garantizar la propiedad de las mismas.

-Publicar las bicicletas recuperadas en diferentes canales de comunicación para que los ciudadanos puedan reclamarlas.

-Utilizar las bicicletas cuyo propietario no ha sido encontrado para fomentar el uso de la bici cediéndolas a distintas entidades.

### **3-METODOLOGÍA DEL TRABAJO FINAL DE GRADO**

El presente estudio se fundamenta en la utilización del Highway Capacity Manual y en los trabajos de campo de recogida de datos realizados.

#### **3.1-METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO**

Para la evaluación de la capacidad y nivel de servicio<sup>2</sup> se utilizará la metodología del HCM, concretamente el capítulo 24 de dicho manual, que especifica como calcular el nivel de servicio de peatones y bicicletas en infraestructuras apartadas de la calzada.

---

<sup>2</sup> Nivel de servicio: Medida de la calidad de operación y funcionamiento del carril bici

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Estas infraestructuras se caracterizan por ser utilizadas exclusivamente por medios de transporte no motorizados, por lo que estos no tienen una gran importancia a la hora de determinar la calidad de servicio percibida por los ciclistas y su efecto será considerado nulo, aunque si se tendrán en cuenta las interacciones entre los diferentes usuarios del carril bici ya que, según el HCM, se diferenciará entre carriles exclusivos para bicicletas o carriles de uso compartido por peatones, ciclistas, corredores, patinadores y otros transportes no motorizados

### 3.1.1-CRITERIOS DEL NIVEL DE SERVICIO

Para carriles compartidos y exclusivos, la medición se realiza con Bicycle Level Of Service (BLOS), que tiene en consideración los cruces por minuto entre usuarios, adelantamientos por minuto, presencia de línea central en el carril, anchura del carril y adelantamientos retrasados. Como resultado final se obtiene una puntuación de BLOS que determina la calidad de operación de la infraestructura dividiéndola en 6 niveles: A-B-C-D-E-F. Siendo:

A: Condiciones óptima y gran capacidad de absorber más usuarios

B: Condiciones buenas, cierta capacidad de absorber más usuarios

C: Cumple con la demanda actual

D: Conflictos y reducción de la velocidad de viaje

E: Demasiados usuarios y reducción significativa de la velocidad de viaje

F: Muchos conflictos. Capacidad de la vía insuficiente.

LOS	BLOS Score	Comments
A	>4.0	Optimum conditions, ample ability to absorb more riders
B	>3.5–4.0	Good conditions, some ability to absorb more riders
C	>3.0–3.5	Meets current demand, marginal ability to absorb more riders
D	>2.5–3.0	Many conflicts, some reduction in bicycle travel speed
E	>2.0–2.5	Very crowded, with significantly reduced bicycle travel speed
F	≤2.0	Significant user conflicts and diminished experience

Tabla 5: Distintos niveles de servicio para carriles bici según HCM. (Fuente: Highway Capacity Manual)

El análisis se considera a nivel segmento, considerando el final e inicio de un segmento cuando hay un cruce de calles, el ancho del carril cambia significativamente, hay una intersección con otra infraestructura o cuando la infraestructura cambia, siendo la longitud máxima de segmento de 2 a 3 millas y el periodo de tiempo de análisis 15 minutos.

En las vías de uso compartido, los ciclistas pueden ver su experiencia empeorada debido a la reducción de la capacidad de los carriles para las bicicletas y una reducción de la libertad de movimiento por lo que los siguientes criterios son considerados para el uso de la metodología:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- La habilidad de los ciclistas para mantener una velocidad óptima
- El número de veces que los ciclistas se cruzan o adelantan a otro usuario
- La libertad del ciclista para maniobrar

Los resultados de encuestas de percepción han sido utilizados para realizar un modelo de regresión lineal para el cálculo de BLOS teniendo en cuenta otros ciclistas, peatones, patinadores, corredores y niños ciclistas.

### **3.1.2-LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA**

- El cálculo se limita desde punto de vista de los ciclistas. El impacto de los ciclistas en otros usuarios de la infraestructura no se considera
- El nivel de servicio no tiene en cuenta usuarios con minusvalías.
- No se considera la continuidad de los carriles bici. Los carriles con intersecciones frecuentes dan lugar a una menor capacidad y menor velocidad de viaje, hecho que no tiene en cuenta esta metodología, que considera tramos ininterrumpidos y no estima el impacto de las intersecciones con infraestructuras con vehículos motorizados como la calzada.
- Tampoco considera otras características externas como meteorología, paisaje, usos de los terrenos cercanos y condiciones lumínicas que pueden afectar a la percepción de la calidad de operación por parte de los usuarios.
- La metodología se basa en el cálculo en superficies pavimentadas y no es aplicable en otro tipo de superficies
- En carriles de uso compartido se tiene en cuenta los efectos de ciclistas, peatones, corredores, patinadores y niños ciclistas pero no se incluyen otros posibles tipos de usuario como scooters, sillas de ruedas, jinetes y usuarios de vehículos eléctricos.
- No es aplicable para infraestructuras de anchura mayor a 20 pies (6.096 m)
- Aunque se desarrolló para vías de doble sentido de circulación, puede utilizarse para vías de sentido único marcando como cero el número de usuarios en dirección contraria.
- El HCM proporciona valores medios en caso de que no se puedan obtener datos de campo, con la advertencia de que el uso de estos datos

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

proporcionará unos resultados más aproximados y menos relacionados con las condiciones concretas del tramo estudiado y recomienda utilizarlos solo si los datos de campo no pueden ser tomados. Concretamente, especifica que los resultados son sensibles al uso del Peak Hour Factor (PHF) o Factor Hora Punta, utilizado para ajustar los valores relativos a los datos tomados en horas punta, y el factor direccional dados por el manual.

Required Data and Units	Mode and Facility Type			Potential Data Source(s)	Suggested Default Value
	Ped. (Excl.)	Ped. (Shared)	Bike (All)		
Facility width (ft)	•		•	Field data, aerial photo	Must be provided
Effective facility width (ft)	•			Field data, aerial photo	Same as facility width
Pedestrian volume (p/h)	•			Field data	Must be provided
Bicycle volume (bicycles/h)		•		Field data	Must be provided
Total path volume (p/h)			•	Field data	Must be provided
<b>Bicycle mode split</b> (decimal)			•	Field data	0.55 (i.e., 55% of total path volume)
Pedestrian mode split (decimal)			•	Field data	0.20
Runner mode split (decimal)			•	Field data	0.10
Inline skater mode split (decimal)			•	Field data	0.10
Child bicyclist mode split (decimal)			•	Field data	0.05
<b>Peak hour factor</b> (decimal) <sup>a</sup>	•	•	•	Field data	0.85
<b>Directional volume split</b> (decimal) <sup>b</sup>		•	•	Field data	0.50
<b>Average pedestrian speed</b> (ft/min)	•			Field data	300 ft/min
Average pedestrian speed (mi/h)		•	•	Field data	3.4 mi/h
Pedestrian speed SD (mi/h)			•	Field data	0.6 mi/h
Average bicycle speed (mi/h)		•	•	Field data	12.8 mi/h
Bicycle speed SD (mi/h)			•	Field data	3.4 mi/h
Average runner speed (mi/h)			•	Field data	6.5 mi/h
Runner speed SD (mi/h)			•	Field data	1.2 mi/h
Average inline skater speed (mi/h)			•	Field data	10.1 mi/h
Inline skater speed SD (mi/h)			•	Field data	2.7 mi/h
Average child bicyclist speed (mi/h)			•	Field data	7.9 mi/h
Child bicyclist speed SD (mi/h)			•	Field data	1.9 mi/h
Segment length (mi)			•	Field data, aerial photo	Must be provided
<b>Walkway grade ≤ 5%</b> (yes or no) <sup>c</sup>	•			Field data	Must be provided
<b>Pedestrian flow type</b> (random or platooned) <sup>d</sup>	•			Field data	Must be provided
<b>Centerline stripe</b> (yes or no)			•	Field data	Must be provided

Tabla 6: Valores medios sugeridos para distintos datos requeridos para el análisis. (Fuente: Highway Capacity Manual)

### 3.1.3-CÁLCULO DE BLOS

Para el cálculo del BLOS se seguirá el esquema mostrado a continuación, recogido en el HCM, tomando siempre como referencia a la bicicleta para el cálculo de los distintos parámetros.

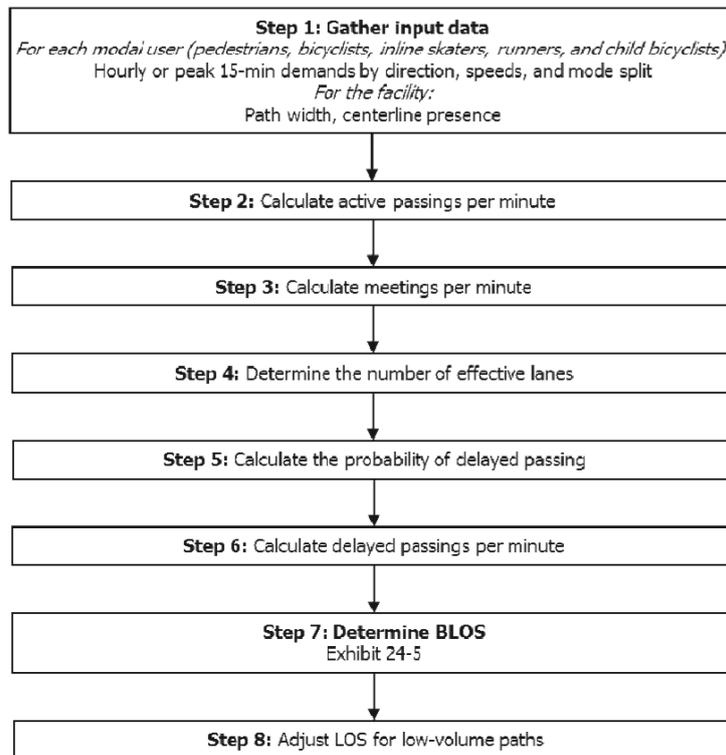


Figura 12: Esquema de cálculo del BLOS. (Fuente: Highway Capacity Manual)

#### - PASO 1: Recogida de datos:

Los datos requeridos son dirección, velocidad y ajuste cada hora o 15 minutos para cada tipo de usuario, anchura de la vía ciclista y comprobar la presencia de línea divisoria de carril. Si se disponen de los datos en 15 minutos para cada uno de los tipos de usuario, puede pasarse directamente al paso 2. En caso contrario se calculará para cada tipo de usuario basándose en la demanda por hora.

$$q_i = \frac{Q_T \times p_i}{PHF}$$

$q_i$ = Flujo por hora para el tipo de usuario  $i$  (usuarios/h)

$Q_T$ = Demanda horaria total (usuarios/h)

$p_i$  = Modo para el tipo de usuario  $i$  (decimal)

PHF= Factor hora punta

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **PASO 2: Cálculo de adelantamientos por minuto:**

Definido como el número de usuarios en la misma dirección que un ciclista medio y que son adelantados por él. Se asume que el ciclista viaja a una velocidad constante, siendo esta la velocidad media. El ciclista de referencia solo adelanta a aquellos usuarios que están presentes en el segmento cuando el ciclista entra y que salen del segmento después de que lo haga el ciclista. La probabilidad de que un ciclista adelante a otro tipo de usuario viene dado por la siguiente expresión:

$$P(v_i) = P \left[ v_i < U \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \right]$$

$P(v_i)$  = Probabilidad de adelantar al usuario del modo  $i$

$U$  = Velocidad del ciclista medio (mi/h)

$v_i$  = Velocidad del tipo de usuario  $i$

$L$  = Longitud del segmento (mi)

$x$  = Distancia del ciclista medio al usuario (mi)

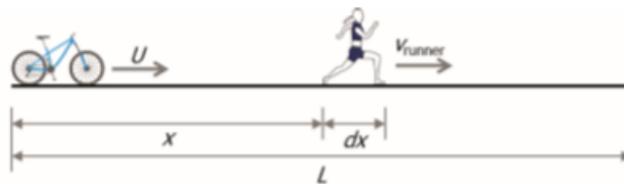


Figura 13: Esquema de adelantamiento de un ciclista a un usuario de la vía. (Fuente: Highway Capacity Manual)

Debido a que la velocidad se distribuye normalmente la ecuación puede calcularse mediante la integral bajo la curva normal, por lo que la probabilidad de adelantamiento puede ser estimada como la media de las probabilidades de adelantamiento en el inicio y final de cada longitud infinitesimal  $dx$  en la que es dividida la longitud del tramo:

$$P(v_i) = 0.5[F(x - dx) + F(x)]$$

Siendo  $F(x)$  la probabilidad acumulada de una distribución normal de velocidades con media y desviación estándar específicas.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Una vez calculada la probabilidad de que un ciclista adelanta a otro usuario, se procede al cálculo de los adelantamientos por minuto de un tipo de usuario "i" por parte de un ciclista de la siguiente forma:

$$A_i = \sum_{j=1}^n P(v_i) \times \frac{q_i}{\mu_i} \times \frac{1}{t} dx_j$$

$A_i$ = Adelantamientos por minuto previstos por parte de un ciclista medio al modo i

$q_i$ = Flujo por hora del modo i (usuarios/h)

$\mu_i$ = Velocidad media del modo i

$t$  = Tiempo en el segmento por parte de un ciclista medio (min)

$dx_j$ = Longitud de un segmento discreto j (mi)

Finalmente, el número total de adelantamientos se obtiene sumando todos los  $A_i$  calculados anteriormente.

- **PASO 3: Cálculo de cruces por minuto:**

Definido como el número de usuarios en dirección opuesta a un ciclista que se cruza en el segmento calculado. Todos los usuarios en el segmento se cruzarán en algún momento con el ciclista siempre que no salgan o entren en un punto intermedio del recorrido.

$$M_1 = \frac{U}{60} \sum_i \frac{q_i}{\mu_i}$$

Siendo  $M_1$  los cruces por minuto de usuarios presentes en el segmento. Mientras que la probabilidad de que los usuarios que entran en el segmento se crucen con el ciclista es:

$$P(v_{0,i}) = P\left(v_i > x \frac{U}{L}\right)$$

Donde:

U= Velocidad del ciclista

$v_i$ =velocidad del tipo de usuario i

X=distancia del usuario más allá del final del segmento

Como se observa en la siguiente imagen, los usuarios en dirección contraria se incorporan al segmento objeto de estudio, de longitud L, desde una distancia X concreta a lo largo de una longitud  $x^*$  fuera de dicho segmento. La distancia  $x^*$  varía dependiendo de la velocidad del usuario, pero se estima

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

que igualar  $x^*=L$  garantiza calcular el 99% de los cruces, quedando fuera los usuarios que circulen a gran velocidad.

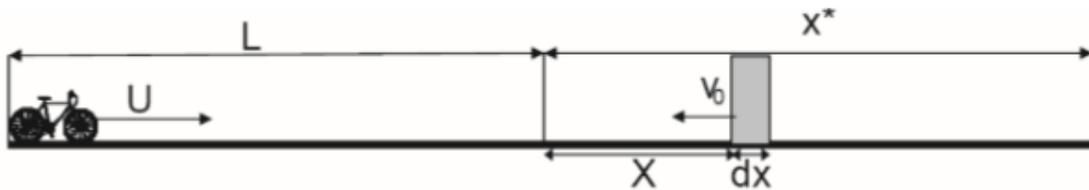


Figura 14: Esquema de los eventos de cruce. (Fuente: Highway Capacity Manual)

Para calcular el número de cruces de usuarios que entran al segmento se procede de forma similar al cálculo de los adelantamientos.

$$M_{2,i} = \sum_{j=1}^n p(v_{0,i}) \cdot \frac{q_i}{\mu_i} \cdot \frac{1}{t} dx_j$$

$M_{2,i}$  son los cruces por minuto de usuarios fuera del segmento en el momento en el que el ciclista entra en él, calculado para cada tipo de usuario. Finalmente, para el cálculo de cruces total  $M_T$  será la suma de  $M_1$  y  $M_{2,i}$

- **PASO 4: Número de carriles efectivos:**

En este paso se determinará el número de carriles efectivos, que afecta al número de adelantamientos retrasados. Cuantos más carriles hay, el número de adelantamientos retrasados disminuye, ya que es menos probable quedar bloqueado por un usuario en ambas direcciones. El número de carriles viene dado por la anchura de la vía, tenga o no línea central separatoria y viene definido por la siguiente tabla:

Path Width (ft)	Effective Lanes
8.0–10.5	2
11.0–14.5	3
15.0–20.0	4

Source: Hummer et al. (5).

