

ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE DOS INFRAESTRUCTURAS DE LA RED CICLISTA BICIVIA

Documento realizado a resultas del contrato firmado entre el Consorcio de Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona (IERMB) y la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Sevilla, junio de 2023



ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE DOS INFRAESTRUCTURAS DE LA RED CICLISTA BICIVIA

AUTORES

Raúl Brey Sánchez (Coordinador) (UPO)

Antonio Sánchez Braza (USE)

Ana Fernández Carazo (UPO)

Lourdes López Valpuesta (USE)

Mercedes Castro Nuño (USE)



ÍNDICE

1. Introducción.
2. Tramos a analizar.
3. Datos de partida.
 - 3.1. Datos de partida para tramo 1.
 - 3.2. Datos de partida para tramo 2.
4. Valoración de los impactos asociados a la construcción de los tramos.
 - 4.1. Cálculo del número total de desplazamientos anuales y división por medio de transporte usado en los tramos.
 - 4.1.1. Tramo 1.
 - 4.1.2. Tramo 2.
 - 4.2. Valoración económica de los ahorros de tiempo.
 - 4.3. Valoración económica de cambios en la contaminación ambiental.
 - 4.4. Valoración económica de cambios en la salud por actividad física.
 - 4.5. Cambios de mortalidad o morbilidad derivados de variaciones en los accidentes de tráfico.
 - 4.6. Costes de construcción y mantenimiento.
5. Obtención de medidas sumario.
6. Análisis de sensibilidad de los resultados del ACB.
7. Bibliografía.

1. Introducción.

Este trabajo surge a raíz del contrato firmado entre el Consorcio de Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona (IERMB) y la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, el 14 de junio de 2022. El propósito de dicho contrato es la realización de un análisis coste-beneficio (ACB) para dos infraestructuras concretas de la red ciclista BICIVIA.

2. Tramos a analizar.

Los tramos que se analizarán en el presente trabajo son (ver Figura 1):

a. Conexión entre Esplugues de Llobregat y Barcelona (T1 en adelante).

Este tramo tiene una extensión de 1,5 kilómetros y se construyó en el año 2018. La intensidad media diario (IMD) de bicicletas en el año 2021 en T1 fue de 1518 bicicletas/día (IERMB, 2022). Los principales motivos de movilidad en T1 son laborales, de estudios, recreativos y de compras.

b. Conexión al polígono de la Zona Franca (T2 en adelante).

Tiene una extensión de 600 metros aproximadamente y finalizó su construcción en el año 2017. En este tramo la IMD se situó en el año 2021 en torno a 600 bicicletas/día (IERMB, 2022). En el caso de este tramo, el interés se centra en los movimientos por motivos laborales, considerado de partida como el motivo fundamental de desplazamiento en este tramo, por lo que el estudio se limita a los desplazamientos de lunes a viernes. En T2 no es posible la circulación de peatones por lo que se considera para este tramo este tipo de desplazamiento.

Figura 1. Localización de los tramos a analizar.



3. Datos de partida.

Para la realización de este trabajo disponemos de diferentes fuentes de información, las cuales detallamos a continuación clasificándolas según el tramo al que se refieren. En ambos tramos asumimos que el número de usuarios que siguiesen exactamente el trayecto marcado por T1 o T2 antes de la construcción de dichos tramos es nulo o residual, al tratarse de tramos situados cerca de autopistas (caso de T1 con la autopista B-23) o entre vías de circunvalación (caso de T2 con la Ronda Litoral B-10)

3.1. Datos de partida para tramo 1.

En el caso de T1 tenemos:

a) Conteo de aforo automático del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) situado en T1.

Proporciona información por horas y sentido para todos los días del año del número de desplazamientos que se realizan en bicicleta o en algún otro vehículo de movilidad personal (VMP) en dicho tramo, aunque no registra el medio de transporte. Para este estudio utilizaremos los datos correspondientes a los años 2018-2022 (último año disponible).

b) Conteo manual realizado por el IERMB.

Conteo manual realizado los días 2 (sábado), 3 (domingo) y 5 (miércoles) de julio, y 17 (sábado), 18 (domingo) y 20 (miércoles) de septiembre de 2022 por el IERMB en T1. Proporciona información en franjas de 30 minutos desde las 7 h hasta las 21 h del número de usuarios en el tramo, clasificados según sentido y del medio de transporte (patinete, bicicleta y andando)

c) Encuesta específica realizada para el presente trabajo.