Tabla 7: Número de carriles efectivos según el ancho de la vía. (Fuente: Highway Capacity Manual)

- **PASO 5: Cálculo de la probabilidad de adelantamiento retrasado:**

Los adelantamientos retrasados ocurren cuando existe un usuario bloqueando al ciclista referencia en la misma dirección y otro usuario discurre en dirección contraria, imposibilitando el adelantamiento por parte del ciclista. Este parámetro depende de la distancia requerida por el ciclista para adelantar, que varía para cada tipo de usuario.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Overtaking Mode	Mode Passed	Required Passing Distance (ft)
Bicycle	Bicyclist	100
Bicycle	Pedestrian	60
Bicycle	Inline skater	100
Bicycle	Runner	70
Bicycle	Child bicyclist	70

Tabla 8: Distancia requerida para adelantar por parte de un ciclista.  
(Fuente: Highway Capacity Manual)

La probabilidad de que se pueda realizar un adelantamiento en la distancia requerida puede medirse mediante una distribución de Poisson, por lo que la probabilidad de tener el carril bloqueado para el adelantamiento viene dado por la probabilidad complementaria, que puede utilizarse tanto para el sentido del ciclista referencia como para el sentido contrario.

$$P_{n,i} = 1 - e^{-p_i k_i}$$

$P_{n,i}$  = Probabilidad de que la sección de adelantamiento esté bloqueada por el tipo de usuario  $i$

$p_i$  = Distancia requerida para adelantar al tipo de usuario  $i$  (mi)

$k_i$  = Densidad de tipo de usuarios  $i$  (usuarios/mi) =  $\frac{q_i}{\mu_i}$

En el caso de vías ciclistas de doble sentido, las posibilidades son: bloqueo del carril en ambos sentidos y la ausencia de tráfico en el sentido del ciclista con tráfico en la dirección opuesta. Por lo que la probabilidad de adelantamientos retrasados en la dirección del ciclista y la opuesta viene dada por las siguientes expresiones.

$$P_{ds} = P_{no}P_{ns} + P_{no}(1 - P_{ns})(1 - P_{do})$$

$$P_{do} = P_{no}P_{ns} + P_{ns}(1 - P_{no})(1 - P_{ds})$$

$P_{ds}$  = Probabilidad de adelantamiento retrasado en la dirección del sujeto

$P_{do}$  = Probabilidad de adelantamiento retrasado en dirección contraria

$P_{no}$  = Probabilidad de carril bloqueado en dirección contraria

$P_{ns}$  = Probabilidad de carril bloqueado en la dirección del sujeto

Debido a que las probabilidades de que un sentido esté bloqueado pueden obtenerse con la ecuación de la Figura 31, se pueden resolver las ecuaciones anteriores y obtener la expresión para  $P_{ds}$ :

$$P_{ds} = \frac{P_{no}P_{ns} + P_{no}(1 - P_{ns})^2}{1 - P_{no}P_{ns}(1 - P_{no})(1 - P_{ns})}$$

La anterior ecuación representa la probabilidad de adelantamiento retrasado, que debe calcularse para todas las combinaciones posibles de usuarios.

El manual ofrece alternativas de cálculo similares para vías de tres y cuatro carriles.

- **PASO 6: Cálculo de adelantamientos retrasados por minuto:**

El anterior cálculo de  $P_{ds}$  solo puede implicar un tipo de usuario en la misma dirección del ciclista y otro tipo en la dirección opuesta (por ejemplo, un ciclista adelantando a un patinador con un corredor en sentido opuesto). Por tanto, para hallar la probabilidad total deben calcularse todas las combinaciones posibles de pares de usuarios que implican el adelantamiento retrasado de un ciclista, al considerar el manual cinco tipos distintos de usuario, se requieren 25 pares de usuarios para el cálculo que se combinarán con un productorio:

$$P_{Tds} = 1 - \prod_m (1 - P_{m,ds})$$

Siendo  $P_{Tds}$  la probabilidad total de adelantamiento retrasado y  $P_{m,ds}$  la probabilidad de adelantamiento retrasado para el par de usuarios  $m$

Para pasar a adelantamientos retrasados por minuto  $DP_m$  se debe multiplicar los adelantamientos por minuto  $A_T$  calculados en el paso 2 por la probabilidad de adelantamientos por minuto calculada en el paso 6 y, debido a que los adelantamientos retrasados se calculan utilizando la hora punta y no de forma quinceminutal como los adelantamientos  $A_T$ , estos últimos deben ser ajustados con el PHF para pasarlo a condiciones de hora punta.

$$DP_m = A_T \cdot P_{Tds} \cdot PHF$$

- **PASO 7: Determinación de BLOS:**

La ecuación de cálculo de BLOS fue desarrollada como un modelo de regresión utilizando vídeos de distintas infraestructuras ciclistas. Se puede observar el impacto negativo de la existencia de línea divisoria central, que aplica una sensación de menor libertad de movimiento, por lo que la percepción del usuario es negativa.

$$BLOS = 5.446 - 0.00809E - 15.86RW - 0.287CL - DP$$

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

$E = \text{Eventos relevantes por minuto} = \text{Cruces por minuto} + 10 \times \text{Adelantamientos por minuto}$

$RW = 1 / \text{Ancho de la vía (ft)}$

CL= 1 si el carril tiene línea divisoria central, 0 si no la tiene.

$DP = \min [DP_m \times 0.5, 1.5]$

- **PASO 8: Ajuste de Nivel de Servicio para vías de poco volumen:**

Debido a que las vías con poco volumen tienen una perspectiva alta de poseer una alta calidad de servicio, se realizan los siguientes ajustes:

- Todas las vías con cinco o menos eventos por minuto se asignarán al Nivel de Servicio A
- Todas las vías entre 5 y 10 eventos por minuto serán asignados a un Nivel de Servicio B, excepto si la ecuación de la Figura 33 de cálculo de BLOS da un Nivel de Servicio A

### 3.2-METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO

La realización del trabajo de campo se centra en dos aspectos: un reportaje fotográfico de la vía a estudiar donde se puede observar el recorrido y detalles característicos de los diferentes subtramos, que está incluido en el Anejo 1, y aforos manuales realizados in situ donde se caracteriza a los distintos usuarios del carril bici y se recogen los datos necesarios para la aplicación de la metodología del HCM detallada en el apartado 4.1 del presente trabajo

#### 3.2.1-CARACTERIZACIÓN DE LA VIA CICLISTA OBJETO DE ESTUDIO

La metodología seguida para la caracterización de la vía ha sido la siguiente:

- División del tramo a estudiar en subtramos, que corresponden con puntos de discontinuidad. (Pasos de peatones, cruces de calles...)
- Descripción de la vía ciclista, lo que incluye:
  - Ubicación de los subtramos
  - Descripción física del propio carril bici (medidas, número de carriles, tipo de carril bici...)
  - Descripción del modo de separación con la calzada
  - Descripción de las intersecciones (si son semaforizadas, si hay preferencia ciclista...)
  - Señalización horizontal y vertical correspondiente al carril bici
  - Puntos de interés en los alrededores, por ejemplo estaciones de metro.
  - Existencia de aparcamientos de bicicleta privada y/o pública

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Todas estas características servirán para tener una idea aproximada del contexto en el que se encuentra el carril bici para poder comprender mejor el comportamiento que se desarrolla en él.

### 3.2.2-AFOROS

Para la toma de datos, los aforos han sido realizados in situ y de forma manual, mediante observación y anotación del número de usuarios y variables necesarias para la determinación del nivel de servicio y posteriormente introducirlos en una hoja Excel con la finalidad de calcular distintos valores útiles para determinar el comportamiento del carril bici. Mediante esta observación también se ha podido completar información de características de carácter cualitativo, de difícil medición. Con este procedimiento se ha intentado obtener una muestra representativa que estime el orden de magnitud del uso de la vía ciclista. Debido a la falta de recursos, la precisión es mejorable, pero suficiente para una realizar la estimación para un trabajo académico.

- Localización de los aforos

Se han escogido dos puntos de aforo para la realización del estudio, uno en cada extremo del tramo a estudiar (Subtramo 1 y subtramo 7). Se han escogido estos dos puntos para poder hacer una comparativa del comportamiento del carril bici al inicio y al final y, de esta forma, comprobar la afección de todos los elementos intermedios (intersecciones, estaciones Valenbisi, aparcamientos para bicicletas...) en el flujo de ciclistas.



Figura 15: Localización del aforo este y el aforo oeste. (Fuente: Fotografía aérea de Google Earth)

- Planificación de los aforos

Para la planificación de los conteos se han de tomar justificadamente diversas decisiones como el horario en el que se realiza, el número de conteos y la distribución temporal.

- **HORARIO**

Para los horarios escogidos se ha utilizado como criterio principal las horas punta del día de mayor afluencia en la red. Ya que por la localización de la vía, los viajes principales serán debidos a trabajo o estudios, aunque existiendo también una parte importante de viajes para actividades lúdicas, se intuye que las habrá una hora punta por la mañana, otra después del mediodía y otra por la tarde. En la Figura 36 se puede observar una encuesta sobre la distribución horaria de los viajes (en todos los medios de transporte) de la ciudad de Valencia, en la que se observan estos tres picos en la gráfica, que puede ser extrapolable para los viajes en bicicleta y sirve como apoyo a la suposición.



Figura 16: Encuesta de distribución horaria de los viajes en la ciudad de Valencia (Fuente: PMUS de Valencia)

La duración de las franjas horarias ha sido de 2 horas para ocupar un lapso de tiempo suficiente que asegure captar las horas punta. Para aforar, estas dos horas han sido divididas en tramos de 5 minutos para obtener unos de datos de paso mejor distribuidos temporalmente y que sean compatibles con la metodología del HCM. Las franjas horarias escogidas han sido:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- 7:30h-9:30h. En este horario la mayoría de viajes serán por trabajo/estudio.
- 13:30h-15:30. La hora punta posterior al mediodía se prevé que pueda ser causada principalmente, como en el caso anterior, a las entradas y salidas de los puestos de trabajo
- 17:00h-19:00h. En este caso, es posible que aumenten de forma significativa los viajes por motivos lúdicos y ajenos al trabajo, pudiendo darse el caso de usuarios distintos a los del resto de franjas horarias, como por ejemplo una mayor cantidad de niños, turistas...
- 11:00h-13:00h-Esta franja ha sido escogida para estudiar las horas punta de los sábados. Al ser un día de fin de semana, se ha trasladado la hora punta al considerar que los viajes por motivos ajenos al trabajo serán más importantes que durante la semana, siendo ese horario más apropiado que el de, por ejemplo, 7:30h-9:30h

- **NÚMERO DE CONTEOS:**

Para la elección del número de conteos a realizar, se ha intentado realizarlo de la manera más homogénea posible. Siendo los siguientes.

- Lunes: 7:30h-9:30h, 13:30h-15:30h, 17:00h-19:00h. Tanto para aforo este como para oeste.
- Martes: 13:30h-15:30h. Tanto para aforo este como oeste
- Miércoles: 17:00h-19:00h. Tanto para aforo este como oeste
- Jueves: 7:30h-9:30h. Tanto para aforo este como oeste
- Viernes: 7:30h-9:30h, 13:30h-15:30h, 17:00h-19:00h. Tanto para aforo este como para oeste.
- Sábado: 11:00h-13:00h. Tanto para aforo este como oeste
- Domingo: 17:00h-19:00h. Tanto para aforo este como oeste

Siendo un total de 22 conteos de 2 horas cada uno por lo que se ha obtenido una muestra de datos de paso en el carril bici durante un total de 44 horas. La distribución de los conteos ha sido diseñada de manera que, para lunes y viernes, se tengan datos de las tres franjas horarias. Esto se justifica por la existencia de un comportamiento diferente en cuanto a desplazamientos en estos días., según la experiencia de otros estudios realizados, por lo que es necesario conocer el mayor número de datos en esos días concretos. A efectos prácticos, martes, miércoles y jueves se comportan de la misma manera, por lo que la información se puede tomar de manera indistinta, realizando una franja horaria en cada uno de esos días para evitar concentrar toda la carga de trabajo en un mismo día. Finalmente se contarán también dos horas punta en fin de semana, ajustando como se ha dicho antes la hora punta del sábado.

- **DISTRIBUCIÓN TEMPORAL:**

Para repartir el trabajo de campo de forma que no haya una gran carga de trabajo excesiva en un corto espacio de tiempo, se ha planeado realizar a lo largo de 4 semanas.

El primer conteo fue realizado el 22 de marzo de 2019 y el último el 15 de abril de 2019.

Debido a que se busca comprobar si la capacidad del carril bici es suficiente, es recomendable escoger meses, de entre los posibles debido al calendario académico, en los que la afluencia sea lo más alta posible. Los meses de marzo y abril se encuentran en una época del año en la que es atractivo el uso de la bicicleta gracias al clima de la ciudad de Valencia. Esto se puede comprobar en los aforos automáticos de la web del Ayuntamiento de Valencia, en los cuales se observa un aumento considerable de IMD a partir del mes de marzo.

El motivo de las fechas escogidas para el inicio y el final es eludir tanto las festividades de Fallas como de Semana Santa. La toma de datos en estas épocas daría lugar a datos anómalos. En el caso de las fallas, al encontrarse el carril bici a estudiar en el centro de la ciudad, la afluencia de gente, sobre todo en la franja horaria de 13:30 h a 15:30 h, afectaría el funcionamiento del mismo. Por otra parte, durante las vacaciones de Semana Santa se prevé un descenso de la actividad al no encontrarse muchos de los usuarios que lo utilizan para desplazarse a trabajar.

Otro de los factores que afectaron a la hora de las fechas de realización de los aforos fueron los días de lluvia de abril, en los que no se realizaron y fueron trasladados a otros días cambiando las fechas inicialmente consideradas debido, de nuevo, a los posibles datos anómalos por la climatología adversa. Siendo Valencia una ciudad con pocas precipitaciones, se supuso que este fenómeno sería negativo para la utilización de la bicicleta por parte de los ciudadanos

Teniendo en cuenta todos estos criterios, el plan realizado finalmente ha sido el siguiente:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

SEMANA 1: LADO ESTE							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00							
7:30	25/03/2019			28/03/2019			
8:00							
8:30							
9:00							
9:30							
10:00							
10:30							
11:00						23/03/2019	
11:30							
12:00							
12:30							
13:00							
13:30		26/03/2019			22/03/2019		
14:00							
14:30							
15:00							
15:30							
16:00							
16:30							
17:00	25/03/2019		27/03/2019				24/03/2019
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							
19:30							
20:00							
20:30							
21:00							

Tabla 9: Semana 1 aforos lado este. (Fuente: Elaboración propia)

SEMANA 2: LADO ESTE							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00							
7:30					29/03/2019		
8:00							
8:30							
9:00							
9:30							
10:00							
10:30							
11:00							
11:30							
12:00							
12:30							
13:00							
13:30	08/04/2019						
14:00							
14:30							
15:00							
15:30							
16:00							
16:30							
17:00					29/03/2019		
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							
19:30							
20:00							
20:30							
21:00							

Tabla 10: Semana 2 aforos lado este. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

SEMANA 3: LADO OESTE							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00							
7:30	08/04/2019			04/04/2019			
8:00							
8:30							
9:00							
9:30							
10:00							
10:30							
11:00						06/04/2019	
11:30							
12:00							
12:30							
13:00							
13:30		02/04/2019			12/04/2019		
14:00							
14:30							
15:00							
15:30							
16:00							
16:30							
17:00	08/04/2019		03/04/2019				07/08/2019
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							
19:30							
20:00							
20:30							
21:00							

Tabla 11: Semana 3 aforos lado oeste. (Fuente: Elaboración propia)

SEMANA 4: LADO OESTE							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00							
7:30					12/04/2019		
8:00							
8:30							
9:00							
9:30							
10:00							
10:30							
11:00							
11:30							
12:00							
12:30							
13:00							
13:30	15/04/2019						
14:00							
14:30							
15:00							
15:30							
16:00							
16:30							
17:00					12/04/2019		
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							
19:30							
20:00							
20:30							
21:00							

Tabla 12: Semana 4 aforos lado oeste. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- Variables de caracterización de usuarios del carril bici

Para la aplicación de la metodología de cálculo del Nivel de Servicio es necesario caracterizar a los usuarios con estos criterios.

- **DIRECCIÓN:**

Se ha decidido definir la dirección de los usuarios anotando si se dirigen hacia el ESTE o hacia el OESTE. Esto es necesario para el cálculo de algunos de los parámetros explicados en el apartado 4.1 que tienen en cuenta los usuarios que circulan en el mismo sentido que el ciclista referencia y en sentido opuesto, por lo que es imprescindible diferenciar claramente esta variable.

- **TIPO DE USUARIO**

El HCM diferencia entre adulto y niño, debido a la diferencia de velocidad de circulación entre ambos.

- **VEHÍCULO**

La metodología de cálculo del Nivel de Servicio utilizada diferencia entre distintos tipos de modos de movilidad por lo que se debe diferenciar entre peatones, ciclistas, corredores, patinadores y niños ciclistas. Por las características locales del carril bici estudiado no existe la posibilidad de que pasen peatones o corredores por él, por lo que queda limitado a ciclistas, patinadores y niños ciclistas.

Para realizar un análisis más completo de las características del carril bici, se va a completar la caracterización del vehículo utilizado diferenciando entre bicicleta privada y bicicleta pública Valenbisi, para poseer datos de la utilización de este sistema y prever mejor el funcionamiento futuro.

También se ha decidido anotar el uso de patinetes eléctricos, puesto que es un medio de transporte en expansión que hace uso de la infraestructura ciclista y que ya tiene una gran importancia en la misma, pudiendo causar en el futuro próximo un gran impacto en la movilidad urbana.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

#### **4-DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE VÍA CICLISTA OBJETO DE ESTUDIO**

El tramo a estudiar se encuentra en la Calle Xàtiva, entre las Calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, como se muestra en la Figura 17. Según los aforos automáticos del Ayuntamiento de Valencia es una de las zonas que mayor IMD registra de toda la ciudad. El carril bici tiene una longitud total de unos 400 m y se encuentra segregado en su totalidad, es decir, forma parte de la calzada pero separada del tráfico motorizado. Su anchura es de 2.5 m y consta de dos carriles separados por una línea discontinua, lo que permite la circulación en doble sentido. Para esta descripción se va a dividir en diversos subtramos (de derecha a izquierda), que coincidirán con las discontinuidades que sufre el carril bici (intersecciones, pasos de peatones...)



Figura 17: Tramo objeto de estudio. (Fuente: Google Earth)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **SUBTRAMO 1:**

El primer subtramo va desde la intersección de la calle Xàtiva con la calle Russafa hasta la primera discontinuidad, en este caso un paso de peatones (Figura 18).

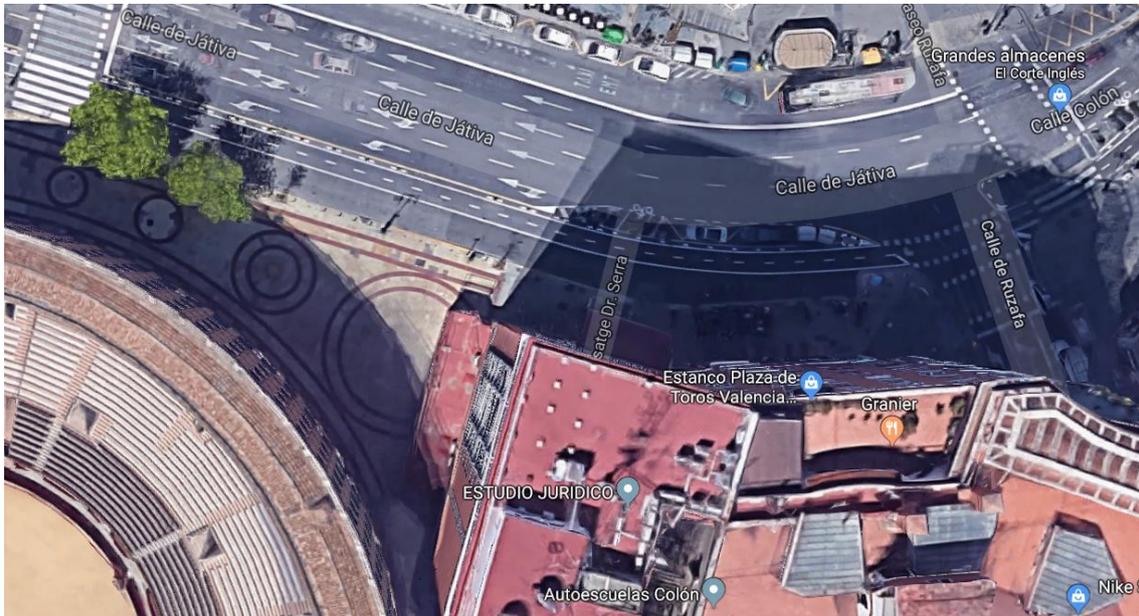


Figura 18: Imagen aérea del subtramo 1. (Fuente: Google Maps)

Como se puede observar en la imagen aérea, este subtramo se caracteriza por tener una pequeña curva. Así mismo, se encuentra en una zona con paso frecuente de peatones por lo que está separado varios metros de la acera, espacio utilizado para la instalación de aparcamientos para bicicletas, en este caso, varios aparcamientos para bicicletas privadas y una estación Valenbisi. La separación de la calzada se realiza en los primeros metros mediante una zona de parada para vehículos motorizados y algunos bolardos, mientras que el resto del recorrido la separación se realiza con la inclusión de bordillos dispuestos de forma discontinua. Otra particularidad que no se observa en la imagen aérea, pues esta desactualizada, es que antes de llegar al cruce con la calle Russafa, la vía se ensancha para añadir un carril más para efectuar un giro a la derecha y enlazar el carril bici de la calle Xàtiva con el de la calle Russafa.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.



Figura 19: Estación Valenbisi del subtramo 1. (Fuente: Imagen propia)



Figura 20: Detalle de la separación del carril bici y la calzada. (Fuente: Google Maps)



Figura 21: Detalle de los tres carriles en el cruce con la calle Russafa. (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, se tiene un paso de cebra que delimita el subtramo.

- **SUBTRAMO 2:**

Se emplaza entre el paso de cebra anterior y una intersección con los vehículos motorizados del carril adyacente. La intersección está semaforizada tanto para los ciclistas como para los conductores

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

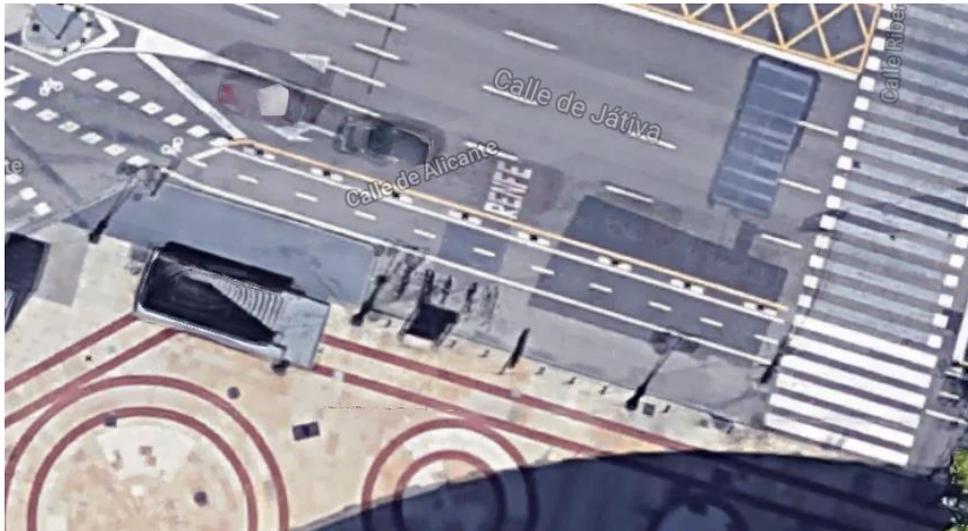


Figura 22: Vista aérea del subtramo 2. (Fuente: Google Maps)

En este caso la totalidad del subtramo se encuentra separado de la calzada mediante bordillos discontinuos, como parte del subtramo 1 y dispone tanto de estación Valenbisi como de aparcamiento para bicicleta privada, con la particularidad de que en este subtramo se encuentra una de las bocas de la parada de metro de Xàtiva.

- **SUBTRAMO 3:**

Ubicado entre la intersección semaforizada del subtramo 2 y un paso de cebra con otra intersección también semaforizada. Se encuentra aislado de la acera, en un cruce de intersecciones con vehículos privados y paso de peatones. El modo de separación es el mismo que el subtramo que le precede y también dispone de aparcamiento de bicicleta privada.



Figura 23: Vista aérea del subtramo 3. (Fuente: Google Maps)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **SUBTRAMO 4:**

Entre la intersección semaforizada y un paso de cebra que corta la continuidad. Consta de un aparcamiento de bicicleta privado y su separación de la calzada es también con bordillos discontinuos. Se encuentra en una zona de mucha afluencia de peatones al haber en la zona una boca de metro de la estación de Xàtiva y la Estación del Norte. Al igual que en el cruce con la calle Russafa, la vía se ensancha para añadir un carril de giro a la derecha, que enlaza con el carril bici de la calle Alicante.

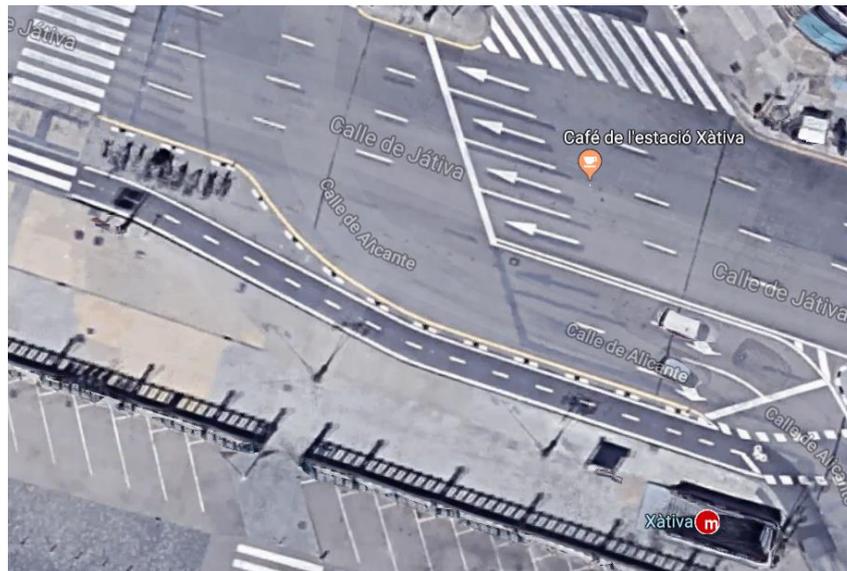


Figura 24: Vista aérea del subtramo 4. (Fuente: Google Maps)



Figura 25: Detalle de tercer carril en el cruce de Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **SUBTRAMO 5:**

Mismas características del subtramo 4 puesto que es una continuación del mismo, con la diferencia de que existe una estación Valenbisi y no dispone de aparcamiento para bicicleta privada.



*Figura 26: Aparcamiento de bicicleta privada y estación Valenbisi en el subtramo 4 y 5. (Fuente: Imagen propia)*

- **SUBTRAMO 6:**

En este caso no hay ningún objeto que separe la calzada del carril bici, si no que, al igual que al inicio del subtramo 1, hay plazas de aparcamiento, por lo que la separación la realizan los vehículos aparcados en dichas plazas. Dispone de aparcamiento para bicicleta privada, aunque en menor medida que los anteriores subtramos y está delimitado por dos intersecciones, una semaforizada y otra con preferencia para el paso de ciclistas, marcada con el pintado del cruce de color rojo para reforzar la visibilidad y una señal de preferencia ciclista.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.



Figura 27: Vista aérea subtramo 6. (Fuente: Google Maps)



Figura 28: Intersección con pintado y señal de preferencia ciclista. (Fuente: Elaboración propia)

- **SUBTRAMO 7:**

Mismas características que el subtramo 6, tanto de separación con la calzada como aparcamientos para bicicletas. Delimitado por dos intersecciones con preferencia para ciclistas, también con el pintado de color rojo y la señal de preferencia.

También cabe destacar que, a lo largo de toda la vía ciclista, para reforzar la seguridad para el peatón e informar a los ciclistas y demás usuarios de la vía ciclista, se instala, antes y después de cada paso de peatones que cruza el carril bici, un símbolo en calzada indicando de la existencia del paso.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.



Figura 29: Símbolo en calzada para informar del paso de peatones. (Fuente: Elaboración propia)

Como recapitulación de esta descripción, se puede concluir que los subtramos centrales del recorrido (2, 3, 4 y 5) son zonas de con una alta intermodalidad debido a la existencia de estaciones de metro y tren, concentrándose varias estaciones Valenbisi y aparcamientos para bicicleta privada en ellos. También son zonas en las que puede haber conflictos debido a la cantidad de intersecciones que involucran vehículos a motor, peatones y ciclistas especialmente en el subtramo 3.

### **5-CARÁCTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DE LA VÍA CICLISTA**

Las mediciones de intensidades de la vía ciclista dan como resultado un comportamiento diferente dependiendo del día de la semana, el emplazamiento del aforo y la franja horaria en la que se realiza por lo que hay que analizar las interacciones de las diferentes variables entre sí para poder interpretar los datos y definir las características en cada caso.

Respecto al día de la semana, se toman como idénticos en la práctica los martes, miércoles y jueves; sábado y domingo también se consideran iguales entre ellos, mientras que lunes y viernes se miden independientemente, teniendo, por tanto, cuatro tipos de días de la semana. Por norma general se observa que para prácticamente todos los casos, los martes/miércoles/jueves son los días de más afluencia respecto al resto. Por otro lado, entre lunes y viernes, la afluencia es prácticamente la misma, siendo ligeramente superior los lunes. Finalmente, los días de fin de semana son con diferencia los días con menor cantidad de usuarios, debido a que la mayoría de personas que utilizan el carril bici lo hacen para trayectos al trabajo y tareas cotidianas que no se dan el sábado y domingo con tanta frecuencia. La diferencia de comportamiento entre lunes

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

y viernes y martes/miércoles/jueves se explica por ser los primeros días cercanos al fin de semana, siendo días en los que puede haber gente que tiene horarios distintos a los habituales, días de libranza, la ausencia de clase en algunas universidades...etc.

En la Tabla 13 se observa lo descrito anteriormente, siendo el número de usuarios totales contabilizados en todos los aforos realizados por día.

	LUNES	VIERNES	MARTES/MIÉRCOLES/JUEVES	SÁBADO/DOMINGO
<b>Nº USUARIOS TOTALES</b>	4807	4699	5122	1667
<b>Nº USUARIOS/HORA</b>	400.6	391.6	426.8	208.4

Tabla 13: Número de usuarios totales y por hora para cada tipo de día de la semana. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto al tipo de usuario por día, solo se observan cambios significativos los fines de semana, en los que el porcentaje de bicicleta privada es mayor que en el resto de días, descendiendo el de patinete eléctrico, probablemente debido al uso que se da a este último para el desplazamiento al trabajo, mientras que la bicicleta tiene un uso más recreativo.

TIPO DE USUARIO	LUNES	VIERNES	MARTES/MIÉRCOLES/JUEVES	SÁBADO/DOMINGO
<b>BICICLETA PRIVADA (%)</b>	60.0	62.2	58.7	70.0
<b>VALENBISI (%)</b>	16.4	15.4	16.0	12.7
<b>PATINETE ELÉCTRICO (%)</b>	23.1	22.0	24.7	16.1
<b>MONOPATÍN (%)</b>	0.4	0.4	0.4	0.6
<b>NIÑO CICLISTA (%)</b>	0.1	0.0	0.1	0.6

Tabla 14: Tipo de usuario para cada día de la semana. (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha comentado con anterioridad, se han realizado aforos en dos puntos de la vía para poder deducir el comportamiento intermedio. Una diferencia notable entre el número de gente que pasa por los aforos puede indicar la incorporación o salida del carril bici de los usuarios a lo largo del tramo.