Encuesta realizada mediante entrevistas cara a cara los días 11, 12, 13, 14, 16 y 17 de julio, y 3, 4, 5, 6, 8 y 9 de octubre de 2022 a una muestra de 709 usuarios de T1. Los días de realización de la encuesta fueron escogidos para recoger la heterogeneidad de los usuarios en diferentes tipos de días y meses. La muestra fue seleccionada atendiendo a cuotas establecidas por el IERMB según las fuentes de información anteriores para el sentido de la circulación, diferentes franjas horarias, días de la semana y medios de transporte (ver Tabla 1 y Anexo 1). El trabajo de campo de la encuesta fue realizado por la empresa Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública, S.L. (GESOP).

Tabla 1. Distribución de la muestra en la encuesta de T1.

			Medio de transporte empleado en el tramo				
			A pie	Corriendo	Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)	Bicicleta eléctrica	VMP (patinete eléctrico, hoveboard, etc.)
Primera oleada (Julio 2022)	Sentido Barcelona	Laborable	34	4	33	14	26
		Sábado	5	4	11	2	4
		Domingo	11	1	9	0	7
	Sentido Esplugues / Zona Franca	Laborable	20	7	43	14	32
		Sábado	11	3	11	1	7
		Domingo	12	2	13	1	4
Segunda oleada (Octubre 2022)	Sentido Barcelona	Laborable	35	0	35	17	27
		Sábado	11	0	10	0	4
		Domingo	15	0	8	2	3
	Sentido Esplugues / Zona Franca	Laborable	36	0	42	17	30
		Sábado	13	1	14	1	5
		Domingo	16	0	13	4	4

El cuestionario estaba formado por 51 preguntas, de las cuales 43 eran de formato cerrado y 8 de formato abierto (ver Anexo 2). El propósito del cuestionario era caracterizar en términos de distancia y medio de transporte utilizado los desplazamientos que los usuarios realizan actualmente a través de T1 (desde su punto de partida hasta su destino), así como los desplazamientos que los usuarios hubiesen realizado en caso de que no se hubiese ejecutado la construcción del T1. En definitiva, se pretende conocer los desplazamientos en los escenarios con y sin T1. En el caso del escenario sin proyecto se plantean dos alternativas:

- que el usuario realizase antes de la construcción de T1 ese desplazamiento con los mismos puntos de origen y destino, en cuyo caso el individuo simplemente describirá ese trayecto anterior (escenario HACÍA);
- que se trate de un desplazamiento nuevo, de forma que el individuo lo que describirá será cómo piensa que habría realizado dicho viaje (escenario HARÍA).

El individuo en la encuesta establece sus puntos de origen y destino y, para cada escenario, los medios de transporte que utiliza y el tiempo que emplea en cada uno. La encuesta finaliza con una serie de preguntas socioeconómicas sobre el usuario.

3.2. Datos de partida para tramo 2.

Para T2 disponemos de las siguientes fuentes de información:

- a) Conteo de aforo automático del Ayuntamiento de Barcelona próximo a T2.

Proporciona información para ambos sentidos del tramo del número de desplazamientos efectuados en T2 en algún medio de transporte (bicicleta u otro VMP) para cada día del año. No registra el medio de transporte. Este contador no se encuentra en T2 sino próximo a dicho tramo (ver Figura 2). Se utilizan los datos correspondientes a los años 2019-2022 (último año disponible).

- b) Conteo manual efectuado por AMB- IERMB en el año 2021 en T2.

Conteo efectuado los días 24 de mayo y 27 de octubre de 2021. Proporciona número total de usuarios de T2 en las franjas horarias de 7 h a 10 h y de 17 h a 20 h, segmentando en cada franja por sentido y medio de transporte utilizado (bicicleta u otro VMP). No recoge viandantes.

- c) Encuesta específica realizada para el presente trabajo.

Encuesta realizada los mismos días, con el mismo cuestionario, y mismo procedimiento de entrevista y muestreo que en el apartado 3.1.c (ver Anexo 1). La muestra seleccionada fue de 275 individuos. La Tabla 2 muestra la distribución de la muestra atendiendo a las diferentes variables que se emplearon para establecer las cuotas. El trabajo de campo de la encuesta fue también realizado por GESOP.

Tabla 2. Distribución de la muestra en la encuesta de T2.

			Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)	Bicicleta eléctrica	VMP (patinete eléctrico, hoverboard, etc.)
Primera oleada (Julio 2022)	Sentido Barcelona	Laborable	37	12	29
	Sentido Esplugues / Zona Franca	Laborable	40	14	20
Segunda oleada (Octubre 2022)	Sentido Barcelona	Laborable	35	8	25
	Sentido Esplugues / Zona Franca	Laborable	35	8	12

4. Valoración de los impactos asociados a la construcción de los tramos.

Como hemos mencionado anteriormente, el propósito de este trabajo es la realización de un ACB de la construcción de cada una de las infraestructuras T1 y T2. Este ACB permitirá evaluar el impacto global que el desarrollo de dichas infraestructuras ha tenido en el bienestar de la sociedad, ayudando así a determinar su idoneidad.