En la Tabla 15 se puede ver la dirección de los usuarios en cada uno de los aforos. Existe una mayor actividad en el Aforo Oeste en ambas direcciones, lo que indica que existe un flujo de usuarios que entran para ir dirección oeste y otros que van dirección este y salen antes de llegar al cruce de la calle Xàtiva con la calle Russafa, por lo que los datos parecen indicar que la zona que corresponde a la calle Guillem de Castro y alrededores tiene un mayor número de usuarios que la zona de la calle Colón.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

USUARIOS EN DÍAS LABORABLES			
	AFORO ESTE	AFORO OESTE	DIFERENCIA
DIRECCION ESTE	3376	3531	155
DIRECCION OESTE	3779	3942	163
TOTAL AFORO	7155	7473	318

Tabla 15: Usuarios contabilizados en cada aforo en función de su dirección. (Fuente: Elaboración propia)

Como norma general, en ambos aforos existe una mayor cantidad de usuarios que van en dirección oeste, pero en la toma de datos se ha observado una excepción en la franja horaria de 7:30-9:30h en la que hay una mayor cantidad de usuarios en dirección este. Este hecho podría explicarse debido a que esa franja horaria es la correspondiente al horario de entrada de trabajos y clases, siendo esa dirección la que lleva a zonas de universidades y con actividad comercial. Mientras que en el resto de franjas horarias primaría las salidas del trabajo, dándose los flujos mayoritarios en la dirección opuesta.

Debido a la extensión que requiere la descripción de los resultados obtenidos, se incluirá en el **Anexo III** una explicación detallada, apoyada con gráficos, de cada uno de los conteos realizados en el presente trabajo.

## **6-ACCIDENTALIDAD**

Durante el trabajo de campo no se observó ningún incidente grave en la vía ciclista, más allá de alguna disputa entre peatones y ciclistas o alguna acción temeraria por parte de algún usuario de la vía, sobre todo en los cruces con el tráfico motorizado. Aún así, el carril bici de la calle Xàtiva es el más utilizado de toda la ciudad de Valencia y existen casos confirmados de accidentes en el tramo y en los tramos de alrededor. También varias asociaciones han hecho mapas y estudios sobre los puntos negros del carril bici de la ciudad de Valencia, apareciendo varios puntos de la calle Xàtiva entre ellos. Por ejemplo, un estudio realizado por el periodista Arturo Checa (Las Provincias) en 2017 determinó los siguientes puntos conflictivos en el tramo estudiado. Los principales motivos que destaca este estudio y por los que son considerados peligrosos estos puntos son la ausencia de semáforos específicos para ciclistas, así como la confusión creada en algunos cruces, como el de la calle Alicante, en la que hay varios semáforos y varios carriles para diferentes modos de transporte. Otro de los motivos de queja que reflejan los usuarios es la invasión por parte de los coches del carril bici en el cruce al parar cuando su semáforo está en rojo, provocando que los ciclistas no puedan pasar y que puede provocar situaciones peligrosas.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

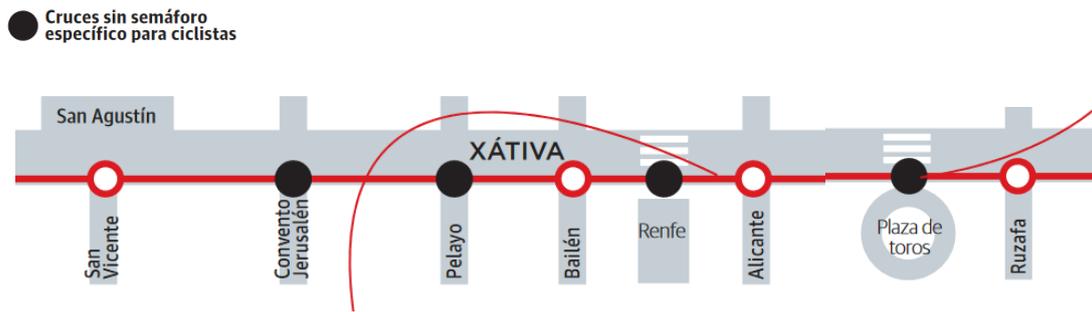


Figura 30: Puntos sin semáforo específico para ciclistas. (Fuente: Las Provincias)

Según el Plan Director de Seguridad Vial de la ciudad de Valencia (PDSVV), las conductas de riesgo más habituales que se dan en los carriles bici son:

- Circular por zonas exclusivas de peatones y alternar entre calzada y acera. En el trabajo de campo se ha comprobado que es una práctica bastante habitual y los ciclistas salían por del carril bici para utilizar la zona peatonal frente a la Plaza de Toros para atajar su trayecto.
- Circular con auriculares o utilizando móviles. En el trabajo de campo se ha observado también, sobre todo el uso de auriculares.
- Realizar cambios de dirección sin señalar. Como norma general no se ha visto a los usuarios señalar los cambios de dirección, aunque por las características del itinerario (tramo recto y cambios de dirección adaptados en el carril bici) en este caso no genera conflictos graves.
- Circular en horario nocturno sin prenda reflectante ni luces. No se ha realizado trabajo de campo en horario nocturno.
- Actuar frente a semáforos en rojo y señales de Stop como si fueran un ceda el paso. Se ha observado que es muy frecuente que los ciclistas pasen en los cruces cuando dejan de pasar peatones o coches pese a tener un semáforo específico para ciclistas en rojo.
- Cruzar pasos de peatones a velocidad inadecuada. No han sido vistos casos de este tipo que presenten peligrosidad.
- No respetar los pasos de peatones sobre carril bici. Han sido observados algunos conflictos peatón-ciclista debido a que el ciclista no cede el paso en los pasos de peatones.
- Circular de forma temeraria. Ha sido visto algún usuario actuando así de forma muy poco frecuente.
- Peatones andando por el carril bici. Bastante frecuente, pese a ser un carril bici segregado, generando conflictos entre peatones y ciclistas.

El PDSVV también posee tablas que relacionan el número de accidentes totales de bicicletas según su localización geográfica por distritos. En la siguiente imagen se puede

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

comprobar el número total de accidentes con ciclistas involucrados desde 2014 hasta el primer semestre de 2017, viendo que ha ido disminuyendo año a año pero sin ninguna bajada sustancial por lo que parece que se mantiene estable

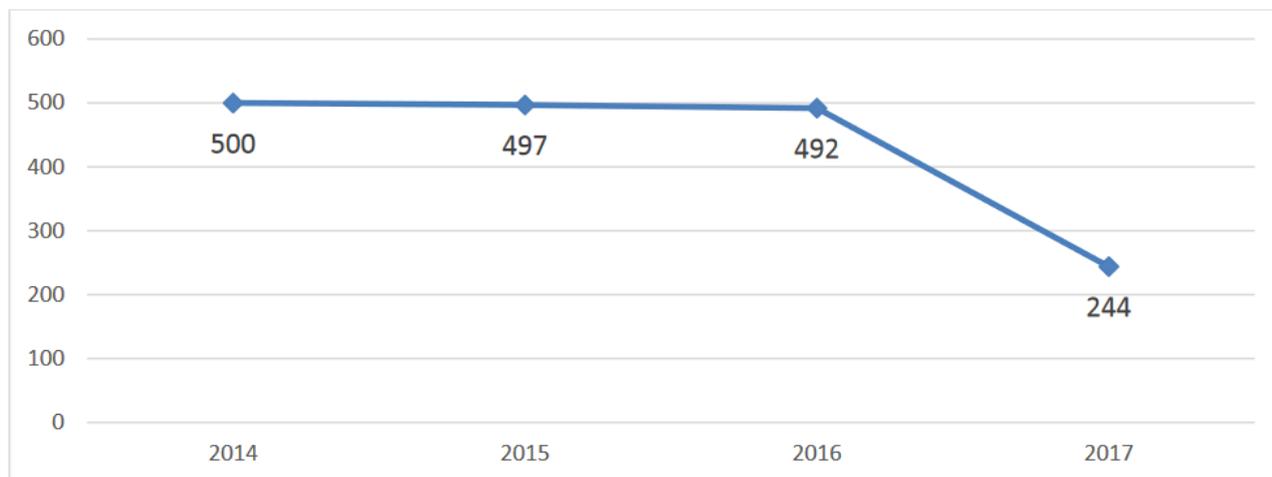


Figura 31: Evolución de los accidentes con bicicletas implicadas en Valencia entre 2014 y primer semestre de 2017 (Fuente: Plan Director de Seguridad Vial de Valencia)

A continuación se muestra una tabla con los accidentes en función del distrito en el que ha sucedido, en un intervalo de tiempo entre 2012 y el primer semestre de 2017. Se observa que el distrito de Ciutat Vella cuenta con un 6.05% de los accidentes de bicicleta, siendo el noveno distrito con más accidentes. Hay que tener en cuenta que el anillo ciclista fue inaugurado en 2017 por lo que los accidentes en el tramo estudiado no están reflejados.

DISTRITOS	PEATÓN		BICICLETAS		MOTOCICLETA CICLOMOTOR		TRANSPORTE PÚBLICO	
Ciutat Vella	161	8,29%	63	6,05%	288	6,97%	196	17,36%
L'Eixample	145	7,47%	89	8,55%	408	9,87%	95	8,41%
Extramurs	202	10,40%	84	8,07%	434	10,50%	116	10,27%
Campanar	109	5,61%	69	6,63%	279	6,75%	67	5,93%
La Saïdia	118	6,08%	66	6,34%	212	5,13%	48	4,25%
El Pla del Real	132	6,80%	87	8,36%	406	9,82%	102	9,03%
L'Olivereta	115	5,92%	70	6,72%	252	6,10%	87	7,71%
Patraix	95	4,89%	47	4,51%	214	5,18%	34	3,01%
Jesús	107	5,51%	45	4,32%	185	4,48%	52	4,61%
Quatre Carreres	129	6,64%	97	9,32%	266	6,44%	63	5,58%
Poblats Marítims	123	6,33%	44	4,23%	189	4,57%	56	4,96%
Camins al Grau	126	6,49%	74	7,11%	287	6,94%	68	6,02%
Algirós	81	4,17%	82	7,88%	243	5,88%	28	2,48%
Benimaclet	54	2,78%	21	2,02%	88	2,13%	34	3,01%
Rascanya	105	5,41%	49	4,71%	168	4,06%	39	3,45%
Benicalap	92	4,74%	32	3,07%	122	2,95%	34	3,01%
Poblats del Nord	3	0,15%	3	0,29%	36	0,87%	1	0,09%
Poblats de l'Oest	24	1,24%	6	0,58%	23	0,56%	6	0,53%
Poblats del Sud	21	1,08%	13	1,25%	33	0,80%	3	0,27%
<b>Total</b>	<b>1942</b>		<b>1041</b>		<b>4133</b>		<b>1129</b>	

Tabla 16: Accidentes por distrito y tipo de usuario entre 2012 y primer semestre de 2017. (Fuente: Plan Director de Seguridad Vial de Valencia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Como conclusión en cuanto a la accidentalidad, a pesar de no haber observado ningún accidente durante el trabajo de campo, se puede deducir que debido a la alta intensidad de usuarios de la calle Xàtiva, a las prácticas de riesgo observadas y la interacción entre peatones, coches y ciclistas en los cruces, se puede deducir que el carril bici es proclive a tener situaciones que pueden desembocar en accidentes.

### **7-ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL. DIAGNÓSTICO.**

Para el diagnóstico de la situación actual se va a proceder al cálculo del nivel de servicio mediante la metodología del HCM que dará como resultado si el comportamiento de la vía ciclista es correcto.

Se calcularán dos BLOS, uno para el tramo este y otro para el tramo oeste. Debido a las características de los vehículos observados, descritos en el punto 4, se ha propuesto una modificación en la metodología de cálculo con la intención de suplir los tipos de usuario que contempla el HCM pero que no aparecen en el tramo estudiado (peatones y corredores) por otro tipo de usuarios que si tienen una relevancia notable y que pueden ser diferenciados de los ya existentes. Por tanto, se va a distinguir entre bicicleta privada, bicicleta pública (Valenbisi), patinete eléctrico, monopatín y niños ciclistas.

En consecuencia, los nuevos usuarios definidos son: Bicicleta pública y Patinete eléctrico, a los que se les asigna una velocidad media y desviación típica propias.

Según lo observado en el trabajo de campo, se ha llegado a la conclusión de que el patinete eléctrico tiene una velocidad cercana a la de la bicicleta privada y mayor a la de las bicicletas públicas, que suelen ir más lentas debido a su peso y características. Por ello, tomando como referencia a la bicicleta privada como medio más rápido, se han decidido las siguientes velocidades y desviaciones típicas para los nuevos tipos de usuario:

- Bicicleta privada: Velocidad media de 20.6 km/h, desviación típica de 5.47 km/h y distancia para ser adelantado 30.5 m (Valores recomendados por el HCM)
- Patinete eléctrico: Velocidad de 19 km/h y desviación típica de 5 km/h. Se ha escogido una bajada de 1.6 km/h en velocidad y una bajada proporcional en la desviación típica. La distancia requerida para ser adelantado por la bicicleta será de 30.5 m, la misma que para adelantar a patinadores y a otras bicicletas, debido a que la velocidad del patinete se encuentra entre estas dos, está justificada esta distancia.
- Bicicleta pública Valenbisi: Velocidad de 18 km/h y desviación típica de 4.8 km/h. Se ha procedido de forma análoga a la del patinete eléctrico. Distancia para ser adelantada de 30.5 m por los mismos motivos que el patinete eléctrico.
- Monopatín: Velocidad de 16.25 km/h, desviación típica de 4.35 km/h y distancia para ser adelantado 30.5 m (Valores recomendados por el HCM)
- Niño ciclista: Velocidad de 12.7 km/h, desviación típica de 3 km/h y distancia para ser adelantado 21.3 m (Valores recomendados por el HCM)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Para el cálculo se van a seguir los pasos descritos en el apartado **4.1.2- Cálculo del BLOS**. Que se corresponden con la siguiente imagen:

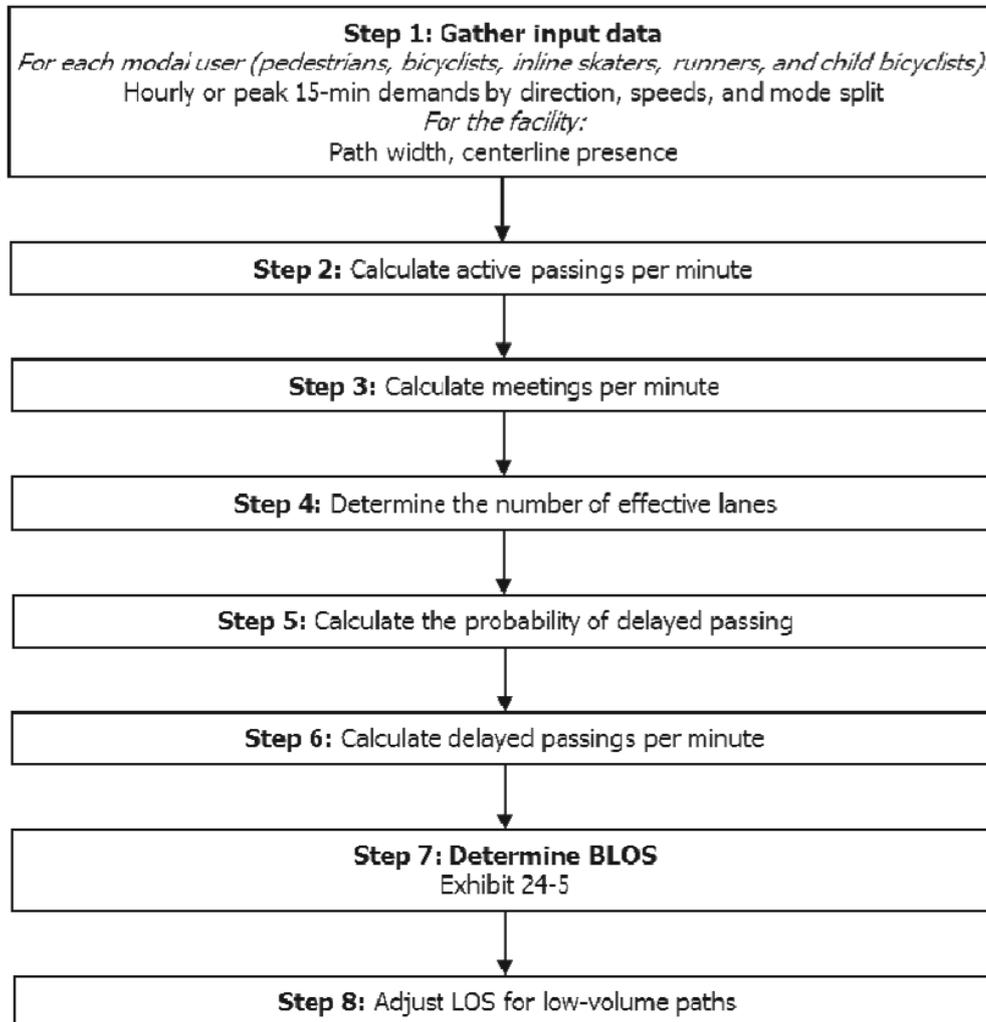


Figura 32: Esquema de cálculo de BLOS. (Fuente: High Capacity Manual)

- **BLOS TRAMO ESTE:**

- **PASO 1: Recogida de datos:**

Debido a la cantidad de datos sobre demanda recogidos el número de usuarios por hora para cada tipo de usuario se realizará de la siguiente manera:

Se cogerán los días laborables al ser los más representativos y los que pondrán más al límite la capacidad del carril. Posteriormente se obtendrá,

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

para cada conteo realizado, el número máximo de usuarios/15min que ha habido para cada tipo de usuario en la dirección más solicitada y se realizará una media con esos valores para obtener la intensidad media pico en 15 minutos, que será pasado a usuarios/hora obteniendo el valor necesario para los cálculos.

Los datos comentados anteriormente son los siguientes:

	MÁXIMO Nº USUARIOS EN 15 MIN (AFORO ESTE)									
	Lunes 7.30-9.30h	Lunes 17.00-19.00h	Martes 13.30-15.30h	Miércoles 17.00-19.00h	Jueves 7.30-9.30h	Viernes 13.30h-15.30h	Lunes 13.30-15.30h	Viernes 7.30-9.30h	Viernes 17.00-19.00h	
Bicicleta privada	34	41	42	33	52	36	46	37	43	
Valenbisi	16	14	17	22	14	17	9	16	10	
Patinete eléctrico	24	17	17	16	27	26	25	22	14	
Monopatín	0	0	1	1	1	1	0	0	1	
Niño ciclista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	74	72	77	72	94	80	80	75	68	

Tabla 17: Número máximo de usuarios en 15 min por día. (Fuente: Elaboración propia)

Y los promedios que serán utilizados como datos de entrada para la metodología son que se exponen a continuación:

AFORO ESTE			
TIPO DE USUARIO	PROMEDIO	Nº USUARIOS	USUARIOS/HORA
Bicicleta privada	40.4	41	164
Valenbisi	15.0	15	60
Patinete eléctrico	20.9	21	84
Monopatín	0.6	1	4
Niño ciclista	0.0	0	0
TOTAL	76.9	77	308

Tabla 18: Número máximo de usuarios promedio en aforo este. (Fuente: Elaboración Propia)

$q_1 = 164$  usuarios/h

$q_2 = 60$  usuarios/h

$q_3 = 84$  usuarios/h

$q_4 = 4$  usuarios/h

$q_5 = 0$  usuarios/h

- **PASO 2: Cálculo de adelantamientos por minuto:**

El cálculo de las diferentes probabilidades se realiza mediante hoja de cálculo.

Los adelantamientos por minuto a cada tipo de usuario son los siguientes:

$A_1 = 0.0264$

$A_2 = 0.0174$

$A_5 = 0$

$A_3 = 0.0191$

$A_4 = 0.0017$

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Siendo el total  $A_t = 0.0647$  adelantamientos/min

- **PASO 3: Cálculo de cruces por minuto:**

Como en el caso anterior, los cálculos se realizan mediante hoja de cálculo con los siguientes resultados:

El número de cruces por minuto con usuarios que ya se encontraban en la vía ciclista es de:

$M_1 = 5.48$  cruces/min

Mientras que los cruces/min con los usuarios que no estaban en la vía ciclista en el momento en el que el ciclista entra, por tipo de usuario son:

$M_{2,1} = 2.437$  cruces/min

$M_{2,2} = 0.949$  cruces/min

$M_{2,3} = 1.302$  cruces/min

$M_{2,4} = 0.065$  cruces/min

$M_{2,5} = 0$  cruces/min

Siendo el total:

$M_T = 10.23$  cruces/min

- **PASO 4: Determinar número de carriles efectivos:**

El carril bici objeto de estudio tiene 2.5 m de ancho (8.23 ft) por lo que según la tabla especificada en el HCM, al tener una anchura comprendida entre 8 y 10.5 ft, la vía posee 2 carriles efectivos.

- **PASO 5: Cálculo de probabilidad de adelantamiento retrasado:**

La probabilidad de que el carril sea bloqueado por el modo i es:

$P_{n,1} = 0.2156$

$P_{n,2} = 0.0967$

$P_{n,3} = 0.1261$

$P_{n,4} = 0.0075$

$P_{n,5} = 0$

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Por tanto, las probabilidades de adelantamiento retrasado para una vía de dos carriles, dependiendo del tipo de usuario que se encuentra en el sentido del avance y en el opuesto son las siguientes:

Probabilidad de adelantamiento retrasado		Dirección opuesta				
		Bicicleta privada	Valenbisi	Patinete eléctrico	Monopatín	Niño ciclista
Dirección de avance	Bicicleta privada	0.1844	0.0815	0.1068	0.0062	0.0000
	Valenbisi	0.1997	0.0889	0.1162	0.0068	0.0000
	Patinete eléctrico	0.1955	0.0868	0.1136	0.0067	0.0000
	Monopatín	0.2143	0.0960	0.1253	0.0074	0.0000
	Niño ciclista	0.2156	0.0967	0.1261	0.0075	0.0000

Tabla 19: Probabilidades de adelantamiento retrasado. (Fuente: Elaboración propia)

- **PASO 6: Cálculo de adelantamientos retrasados por minuto:**

Los resultados de los cálculos intermedios se encuentran en el Anexo IV. Por lo que el resultado de los adelantamientos retrasados por minuto es:

$$DP_m = 0.0580 \text{ adelantamientos retrasados/min}$$

- **PASO 7: Determinar BLOS:**

Como en los pasos anteriores, en el Anexo II se encuentran los cálculos intermedios, dando un resultado final de:

$$BLOS = 3.11$$

No es necesario ninguno de los ajustes recomendados por el HCM.

Por tanto, según la tabla ofrecida por el HCM, este resultado da un nivel de servicio C en la vía ciclista. Esto quiere decir que el carril bici cubre la demanda actual pero no tiene una capacidad real de absorber más demanda si fuera necesario.

- **BLOS TRAMO OESTE:**

Se procederá de forma análoga al caso anterior para calcular el nivel de servicio del aforo oeste.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **PASO 1: Recogida de datos:**

MÁXIMO Nº USUARIOS EN 15 MIN (AFORO OESTE)									
	Lunes 7.30-9.30h	Lunes 17.00-19.00h	Martes 13.30-15.30h	Miércoles 17.00-19.00h	Jueves 7.30-9.30h	Viernes 13.30h-15.30h	Lunes 13.30-15.30	Viernes 7.30-9.30	Viernes 17.00-19.00h
Bicicleta privada	42	49	43	44	50	51	46	48	37
Valenbisi	13	14	13	8	9	10	7	10	9
Patinete eléctrico	24	8	25	18	29	19	20	22	15
Monopatín	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niño ciclista	0	0	1	0	1	0	0	0	0
TOTAL	79	71	82	70	89	80	73	80	61

Tabla 20: Número máximo de usuarios en 15 min por día. (Fuente: Elaboración propia)

AFORO OESTE			
TIPO DE USUARIO	PROMEDIO	Nº USUARIOS	USUARIOS/HORA
Bicicleta privada	45.6	46	184
Valenbisi	10.3	11	44
Patinete eléctrico	20.0	20	80
Monopatín	0.0	0	0
Niño ciclista	0.2	1	4
TOTAL	76.1	77	308

Tabla 21: Número máximo de usuarios promedio aforo oeste. (Fuente: Elaboración propia)

$q_1 = 184$  usuarios/h

$q_2 = 44$  usuarios/h

$q_3 = 80$  usuarios/h

$q_4 = 0$  usuarios/h

$q_5 = 4$  usuarios/h

- **PASO 2: Cálculo de adelantamientos por minuto:**

$$A_t = 0.0644 \text{ adelantamientos/min}$$

- **PASO 3: Cálculo de cruces por minuto:**

$$M_T = 10.2 \text{ cruces/min}$$

- **PASO 4: Determinar el número de carriles efectivos:**

Según la tabla del HCM, existen dos carriles efectivos.

- **PASO 5: Cálculo de probabilidad de adelantamiento retrasado:**

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Probabilidad de adelantamiento retrasado		Dirección opuesta				
		Bicicleta privada	Valenbisi	Patinete eléctrico	Monopatín	Niño ciclista
Dirección de avance	Bicicleta privada	0.2018	0.0595	0.1006	0.0000	0.0055
	Valenbisi	0.2253	0.0674	0.1133	0.0000	0.0062
	Patinete eléctrico	0.2174	0.0647	0.1090	0.0000	0.0060
	Monopatín	0.2385	0.0718	0.1205	0.0000	0.0067
	Niño ciclista	0.2373	0.0714	0.1198	0.0000	0.0066

Tabla 22: Probabilidades de adelantamiento retrasado. (Fuente: Elaboración propia)

- **PASO 6: Cálculo de adelantamientos retrasados por minuto:**

$$DP_m = 0.0576 \text{ adelantamientos retrasados/min}$$

- **PASO 7: Determinar BLOS:**

$$BLOS = 3.11$$

El resultado es el mismo que en el aforo este, por lo que se tiene una vía capaz de soportar la demanda actual pero con escasa capacidad de absorber nuevos usuarios.

Por tanto, el diagnóstico que puede extraerse de los resultados obtenidos para ambos aforos, correspondiendo ambos a un Nivel de Servicio C, es que la vía ciclista tiene poco margen de maniobra para continuar dando un servicio óptimo, por lo que es probable que se necesiten hacer mejoras en el futuro para un correcto funcionamiento. En los siguientes apartados se abordará el crecimiento estimado de la demanda en el futuro y las propuestas para que la vía ciclista pueda soportarla.

## **8- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN FUTURA. PROGNOSIS.**

Para realizar este análisis se estimará de forma aproximada la demanda futura de usuarios del carril bici de forma justificada y posteriormente se calculará el nivel de servicio asociado a este crecimiento, para determinar como de solicitada se encontrará la vía en el futuro.

### **8.1- ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE CICLISTAS.**

Desde la construcción del anillo ciclista de Valencia, la cantidad de usuarios en el tramo objeto de estudio ha ido aumentando año a año, con niveles de crecimiento



Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

También hay que tener en cuenta las tendencias actuales en la mayoría de ciudades europeas, en las que el urbanismo cada vez va más enfocado a la supresión de los vehículos motorizados y la promoción, entre otras cosas, de la movilidad en bicicleta. En el caso de Valencia, ya se comentó anteriormente en el presente TFG las estrategias de actuación centradas en la bicicleta y el plan de establecimiento de nuevos carriles bici, lo que refuerza el argumento del gran crecimiento que se espera en cuanto a demanda en el carril bici, especialmente en el de la calle Xàtiva, siendo el más utilizado de la ciudad.

Por tanto, estableciendo un horizonte de 10 años. Se estimará una demanda para el año 2029, suponiendo que cada año el crecimiento es menor y se repartirá a cada tipo de usuario según su proporción en los datos obtenidos en el trabajo de campo.

Se supondrá un crecimiento del 50% el primer año y la mitad del crecimiento del año anterior en los posteriores, lo que da el resultado de la siguiente tabla:

Crecimiento anual	
2020	0.50
2021	0.25
2022	0.125
2023	0.0625
2024	0.0313
2025	0.0156
2026	0.0078
2027	0.0039
2028	0.0020
2029	0.0010

Tabla 23: Crecimiento anual previsto.  
(Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Demanda total año 2029 aforo este	
2020	468
2021	546
2022	585
2023	605
2024	615
2025	620
2026	623
2027	625
2028	626
2029	627

Tabla 24: Demanda total año 2029 aforo este.  
(Fuente: Elaboración propia)

Demanda total año 2029 aforo oeste	
2020	468
2021	546
2022	585
2023	605
2024	615
2025	620
2026	623
2027	625
2028	626
2029	627

Tabla 25: Demanda total año 2029 aforo oeste.  
(Fuente: Elaboración propia)

Demanda año 2029 aforo este	
Bicicleta privada	330
Valenbisi	121
Patinete eléctrico	169
Monopatín	9
Niño ciclista	4

Tabla 26: Demanda año 2029 aforo este.  
(Fuente: Elaboración propia)

Demanda año 2029 aforo oeste	
Bicicleta privada	370
Valenbisi	89
Patinete eléctrico	161
Monopatín	4
Niño ciclista	9

Tabla 27: Demanda año 2029 aforo oeste.  
(Fuente: Elaboración propia)

En el establecimiento del número de niños ciclista en el aforo este y de monopatines en el aforo oeste, al ser cero el valor de referencia, se ha establecido un crecimiento de 4 usuarios.

## 8.2-ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

Con la demanda deducida para el año 2029 se calculará el nivel de servicio asociado a ella de manera idéntica al cálculo hecho anteriormente. Los resultados se muestran a continuación:

BLOS Aforo este = 2.98

BLOS Aforo oeste = 2.98

Lo que se traduce en un Nivel de Servicio D, que conlleva un número importante de conflictos entre usuarios y una reducción de la velocidad de los vehículos del carril bici

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

debido a ello, lo que hace necesario una mejora de las características de la vía para que el uso sea satisfactorio.

## **9-PROPUESTAS DE ACTUACIONES.**

Como se ha comprobado en los apartados anteriores, el Nivel de Servicio actual de la vía ciclista estudiada no tiene capacidad de absorber más usuarios con la demanda actual, lo que generará problemas en el futuro debido al crecimiento de esta, pudiendo llegar a colapsar y que la experiencia en el carril sea deficiente. Por ello se van a realizar diversas propuestas de actuación con el objetivo de mejorar el nivel de servicio y las sensaciones de los usuarios en la vía, siguiendo los criterios urbanísticos actuales para obtener resultados coherentes y aplicables.

### **9.1-DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN.**

En este apartado únicamente se describirán las propuestas concretas para la mejora del carril bici actual. En apartados posteriores se justificará y se explicará el porqué de estas propuestas para evaluarlas y comprobar que mejoras provocarán para finalmente seleccionar la o las más adecuadas.

- **Alternativa 0:**

La Alternativa 0 consiste en no realizar ninguna actuación en el carril bici, quedando tal como se encuentra en la actualidad.

- **Alternativa 1:**

La siguiente propuesta consiste en la aplicación de la preferencia de paso para los usuarios del carril bici respecto a los del tráfico motorizado. Para ello se realizará un cambio en la semaforización actual, en la que los ciclistas no tendrán que detenerse nunca en los cruces con la calzada, salvo que sea para dejar paso a los peatones, que están por encima en la escala de prioridad de paso. También se instalará señalización vertical y horizontal para informar la preferencia ciclista.

Por tanto, en cuanto al cambio de semaforización las actuaciones son las siguientes:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- Retirada de los semáforos para ciclistas y para peatones en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Alicante.