Los impactos derivados de la construcción de infraestructuras ciclistas urbanas pueden ser muy diversos y están sobradamente identificados en la literatura (Sælensminde 2004, Brey et al. 2017). Sin embargo, algunos de esos impactos pueden ser muy residuales (como los cambios en la congestión del tráfico), y especialmente en este caso si consideramos la posición y tamaño de los dos tramos objeto del presente trabajo. Por todo ello, en este trabajo nos centraremos en los principales impactos recogidos habitualmente en la literatura (Brey et al. 2017, Rich et al. 2021) asociados a la construcción de carriles-bici:

- Ahorros de tiempo.
- Cambios en la contaminación medioambiental.
- Impactos en la salud derivados de cambios en la actividad física de los usuarios.
- Cambios de mortalidad o morbilidad derivados de variaciones en los accidentes de tráfico.
- Costes de construcción y mantenimiento.

4.1. Cálculo del número total de desplazamientos anuales y división por medio de transporte usado en los tramos.

El objetivo de este apartado es determinar el número de desplazamientos anuales que se producen en T1 y T2, así como su división según el medio de transporte usado en el tramo. Como hemos explicado anteriormente en el apartado 3, estos desplazamientos por los trayectos descritos por T1 y T2 los consideramos en su totalidad como desplazamientos desviados por la construcción de los tramos. Este paso es imprescindible puesto que el número y tipología de desplazamiento determinará la magnitud de algunos impactos. Los cálculos descritos en este apartado aparecen recogidos en el archivo de Excel "Desplazamientos.xlsx", mientras que los de los apartados posteriores están en el archivo "ACB+Análisis Sensibilidad.xlsx"

4.1.1. Tramo 1.

Para la determinación de los desplazamientos anuales en T1, el primer caso consiste en ajustar la información proporcionada por el aforo automático (que es la fuente de información más continuada en el tiempo) para incluir a los viandantes, ya que estos no aparecen recogidos en los conteos de dicha fuente.

Para ello, comparamos para los mismos días y horas los datos del aforo automático con los de los conteos manuales (los 3 días de julio y septiembre de 2022). De esta forma obtenemos una estimación del **factor de corrección** que hay que aplicar al aforo automático para añadir a los viandantes según cada tipo de día (de lunes a viernes, sábado, domingo) y mes (julio-agosto, resto). A continuación, le aplicamos ese factor de corrección a los datos del aforo automático del año 2022 para cada tipo de día y mes y obtenemos el **total de desplazamientos del 2022 incluyendo viandantes**.

En este punto queremos señalar que en el T1 existen diferencias entre los conteos manuales de 2022 y los del aforo automático. Ello puede deberse a que la localización de los puntos de conteo en una y otra fuente son diferentes. Por ejemplo, si miramos el 1 de enero de 2022 se ve que la suma de bicicletas y patinetes (873) no coincide con la del aforo automático (911), a pesar de que comparamos el mismo día y horas.

El número total de desplazamientos de 2022 lo **repartimos entre bicicleta, patinetes y viandantes**, aplicando los porcentajes de esos medios de transporte para cada tipo de día (lunes-viernes, sábado, domingo) y mes (julio-agosto, resto) obtenidos en los conteos manuales.

Para **distinguir entre bicicleta mecánica y eléctrica**, distinción relevante para valorar los impactos en la salud derivados de cambios en el ejercicio físico, utilizamos el porcentaje de bicicletas de cada tipo sobre el total de bicicletas obtenido de la encuesta específica distinguiendo por día y mes, ya que en la encuesta se estableció una cuota de ciclistas sin distinguir el tipo de bicicleta, por lo que este grupo puede considerarse como una muestra aleatoria útil para distinguir la importancia de cada tipo de bicicleta dentro de los usuarios de bicicleta en T1.