Figura 36: Semáforos a retirar en el cruce de Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

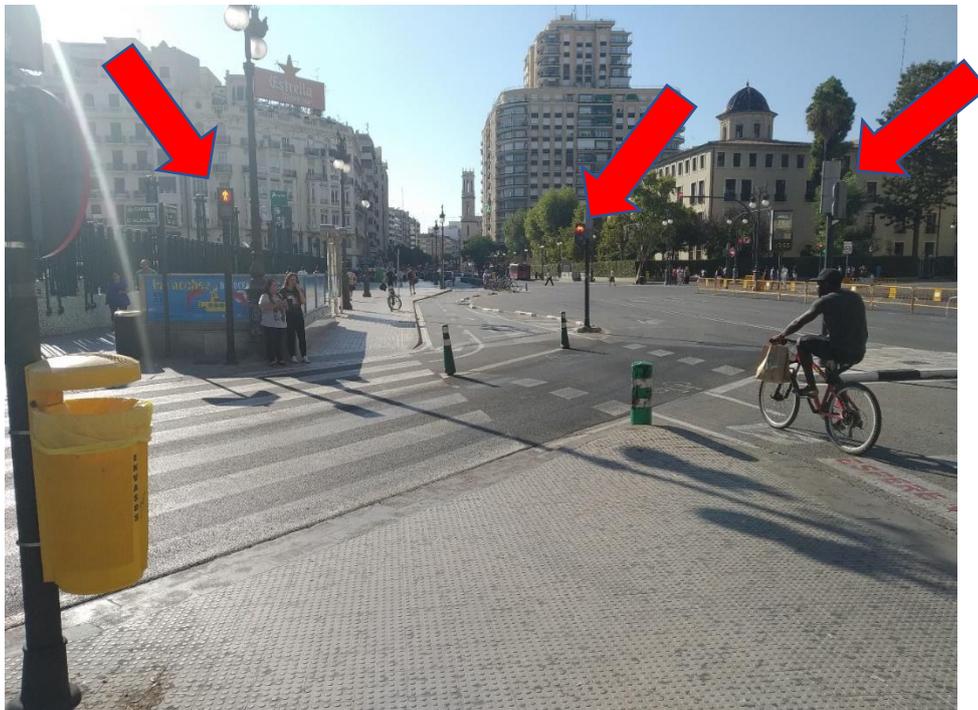


Figura 37: Semáforos a retirar en el cruce de la calle Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- Cambio en la fase semafórica de los semáforos para vehículos motorizados en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Alicante. Se eliminará la fase verde y se dejará una fase roja y una fase ámbar intermitente.



Figura 38: Semáforos en los que se propone el cambio de fase semafórica. (Fuente: Elaboración propia)

- Retirada de los semáforos para ciclistas y para peatones en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Bailén

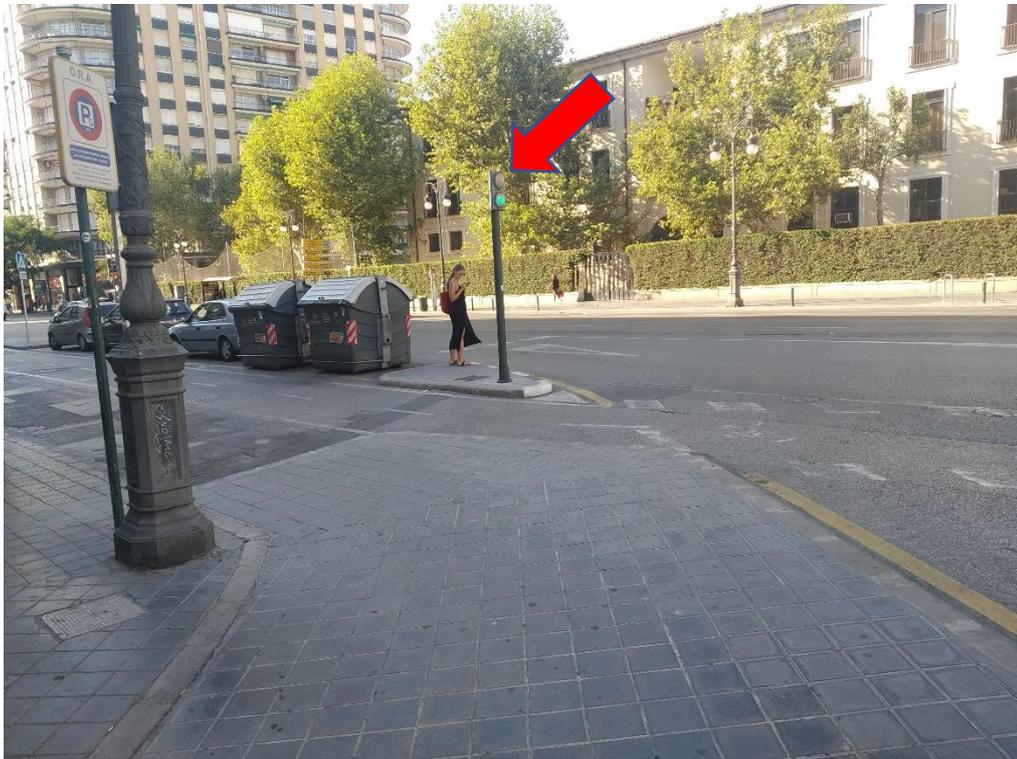


Figura 39: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

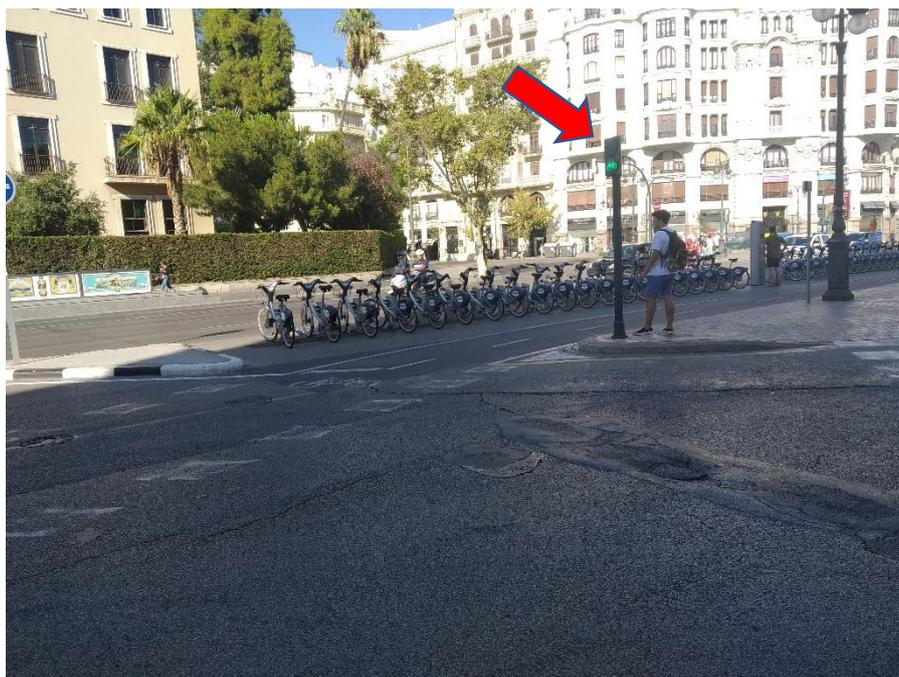


Figura 40: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 41: Semáforos a eliminar en el cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- En el caso de los semáforos del cruce de la calle Xàtiva con la calle Bailén, no es necesario el cambio en las fases semafóricas, ya que ya posee la fase rojo y ámbar intermitente.

En cuanto a la señalización vertical y horizontal, se proponen las siguientes medidas:

- Colocación de señales verticales de preferencia ciclista en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Alicante, en los puntos donde anteriormente se han indicado los cambios semafóricos. La señal a instalar y los puntos de colocación corresponden a las imágenes siguientes:



Figura 42: Señal de preferencia ciclista. (Fuente: Guía de señalización ciclista)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

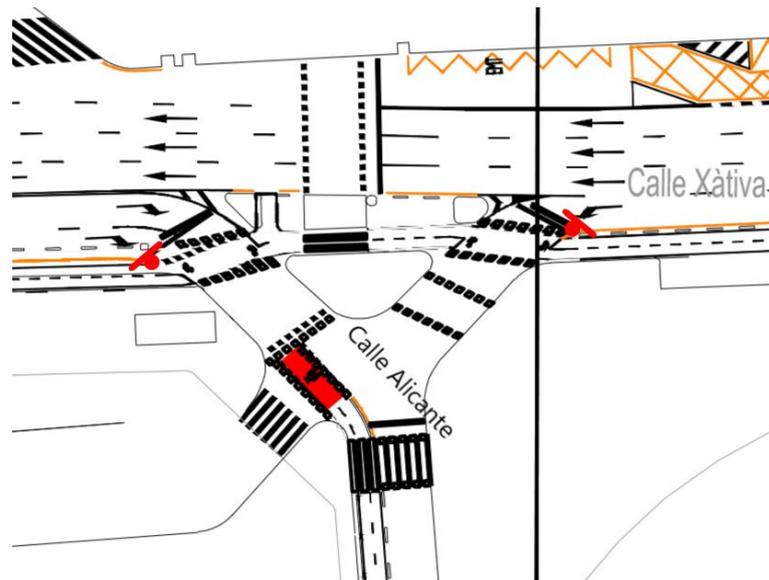


Figura 43: Croquis de ubicación de la señalización vertical en el cruce de Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

- Pintado con pintura roja e inscripción de símbolo de bicicleta en los tramos de carril bici que cruzan la calzada por la que circulan los vehículos motorizados en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Alicante. El diseño y los lugares de colocación corresponden a los siguientes:

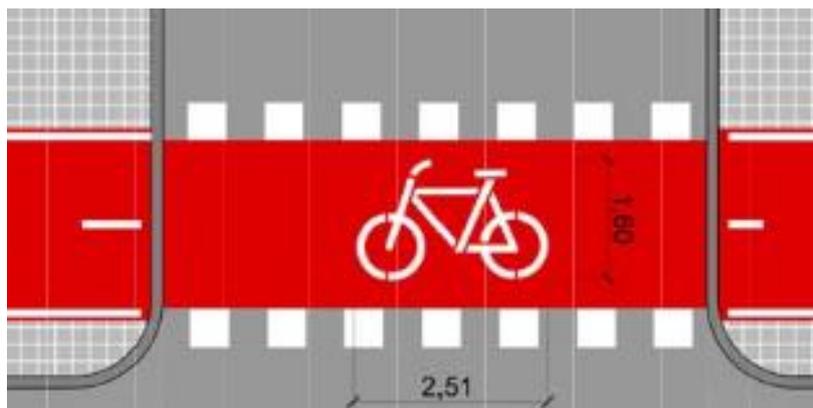


Figura 44: Diseño de pintado de cruces ciclistas. (Fuente: Guía de señalización ciclista)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

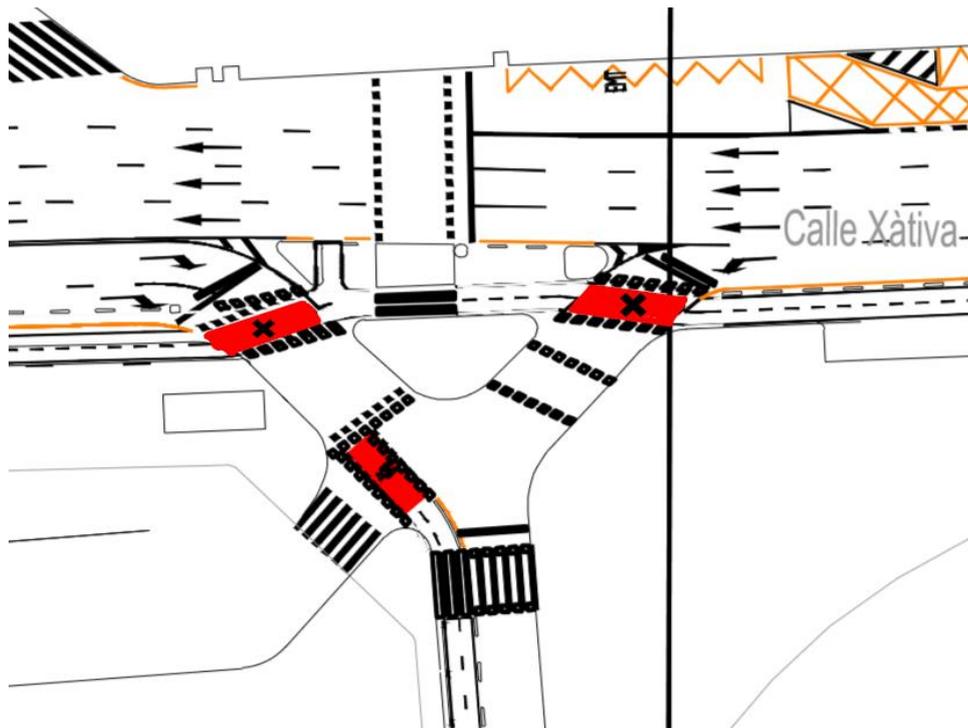


Figura 45: Croquis de pintado del cruce de Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

- Colocación de señales verticales de preferencia ciclista en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Bailén, en los puntos donde anteriormente se han indicado los cambios semafóricos. Los puntos de colocación son los siguientes:

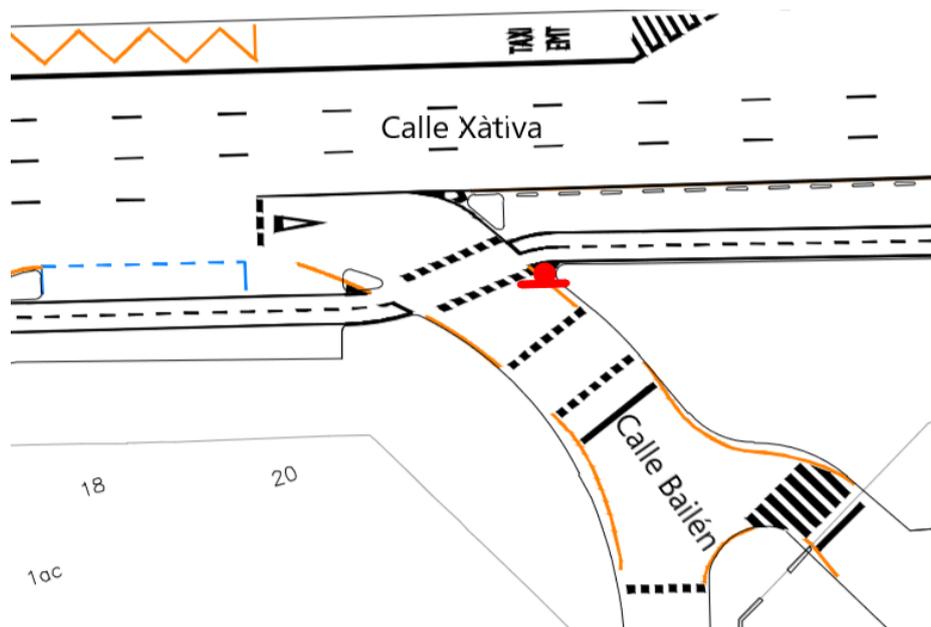


Figura 46: Croquis de ubicación de la señalización vertical en el cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- Pintado con pintura roja e inscripción de símbolo de bicicleta en los tramos de carril bici que cruzan la calzada por la que circulan los vehículos motorizados en el cruce de la calle Xàtiva con la calle Bailén.

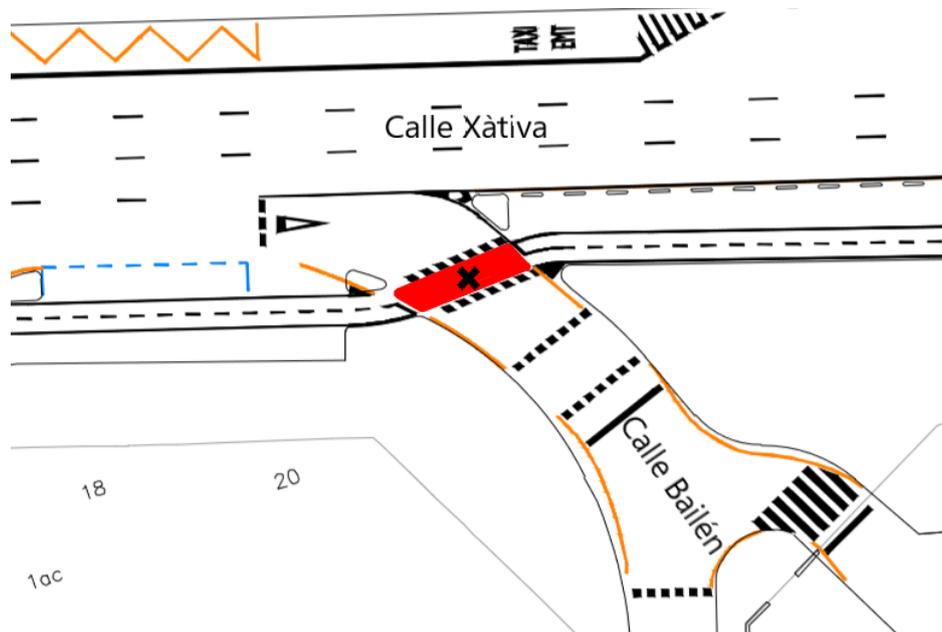


Figura 47: Croquis de pintado del cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)

Con las medidas de señalización anteriores se pretende que el aspecto sea similar al que se encuentra en los cruces de la calle Xàtiva con la calle de Pelayo y con la calle Convento de Jerusalén.



Figura 48: Cruce de calle Xàtiva con Convento de Jerusalén. (Fuente: Google Maps)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **Alternativa 2:**

Borrado de la línea discontinua central de separación de carriles en todo el tramo mediante pintura negra.

- **Alternativa 3:**

Prohibición de la utilización del carril bici por parte de vehículos distintos a bicicleta, mediante señales verticales que lo indiquen a lo largo de la calle Xàtiva, en los cruces con la calle Russafa, Alicante, Pelayo y convento de Jerusalén, como se muestra a continuación:

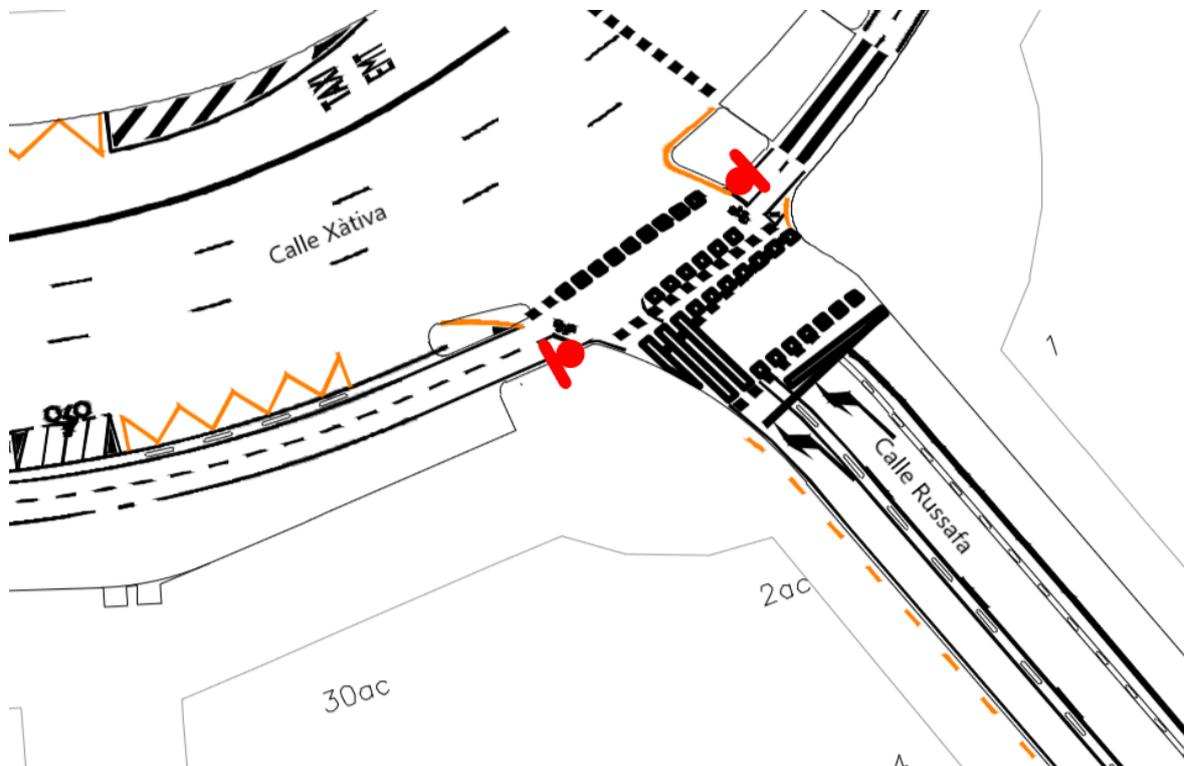


Figura 49: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Russafa. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

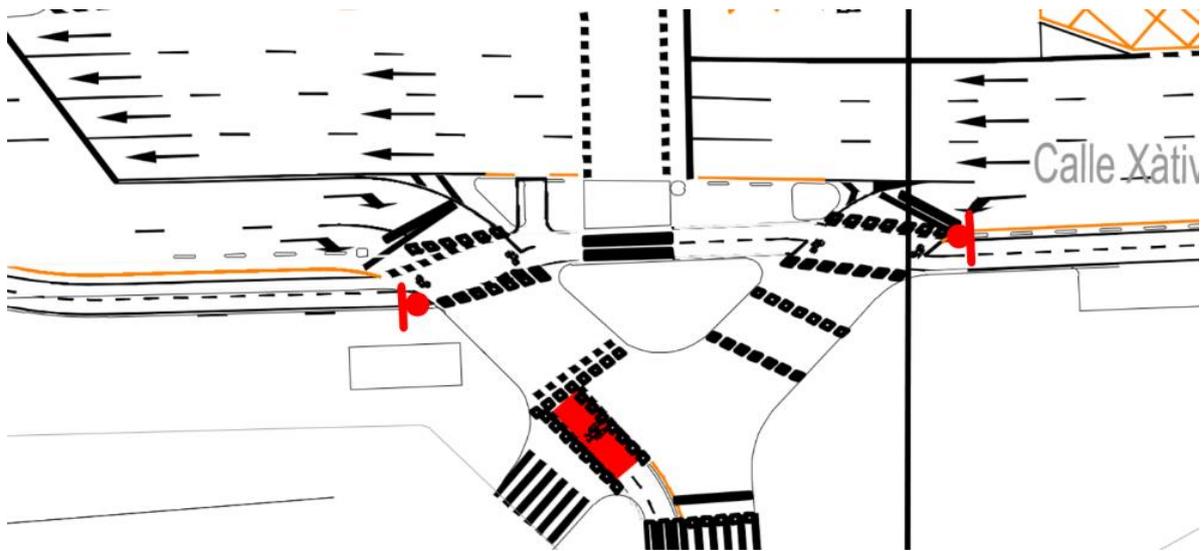


Figura 50: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

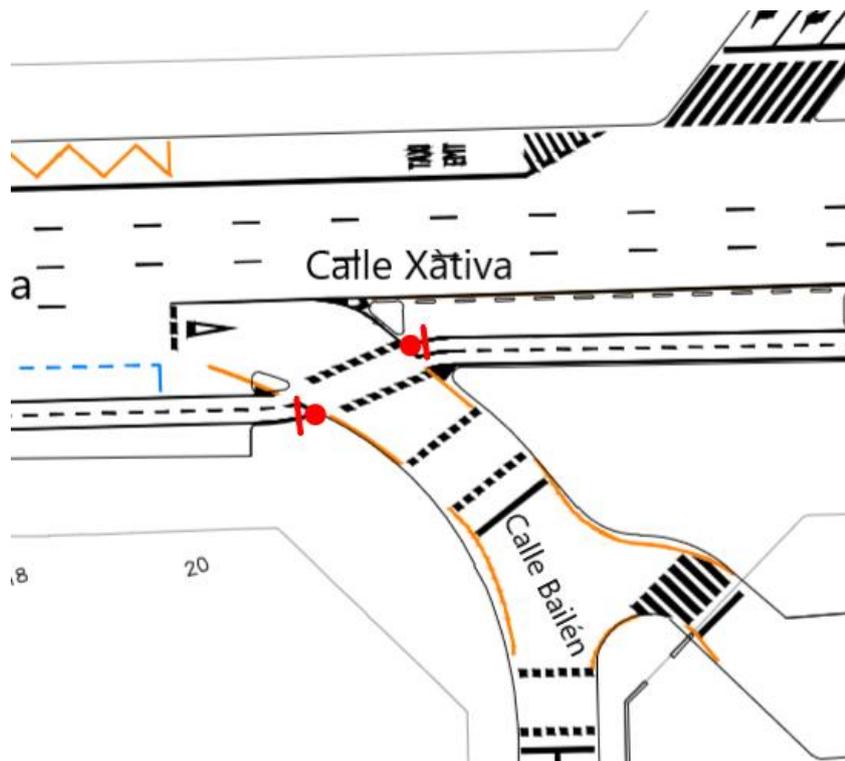


Figura 51: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Bailén. (Fuente: Elaboración propia)

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

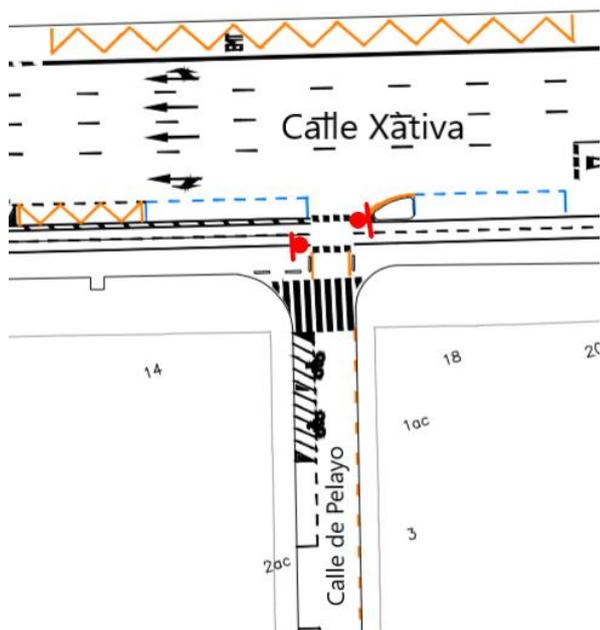


Figura 52: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Pelayo. (Fuente: Elaboración propia)

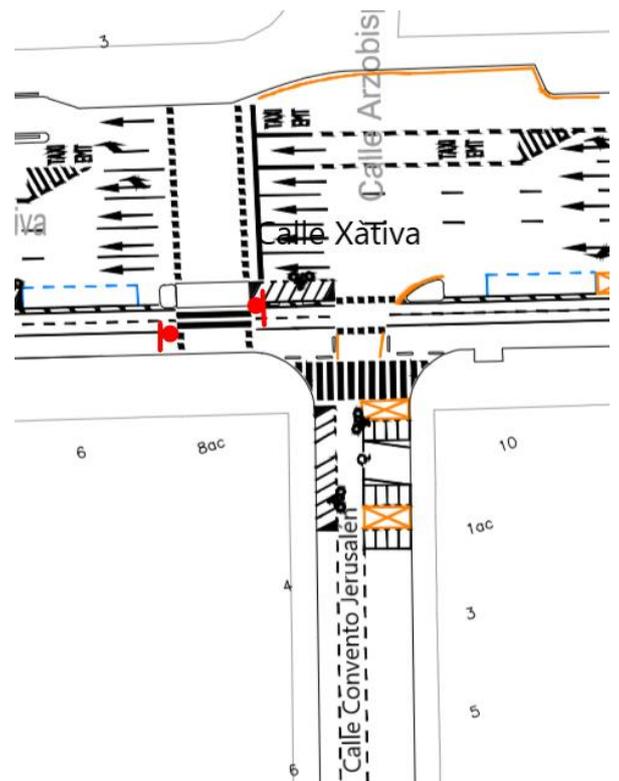


Figura 53: Croquis de ubicación de señales en el cruce de Xàtiva con Convento Jerusalén. (Fuente: Elaboración propia)

- **Alternativa 4:**

Aumento del ancho de la vía de los 2.5 m actuales a 3.5 m, ensanchando 0.5 m cada carril. Para ello, habría que ocupar parte de la calzada, por lo que uno de los carriles para tráfico motorizado desaparecería, pasando a ser utilizado como parte del carril bici, así como para colocar los bordillos separadores y las estaciones de Valenbisi y aparcabicis para bicicletas privadas. Por tanto, la actuación implica la desinstalación de todos los elementos de separación del carril bici y la calzada, la demolición y nueva construcción de las isletas de los cruces con la calle Alicante y los aparcamientos de bicicletas, el borrado del pintado de la señalización horizontal (flechas, línea discontinua divisoria...) y el repintado de esta señalización en los nuevos emplazamientos. A continuación se muestra un croquis aproximado de un tramo de carril bici con esta nueva disposición:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

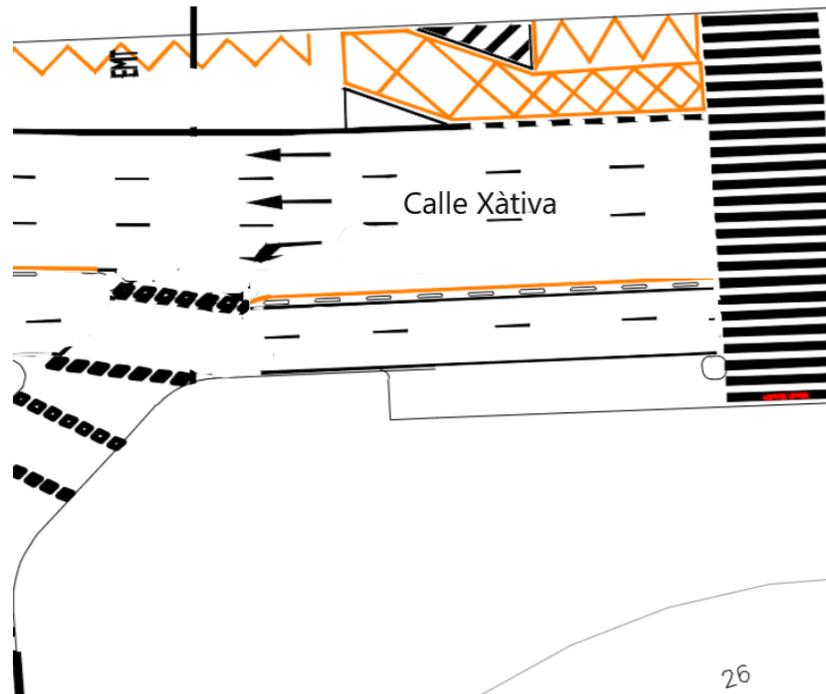


Figura 54: Ejemplo de tramo con carril bici de 3.5 m. (Fuente: Elaboración propia)

## 9.2-VALORACIÓN ECONÓMICA.

Se realizará una valoración económica genérica y aproximada de las actuaciones, basada en otros trabajos similares, con la intención de compararlas a la hora de hacer la elección de las propuestas más viables.

- **Alternativa 0:**

No conlleva ningún gasto al no realizarse ningún trabajo.

- **Alternativa 1:**

La alternativa 1 consta de la colocación de tres señales, la eliminación de 10 semáforos y tres pintados de calzada. La instalación completa de una señal de tráfico como la utilizada en este caso, consta de una señal rectangular de de 70 x 50 cm, un poste de acero de 3.5 m de alto, el montaje de la señal en el poste y la cimentación del propio poste. Según el cuadro de precios del contrato "Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia" estos trabajos tienen los siguientes precios:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

PD1211	m <sup>2</sup> SEÑAL O CARTEL PLANCHA DE ACERO SEÑAL INFORMATIVA S < 1M2 Señal o cartel en plancha de acero galvanizado de superficie menor a 1 m2 no reflexivo con dimensiones no estándar, con cualquier color, texto, símbolo o flecha, para señal informativa, panel o cualquier otro uso .	94,01
	NOVENTA Y CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS	
PD2201	UD MONTAJE O DESMONTAJE DE SEÑAL O CARTEL DE S < 1 M2 A ELEMENTO DE SUSTENTACIÓN Montaje o desmontaje de señal o cartel de superficie menor a 1 m2 a elemento de sustentación, incluso porcentaje de medios auxiliares. Totalmente terminado.	6,66
	SEIS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
PD1501	M POSTE DE ACERO GALVANIZADO DE 80X40X2 MM Poste de acero galvanizado de 80x40x2 mm.	7,67
	SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
PD2307	UD CIMENTACIÓN POSTE RECTANGULAR O REDONDO DE HASTA 80 MM Cimentación para poste rectangular o redondo de hasta 80 mm de lado mayor o diámetro, incluso arranque de pavimento, demolición de hormigón, reposición de pavimento y porcentaje de medios auxiliares. Totalmente terminado.	21,24
	VEINTIUN EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	

Figura 55: Cuadro de precios para la instalación de una señal. (Fuente: Contrato de Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia)

Por tanto, el precio de la instalación de una señal completa es de:

$$0.70 \times 0.5 \times 94.01 + 3.5 \times 7.67 + 21.24 + 6.66 = 87.65 \text{ €}$$

Y el precio de las tres señales sería de:  $87.65 \times 3 = 262.65 \text{ €}$

El precio de la desinstalación de un semáforo, tomando como referencia el cuadro de precios de la ciudad de Granada es el siguiente: del "Proyecto de conservación e instalación de sistemas para regulación y control de tráfico"

1.03.001	I. Semáforo 1/300. Montaje ó desmontaje de Semáforo para vehículos en inyección de aluminio de una lente de 300 mm. de diámetro, mod:1/300.	26,950
----------	--	--------

Figura 56: Precio de desmontaje de semáforo. (Fuente: "Proyecto de conservación e instalación de sistemas para regulación y control de tráfico" de Granada)

Por lo que los 10 semáforos tendrán un coste de:  $10 \times 26.95 = 269.50 \text{ €}$

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Por último, para el precio del pintado de los cruces se tomará como referencia de nuevo el contrato de “Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia”. El pintado consta de la pintura y el símbolo de la bicicleta por lo que sus precios corresponden al siguiente extracto:

PD5128	M2 REPINTADO RESTO PINTURA Repintado de pintura acrílica en superficie de perímetro poligonal con dimensiones no estándar, realmente pintada, incluso limpieza previa de superficie.	5,79
		CINCO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
PD5127	UD REPINTADO RESTO SÍMBOLOS Repintado de pintura acrílica en símbolo no definido, incluso limpieza previa de superficie.	8,41
		OCHO EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

Figura 57: Precios de pintura y símbolos. (Fuente: Contrato de “Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia”).