Para **proyectar** el número total de desplazamientos y su división por medio de transporte a otros años, cogemos el factor de corrección por viandantes medio del año 2022 (que se considera una media de los diferentes tipos de corrección por viandantes por tipo de día y mes) y los porcentajes medios anuales de bicicleta (y tipo de bicicleta), patinete y viandantes del año 2022, y esos valores medios los aplicamos al total de desplazamientos establecidos por el aforo automático para 2018, 2019, 2020 y 2021. Para los años 2022 en adelante (hasta 2046) aplicamos al total de desplazamientos y a los desplazamientos en cada medio de transporte de 2022 las tasas de crecimiento anual de la población pronosticadas para Barcelona en el escenario “medio” recogidas en IDESCAT (2023). Los escenarios de crecimiento de la población de Barcelona catalogados por el IDESCAT como “bajo” y “alto” serán considerados en el análisis de sensibilidad de los resultados del ACB.

4.1.2. Tramo 2.

Con los años 2019, 2020, 2021 y 2022 del aforo automático obtenemos las **medias de desplazamientos para cada tipo de día** (lunes, martes-jueves, viernes, sábado y domingo), **mes y año**. Febrero de 2021 no aparece en la serie para uno de los sentidos de T2, por lo que calculamos las medias de desplazamiento para cada tipo de día aplicando a los datos de enero de 2021 la media de las tasas de crecimiento de enero a febrero de 2019, 2020 y 2022. En este caso, no hace falta realizar corrección para incluir los viandantes no registrados por el aforo automático porque en T2 no existen.

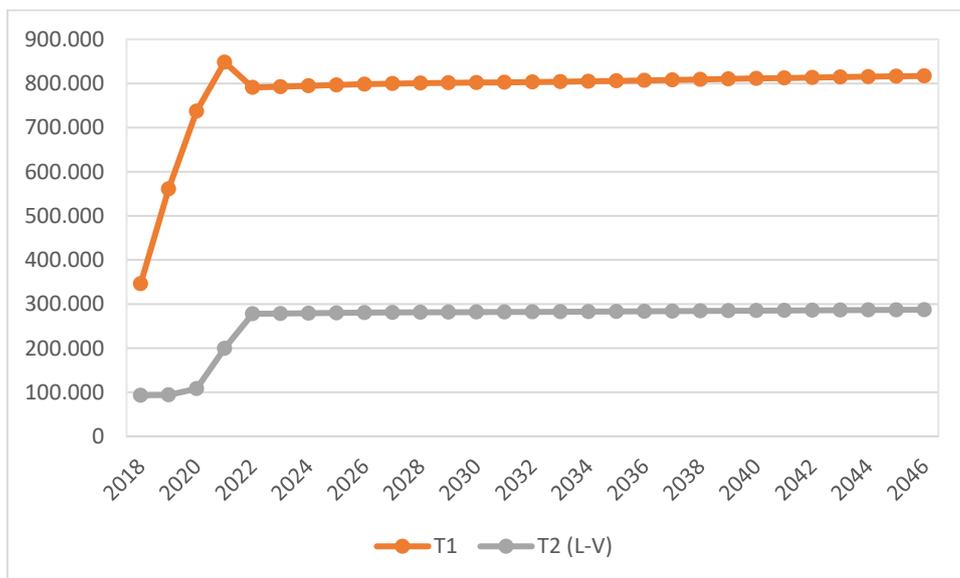
En el caso de T2, el principal inconveniente es que el contador del aforo automático no está situado en el tramo, por lo que es preciso ajustar. Para ello, aplicamos a los valores anteriores un factor de corrección que obtenemos a partir de una estimación de IMD para T2 que hicieron en

el AMB- IERMB para el mes de octubre de 2021 a partir de unos datos de conteo que recopilamos el 27 octubre de 2021 (no empleamos otra que obtuvieron para mayo de 2021 a partir de un conteo del 24 de mayo porque ese día era festivo ese año). Comparamos su estimación de IMD media de octubre de 2021 con la estimación media proporcionada por el aforo automático, obteniendo un factor corrector de $859/823=1.04325$. A continuación, aplicamos ese factor corrector a cada mes de cada año para cada tipo de día. No aplicamos una tasa diferente a verano porque no disponemos de ningún dato que nos permita establecer una tasa particular para verano. Como mencionamos anteriormente en el apartado 2, excluimos del cálculo del total de desplazamientos anuales los fines de semana.

Para obtener el número total de desplazamientos en los años 2019-2022 multiplicamos los valores medios ajustados para cada tipo de día y mes por el número de días de esos tipos de días en cada mes de cada año, y obtenemos el total de desplazamientos del año. **Para asignar medios de transporte a los desplazamientos de los años 2019-2022** utilizamos el conteo manual de 27 de octubre de 2021 que proporciona unos porcentajes de bicis de 58,11 % y de patinetes de 41,89 %. Para distinguir los dos tipos de bicicletas (mecánica y eléctrica) utilizamos la encuesta específica de 2022, de forma similar a como hicimos para T1, obteniendo los porcentajes de ambos tipos sobre el número total de bicicletas según día laborable de julio-agosto o resto del año (recordamos que no consideramos el fin de semana). Finalmente, utilizamos esos porcentajes sobre los desplazamientos totales de cada año, obteniendo el número de desplazamientos estimados para cada año del periodo 2019-2022 en cada medio de transporte.