Las longitudes de los cruces que deben ser pintados son de 9 y 8 m en los cruces de la calle Alicante y 9 m en el cruce de la calle Bailén, siendo el ancho del carril 2.5 m, da un resultado total de:

$$9 \times 2.5 + 9 \times 2.5 + 8 \times 2.5 = 65 \text{ m}^2$$

Y siendo necesario pintar tres símbolos de bicicleta, uno en cada cruce, lo que supone un coste total para el pintado de:

$$65 \times 5.79 + 3 \times 8.41 = 401.58 \text{ €}$$

Sumando el coste de las señales, eliminación de semáforos y el pintado, el coste total de la Alternativa 1 asciende a:

**Coste Alternativa 1 = 934.03 €**

- **Alternativa 2:**

La pintura negra para borrado de señalización horizontal tiene el siguiente coste según contrato de “Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia”.

PD5801	M2 ELIMINACIÓN DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CON PINTURA NEGRA Eliminación de señalización horizontal existente mediante borrado provisional con pintura negra, incluso limpieza previa de superficie.	4,64
		CUATRO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Figura 58: Precio de borrado con pintura negra. (Fuente: “Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia”).

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

El total a borrar, teniendo en cuenta que cada tramo de línea discontinua mide 1 m y existe 1 m de separación ente ellas y que el ancho de la línea es de 10 cm, es de 20 m<sup>2</sup>, lo que da un coste total de:

**Coste Alternativa 2 = 20 x 4.64 = 92.64 €**

- **Alternativa 3:**

Esta alternativa consta de 10 señales. El diseño de las señales no está definido, pero podría constar de un panel informativo de 1x1 m con la inscripción de la prohibición, por lo que el precio puede corresponder al que se muestra a continuación:

PD1212	m <sup>2</sup> SEÑAL O CARTEL PLANCHA DE ACERO SEÑAL INFORMATIVA S >= 1M2 Señal o cartel en plancha de acero galvanizado de superficie mayor o igual a 1 m2 no reflexivo con dimensiones no estándar, con cualquier texto, símbolo o flecha, para señal informativa, panel o cualquier otro uso.	82,91
--------	---	-------

OCHENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

*Figura 59: Precio de señal informativa. (Fuente: "Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T. M. de Valencia")*

Por tanto, las diez señales tendrían un coste total de:

**Coste Alternativa 3 = 829.91 €**

- **Alternativa 4:**

La alternativa 4 es la alternativa más difícil de medir económicamente debido a la cantidad de diferentes trabajos que contiene. Debido al carácter genérico de las valoraciones económicas del presente trabajo, se propondrá un precio aproximado basado en el coste de instalación de otras vías ciclistas en la ciudad de Valencia. Por ejemplo, el proyecto de carril bici de la Av. Regne de València en el que se proyecta un carril bici en calzada de 1430 m y que tiene un coste de 274 000 euros como se observa en la siguiente imagen:

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS	%
'01	DEMOLICIONES .....	22.912,74	12,04
'02	PAVIMENTOS .....	55.728,26	29,27
'03	AFECCIONES Y REPOSICION DE SERVICIOS .....	66.441,07	34,90
'0301	DRENAJE .....	6.182,91	
'0302	ALUMBRADO PUBLICO .....	1.193,96	
'0303	ARQUETAS SERVICIOS .....	1.274,94	
'0304	SEMAFORIZACION .....	57.789,26	
'04	SEÑALIZACION .....	24.717,94	12,99
'0401	SEÑALIZACION HORIZONTAL .....	16.212,40	
'0402	SEÑALIZACION VERTICAL .....	1.867,28	
'0403	BALIZAMIENTO .....	6.635,26	
'05	PUNTOS DE MEDIDA .....	2.415,46	1,27
'06	GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION .....	9.391,21	4,93
'07	SEGURIDAD Y SALUD .....	8.760,83	4,60
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>190.364,51</b>	
13,00 % Gastos generales .....		24.747,39	
6,00 % Beneficio industrial .....		11.421,87	
SUMA DE G.G. y B.I.		<b>36.169,26</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO ESTIMADO SIN IVA</b>		<b>226.533,77</b>	
21,00 % I.V.A.....		47.572,09	
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA</b>		<b>274.105,86</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO CINCO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Figura 60: Presupuesto de proyecto de carril bici Av. Regne de València. (Fuente: www.valencia.es)

Suponiendo que el carril bici de Regne de Valencia proyectado tiene unos 2.5 m de anchura, haciendo un cálculo proporcional para la ampliación de 1 m de anchura de la alternativa 4, se obtiene un resultado de unos 38000 euros. Siendo un cálculo aproximado y, posiblemente, redondeado al alza ya que en este caso de la alternativa el carril bici no es ejecutado desde cero.

**Coste Alternativa 4 = 38000 €**

Como resumen de la valoración económica se ordenarán de mayor a menos el precio de las diferentes alternativas:

- Alternativa 4 = 38000 €**
- Alternativa 1 = 923.29 €**
- Alternativa 3 = 829. 91 €**
- Alternativa 2 = 92.64 €**
- Alternativa 0 = 0 €**

### 9.3-EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

En el presente apartado se evaluará la idoneidad de las diferentes alternativas y se explicará el efecto que tienen en el comportamiento de la vía:

- **Alternativa 0:**

Al no realizarse ninguna actuación, no se afecta en nada al comportamiento del carril bici. El BLOS actual y futuro corresponde a los calculados en los apartados anteriores.

- **Alternativa 1:**

La eliminación de los semáforos para ciclistas y peatones y el cambio de las fases semafóricas para los vehículos motorizados a rojo y ámbar intermitente, dotará de prioridad al carril bici, mientras que las señales de preferencia ciclista en los cruces, reforzará esta prioridad y sirve de información para los conductores, lo que mejora la seguridad del cruce. El pintado de color rojo de los cruces corresponde a los criterios incluidos en la Guía de Señalización Ciclista, en la que se indica que en los cruces sin semaforizar en los que los coches se encuentren el carril bici antes que el paso de peatones, así como en los carriles bicis separados del paso de peatones, se debe ejecutar este pintado para reforzar la visibilidad en el cruce, lo que también ayuda a reforzar la seguridad para los usuarios de la vía ciclista, señalando con claridad la preferencia de paso.

Estas medidas no generan una mejora cuantitativa en el Nivel de Servicio de la vía, pero ayudan a dar continuidad en el tramo, evitando el efecto “oleada” que generan las paradas en los semáforos, mejorando notablemente la experiencia de los usuarios, al no haber atascos ni apelotonamientos de personas en espacios reducidos, por lo que se produce una mejora cualitativa en el uso del carril.

La ejecución de esta alternativa no supone un impacto grande en la calle durante las obras, debido a que las actuaciones son rápidas y no necesitan de grandes superficies para el trabajo.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- **Alternativa 2:**

La eliminación de la línea divisoria de carriles genera un impacto positivo en el BLOS, debido a que al no delimitar los sentidos, la sensación de restricción en el carril del sentido en el que va el usuario se elimina. Como contraposición, al no estar limitado, puede afectar negativamente a la seguridad, pudiendo existir conflictos entre usuarios debido a la confusión sobre donde circular dentro de la vía.

El BLOS calculado al aplicar esta medida es:

BLOS Este: 3.40

BLOS Este 2029: 3.27

BLOS Oeste: 3.40

BLOS Oeste 2029: 3.27

Se puede comprobar el aumento del BLOS respecto a los cálculos en los que estaba presente la línea central, produciendo una mejora sustancial en la cual en el cálculo a futuro la vía seguiría soportando la demanda de forma óptima.

- **Alternativa 3:**

La prohibición de vehículos distintos a la bicicleta aumentará el nivel de servicio debido a la bajada de usuarios experimentada en la vía, pero coartaría la movilidad de mucha gente, sobre todo la que se desplaza en patinete eléctrico que es un medio de transporte en auge y con muchos usuarios actualmente, lo que puede provocar una subida del tráfico motorizado.

El BLOS calculado al dejar únicamente los usuarios en bicicleta es el siguiente:

BLOS Este: 3.15

BLOS Este 2029: 3.06

BLOS Oeste: 3.15

BLOS Oeste 2029: 3.06

Se observa que no hay una subida importante del BLOS con esta medida, por lo que los inconvenientes generados al prohibir la circulación de una parte importante de usuarios no genera un beneficio que lo compense.

La ejecución de esta alternativa solo constaría de la instalación de las señales por lo que sería de rápida ejecución y no habría afecciones importantes.

- **Alternativa 4:**

El aumento del ancho del carril bici también generará un aumento del BLOS y la actuación va en consonancia con las estrategias actuales de la ciudad, que se basan en restringir el tráfico motorizado, sobre todo en la zona centro. Para el nuevo ancho propuesto, según el HCM se deberían realizar el cálculo para tres carriles efectivos y no dos, pero no se disponen de los datos necesarios para realizarlo, puesto que se debe obtener el porcentaje de probabilidad de bloqueo de los diferentes tipos de usuario (el HCM proporciona una tabla pero no es aplicable con los tipos de usuario que se han escogido en este trabajo), por lo que se calculará para dos carriles efectivos, dando un resultado de BLOS peor de lo que sería en realidad.

BLOS Este: 3.66

BLOS Este 2029: 3.53

BLOS Oeste: 3.66

BLOS Oeste 2029: 3.53

Se puede observar que la subida de BLOS es importante, pasando la vía de un nivel de servicio B a A en la actualidad, lo que significa que tiene la capacidad de absorber muchos más usuarios y pasando en 2029 a tener un nivel de servicio B, lo que significa que tiene la capacidad de absorber más usuarios incluso en el año horizonte.

La ejecución de esta alternativa conlleva una gran afección a la zona, ya que la calle Xàtiva una zona muy transitada tanto por peatones como por vehículos. También se dejaría el carril bici sin efecto durante la duración de las obras y, siendo el más utilizado de la ciudad, provocaría un desajuste en la red. La propuesta supone una obra importante y económicamente el gasto es considerable, pero puede justificarse si el comportamiento de la vía va a ser óptimo durante tanto tiempo.

A continuación se mostrará una tabla multicriterio en la que se puntuarán las diferentes alternativas del 0 al 5 en diferentes criterios, ponderados de manera idéntica. Los criterios a evaluar son los siguientes:

- **ECONOMÍA:** Se evaluará el coste de la propuesta. Significando una puntuación mas alta un menor coste económico.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

- AFECCIONES: Se tendrán en cuenta tanto las afecciones durante la ejecución de la obra (cortes de calles, ruido...) como las afecciones que puedan sufrir los ciudadanos una vez construida (más tráfico...). Siendo la puntuación más alta una menor afección.
- NIVEL DE SERVICIO: Mejora que produce la actuación en el BLOS.
- FOMENTO DEL USO: Capacidad de la actuación para aumentar el uso del carril bici.
- SEGURIDAD: Mejora en la seguridad que deriva de la actuación.

	PUNTUACIÓN DESCOMPUESTA				
	ECONOMÍA	AFECCIONES	NIVEL DE SERVICIO	FOMENTO DEL USO	SEGURIDAD
ALTERNATIVA 0	-	-	-	-	-
ALTERNATIVA 1	4	4	0	5	4
ALTERNATIVA 2	5	4	3	0	0
ALTERNATIVA 3	4	4	1	0	3
ALTERNATIVA 4	1	1	5	5	5

Tabla 28: Evaluación multicriterio de las alternativas. (Fuente: Elaboración propia)

	PUTUACIÓN TOTAL
ALTERNATIVA 0	-
ALTERNATIVA 1	17
ALTERNATIVA 2	12
ALTERNATIVA 3	12
ALTERNATIVA 4	17

Tabla 29: Puntuación total de la evaluación multicriterio. (Fuente: Elaboración propia)

#### 9.4-SELECCIÓN DE LA PROPUESTA.

Según lo visto anteriormente, la alternativa que realmente tiene un impacto importante en el nivel de servicio es la Alternativa 4, que aumenta el ancho del carril a 3.5 m, por lo que es justificado realizarla, a pesar de la magnitud de la obra y el coste económico, ya que el beneficio es sustancial y generaría un funcionamiento óptimo de la vía durante mucho tiempo. Además la Alternativa 1 mejora la experiencia de los usuarios evitando aglomeraciones y dando continuidad, siendo de sencilla ejecución, siendo dos actuaciones complementarias.

En la evaluación multicriterio se ha podido comprobar que ambas alternativas son las que mayor puntuación han obtenido.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

Por tanto, la propuesta escogida es la ejecución de la Alternativa 1 y la Alternativa 4, que dotaría al carril bici de un Nivel de Servicio A y una mejora cualitativa importante para los usuarios.

## **10-CONCLUSIONES**

### **10.1-CONCLUSIONES RELATIVAS AL USO DE LA BICICLETA EN VALENCIA**

La utilización de la bicicleta como medio de transporte es cada vez más importante en las ciudades. Valencia posee una amplia red de carriles bici que conectan toda la ciudad, junto a unas condiciones climáticas y orográficas que favorecen su uso. En los últimos años se ha visto un crecimiento importante en las intensidades registradas en las vías ciclistas de Valencia, especialmente desde la construcción del anillo ciclista. Las estrategias de actuación de la ciudad van encaminadas al fomento de la movilidad sostenible por lo que se prevé que el crecimiento del uso de la bicicleta siga en aumento.

### **10.2-CONCLUSIONES RELATIVAS A LA METODOLOGÍA UTILIZADA Y SUS RESULTADOS**

La metodología de cálculo del HCM ha tenido que ser modificada ligeramente para adecuarla a las características particulares del tramo estudiado.

El trabajo de campo ha permitido caracterizar la vía y describirla detalladamente, así como obtener la cantidad de usuarios que utiliza el carril bici, como dato de entrada para el cálculo del BLOS. Estos datos también permiten comprobar mediante distintas tablas el comportamiento cualitativo de la vía y como se distribuyen las intensidades a lo largo de las horas punta, así como que tipo de usuarios la utilizan.

Los resultados han demostrado que la vía ciclista está cerca del límite de su capacidad, lo que generará problemas en el futuro y es necesaria una mejora en el nivel de servicio de la misma.

### **10.3-CONCLUSIONES RELATIVAS A LAS ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN**

Se ha comprobado mediante el impacto de las diferentes alternativas en el BLOS, que la que tiene un impacto sustancial en el nivel de servicio es el aumento del ancho. También se obtiene una mejora cualitativa de la vía mediante la dotación de preferencia al carril bici en los cruces con el tráfico motorizado. El resto de actuaciones, pese a mejorar el BLOS, poseen otras características que perjudicarían otros aspectos de la vía.

Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia.

## **11-REFERENCIAS**

I-Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia (2013)

II-Plan Director de Seguridad Vial de Valencia (2018)

III-Encuesta de movilidad Eurobarómetro (2014)

IV-Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (2018)

V-Highway Capacity Manual

VI- Contrato de “Señalización vertical y horizontal de tráfico en las vías y caminos del T.M. de Valencia”. (2018)

VII-: “Proyecto de conservación e instalación de sistemas para regulación y control de tráfico” de Granada