Para el año 2018 (pues la construcción del tramo finalizó en 2017) como no disponemos de datos del contador de aforo automático, aplicamos tanto al número de desplazamientos totales como por modo de transporte de 2019 la tasa de crecimiento real de la población en Barcelona de 2019 a 2018 (INE, 2023). **Para los años posteriores a 2022** aplicamos las tasas de crecimiento anual pronosticadas en el escenario “medio” para la población de Barcelona por el IDESCAT (IDESCAT, 2023).

Figura 2. Desplazamientos anuales en los tramos.*



* En T2 no se incluyen los desplazamientos de fin de semana.

4.2. Valoración económica de los ahorros de tiempo.

Para la cuantificación de los ahorros de tiempo comparamos los valores reportados por los individuos en la encuesta respecto al tiempo que usan actualmente en los desplazamientos (P11+P14+P21, donde PXX hace referencia a la pregunta XX en la encuesta del Anexo 2) con los valores que proporcionan en la encuesta en los escenarios HACÍA (P26+P27+P28+P29+P30+P32) o HARÍA (P35+P36+P37+P38+P39+P40+P41) explicados anteriormente (ver apartado 3.1).

Al analizar los datos proporcionados por los usuarios en la encuesta detectamos una serie de anomalías:

- Hay 7 individuos que tienen valores de tiempo en ambos escenarios, lo cual no debería ser posible porque P34 solo se activa si la respuesta a P25 no es positiva. En estos casos hemos optado por utilizar el tiempo que reportan en el escenario HACÍA.
- Hay 29 individuos que no proporcionan ningún valor para ninguno de los dos escenarios. En este caso empleamos el tiempo de desplazamiento obtenido mediante Google maps usando el tiempo correspondiente al medio de transporte declarado en P34.

Para reflejar la heterogeneidad de la muestra **establecemos los perfiles de los individuos atendiendo al propósito del viaje**, porque entendemos que es la variable que mejor puede reflejar diferencias en la valoración en los ahorros de tiempo (por ejemplo, no es lo mismo ahorros de tiempo en desplazamientos por motivo ocio que por motivo trabajo).

Los porcentajes de cada propósito los hacemos mediante la encuesta por tipo de mes (verano, no verano), día de la semana (L-V, sábado y domingo en tramo 1, y en tramo 2 solo laborable) y tramo (ver Tabla 2), **y se los aplicamos a los desplazamientos desagregados por tipo de mes, día y tramo del 2022**. De esta forma, obtenemos el número de desplazamientos por cada propósito en el año 2022 para cada tipo de mes, día y tramo. A continuación, multiplicamos esos desplazamientos por **los ahorros de tiempo medio para cada propósito** en cada combinación día-mes-tramo obtenidos a partir de la encuesta, aplicando la regla de la mitad a los ahorros de tiempo medios. Para el caso de los desplazamientos cuyo motivo es “Sin destino fijo, pasear” consideramos ahorros de tiempo nulos, ya que en tales desplazamientos los ahorros de tiempo no son relevantes. En el caso de los desplazamientos por motivo “Deporte”, tras analizar las rutas de los encuestados concluimos que consistían fundamentalmente en desplazamientos para realizar actividades deportivas en instalaciones específicas, por lo que los ahorros de tiempo en su caso sí serán relevantes.

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de usuarios por tramo, mes, día y propósito.

			Motivo principal del desplazamiento									
			Trabajo		Estudios		Deporte		Sin destino fijo, pasear		Otros motivos personales	
			n	%	N	%	n	%	n	%	n	%
Esplugues	Primera oleada (Julio 2022)	L-V	130	57,3%	1	0,4%	52	22,9%	21	9,3%	23	10,1%
		Sábado	11	18,6%	0	0,0%	29	49,2%	12	20,3%	7	11,9%
		Domingo	8	13,3%	0	0,0%	28	46,7%	16	26,7%	8	13,3%
	Segona oleada (Octubre 2022)	L-V	124	51,9%	24	10,0%	62	25,9%	2	0,8%	27	11,3%
		Sábado	5	8,5%	0	0,0%	31	52,5%	12	20,3%	11	18,6%
		Domingo	5	7,7%	0	0,0%	37	56,9%	3	4,6%	20	30,8%
Zona Franca	Primera oleada (Julio 2022)	L-V	124	81,6%	2	1,3%	12	7,9%	2	1,3%	12	7,9%
	Segona oleada (Octubre 2022)	L-V	96	78,0%	0	0,0%	26	21,1%	0	0,0%	1	0,8%

Esos ahorros de tiempo los **proyectamos** hacia delante de 2022 según tasas de crecimiento de población de IDESCAT (2023) y hacia atrás (2018, 2019, 2020 y 2021) por tasas de crecimiento obtenidas de los desplazamientos estimados, excepto para el año 2018 en tramo 2 donde empleamos la tasa de crecimiento en población en Barcelona (INE, 2023).

Finalmente, esos ahorros de tiempo los agregamos para todos los días y meses para cada año por propósito y los valoramos con los valores monetarios por hora de ahorro de tiempo sugeridos en Comisión Europea (2014) para el transporte público (9 €/h para los viajes cuyo propósito sea trabajo y 3,6 €/h para el resto de los propósitos) convenientemente actualizados a euros de 2023 mediante las tasas de actualización del INE (2023b). Empleamos los valores correspondientes al transporte público en vez de los valores de 11 €/h y 4,4 €/h proporcionados para el transporte privado, respectivamente, por ser más conservativos en la valoración realizada en este trabajo. En cualquier caso, estas valoraciones son también parámetros que serán incluidos en el análisis de sensibilidad posterior.

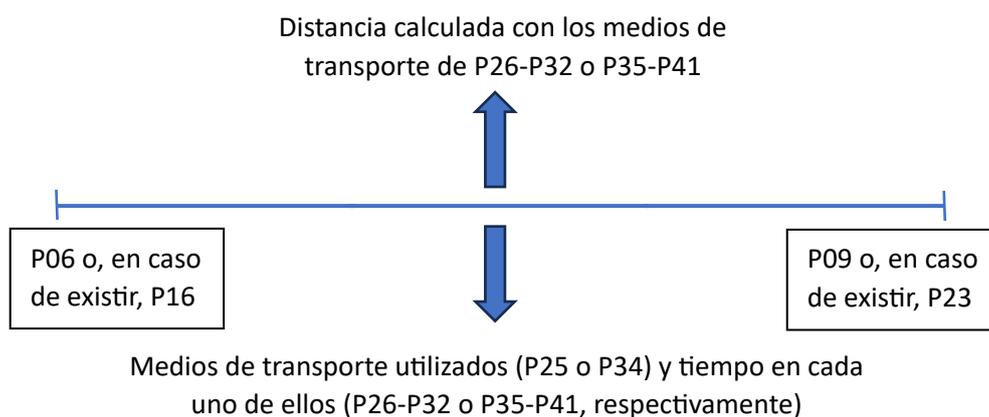
4.3. Valoración económica de cambios en la contaminación ambiental.

Para la valoración de este impacto es preciso comparar la distancia recorrida en medios de transporte contaminantes en las situaciones con y sin la construcción de los tramos. En el caso de la situación sin tramos tenemos de nuevo los escenarios HACÍA y HARÍA. En este caso es importante tener en cuenta la totalidad de los medios de transporte que el individuo utiliza en ambas situaciones para realizar su desplazamiento desde su punto de partida hasta su punto de destino, pues el uso de T1 o T2 puede haber implicado cambios en la utilización por parte del usuario de más de un medio de transporte.

La encuesta nos proporciona la siguiente información:

- Para la situación sin proyecto (escenarios HACÍA o HARÍA), los puntos de origen y destino de los desplazamientos realizados por los individuos (P16 y P24), así como los medios de transporte empleados en ese trayecto (P25 y P34, respectivamente) y el tiempo estimado en cada uno de ellos (P26-P32 y P35-P41, respectivamente).

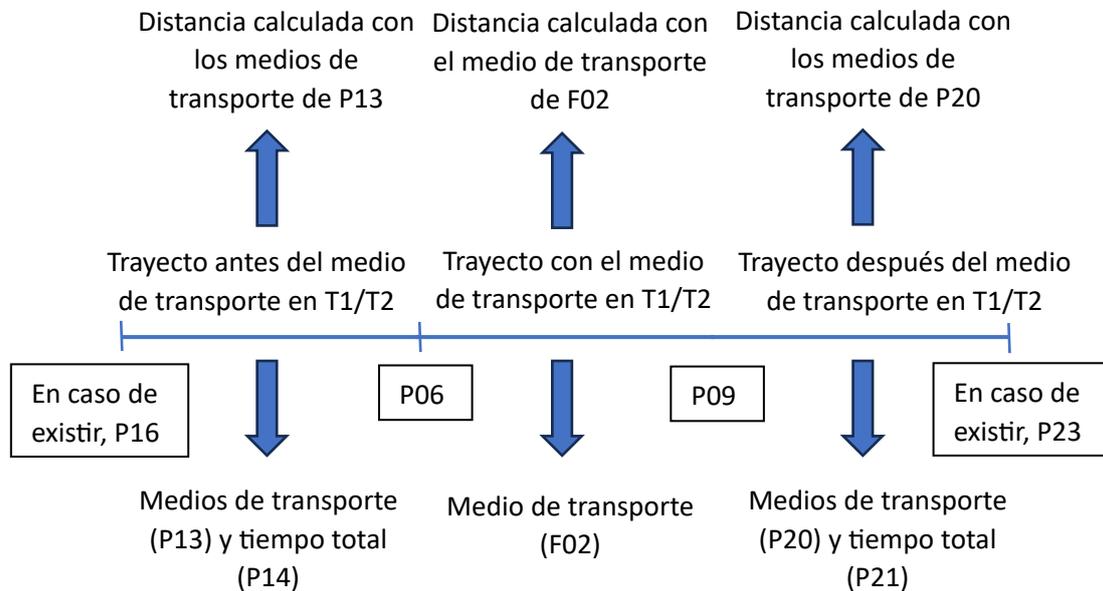
Figura 3. Información sobre medios de transporte en situación sin proyecto.



- Para la situación con proyecto, los puntos de origen y destino del desplazamiento completo (P16 y P23) y del trayecto en el medio de transporte empleado en T1 o T2 (P06 y P09), así como los medios de transporte y el tiempo total empleado en ellos en los trayectos antes (P13 y P14), durante (F02 y P11) y después (P20 y P21) del tramo (ver Figura 4). En este caso, para los medios de transporte declarados antes o después del trayecto por T1 o T2, no existe desagregación del

tiempo total por medio de transporte en el trayecto, imputándose en estos casos la totalidad del tiempo al medio de transporte de mayor recorrido. Solamente hubo 1 y 3 individuos declarando utilizar más de un medio de transporte en los trayectos antes o después de los tramos, respectivamente.

Figura 4. Información sobre medios de transporte en situación con proyecto.



A partir de los diferentes puntos de origen y destino, y con la herramienta Distance Matrix de Google maps, personal de IERMB estimó las distancias recorridas por los usuarios entrevistados en los diferentes trayectos teniendo en cuenta los medios de transporte declarados, y nos proporcionó dicha información para el desarrollo de este trabajo (ver Figuras 3 y 4). Para el estudio de este impacto, eliminamos 5 individuos de la muestra porque no fue posible establecer la longitud del trayecto que recorrieron en los tramos.

En el caso de los usuarios que afirmaban realizar todo el desplazamiento en un solo medio de transporte, asignamos la totalidad de la distancia estimada a ese medio de transporte. En el caso de la situación con proyecto, como hemos comentado anteriormente, solamente 4 individuos declararon más de un modo de transporte, y dado que no existe información del tiempo empleado en cada uno de ellos, asignamos la totalidad de la distancia del desplazamiento al medio de transporte que consideramos con mayor recorrido.

La principal dificultad para la determinación de la distancia recorrida en cada medio de transporte surge en el caso de los escenarios HACÍA (764 individuos) o HARÍA (220 individuos) de la situación sin proyecto para aquellos usuarios que declaraban utilizar más de un medio de transporte. En estos casos hay que repartir de la distancia total del desplazamiento medida en kilómetros entre los diferentes medios de transporte a partir del tiempo que los individuos reportaban. No era posible efectuar dicho reparto de forma proporcional al tiempo porque la velocidad de cada medio es diferente (por ejemplo, no es lo mismo en términos de distancia 5 minutos andando o en metro). La opción que utilizamos en este trabajo es repartir las distancias totales de los desplazamientos entre los medios de transporte atendiendo al tiempo declarado en cada medio de transporte y a su velocidad media, mediante la siguiente fórmula:

$$dist_T = dist\ total \times peso_T$$

$$peso_T = \frac{VMEDIAESTIMADA_T \times tiempo_T}{\sum_T VMEDIAESTIMADA_T \times tiempo_T}$$

donde T representa los diferentes medios de transporte declarados por el usuario del tramo para recorrer la distancia total de cada trayecto en los escenarios HACÍA o HARÍA, y VMEDIAESTIMADA_T es una velocidad media estimada para cada T a partir de los datos obtenidos de las encuestas específicas realizadas para este trabajo. Estas velocidades medias se han estimado calculando para el escenario HACÍA, y solo para aquellos usuarios utilizando un solo medio de transporte, las medias para cada T (valores de 1 a 15 de P25) de las velocidades de los usuarios obtenidas al dividir las distancias recorridas entre los tiempos declarados. Este procedimiento permite obtener datos reales de las velocidades medias de cada medio de transporte para Barcelona, las cuales incorporaran además aspectos relevantes como tiempos de espera para el caso de los transportes públicos, o tiempo para lograr estacionamiento en el caso del transporte privado. Utilizamos para este fin los valores del escenario HACÍA porque este escenario recoge la totalidad de los medios de transporte con el mayor tamaño muestral.

La suma de los productos de los tiempos en los medios de transporte y la velocidad media de dichos transportes (denominador de la fórmula de peso_T) evidentemente no coincidirá con la distancia total estimada para cada usuario debido a múltiples factores, pero puede ser utilizada para calcular un peso que ayude a repartir la distancia total estimada entre los diferentes medios de transporte utilizados.

Para el caso del escenario HACÍA, los diferentes medios de transporte recogidos en T proceden de P25 y los tiempos en cada uno de P26-P28. Si P25=16 hacemos básicamente lo mismo, pero usando como medios de transporte los declarados en F02 y el tiempo declarado en P29. Si P25=17, utilizamos los medios de transporte que el usuario declaró en F02, P13 y P20, en vez de los de P25 con los tiempos declarados en P30-P32. En el caso del escenario HARÍA es lo mismo, pero empleando los medios declarados en P34, y los tiempos de P35-P37 si en P34 dice opciones entre 1 y 15, o el tiempo de P38 si el usuario dice en P34 el medio correspondiente al valor 16, o los tiempos P39-P41 si dice en p34 los medios de transporte correspondientes a la opción 17.

Para los 29 individuos comentados en el apartado 4.1. que no proporcionaban valores de tiempo para ningún escenario tenemos diferentes casos. A los que señalan bajo cualquiera de los dos escenarios un solo medio de transporte imputamos a ese medio de transporte la totalidad de la distancia señalada por Google maps para ese medio de transporte en el desplazamiento. A los que dicen más de un medio de transporte (3 individuos), como no proporcionan tiempos, no podemos repartir la distancia del desplazamiento entre los medios y los eliminamos. Para los 8 usuarios que en P34 dicen NS/NC (P34=99), como no tenemos ni tiempo ni medio de transporte se eliminan. Por tanto, de estos 29 individuos perdemos finalmente 11 usuarios. Además, hay un usuario que también perdemos porque señala dos medios de transporte pero solo proporciona tiempo para uno de ellos, por lo que no podemos aplicar la fórmula anterior y lo eliminamos.

De esta forma, obtenemos una distancia neta (diferencia entre situación sin proyecto y situación con proyecto) por desplazamiento y medio de transporte, pudiéndose obtener una **distancia neta media de cada medio de transporte para cada perfil de desplazamiento** establecido atendiendo al medio de transporte en F02 (bicicleta mecánica, bicicleta eléctrica, VMP, peatón) **y tramo**.

Una vez obtenidas las distancias netas medias para cada perfil establecido atendiendo al medio de transporte de F02, el siguiente paso consiste en multiplicar esas distancias por una medida de la contaminación por kilómetro recorrido generada por cada medio de transporte. En este

trabajo consideramos solamente las emisiones de CO₂. En cualquier caso, el efecto que la incorporación de otros contaminantes tendría en este ACB de T1 y T2 puede ser analizado mediante la conversión a toneladas equivalentes de CO₂ de esos otros contaminantes y asumiendo mayores valores de contaminación de CO₂ en el parámetro correspondiente. Para ello, hemos incluido en el análisis de sensibilidad posterior un parámetro que capta variaciones en estos aspectos.

Dado el reducido cambio en el número de usuarios de transporte público colectivo que se ha producido como consecuencia de la construcción de los tramos, no hemos incluido en el análisis de la contaminación ambiental los cambios en la distancia recorrida en transporte público colectivo por los usuarios, ya que hemos considerado que estos no han cambiado su frecuencia como consecuencia de la menor demanda, por lo que su nivel de contaminación permanece constante. Por ello, para el análisis del impacto en la contaminación medioambiental nos hemos centrado en los cambios en el transporte privado (coche, motocicleta/ciclomotor) y taxi.

Las medidas de contaminación por kilómetro para estos medios de transporte las calculamos teniendo en cuenta la composición del parque circulante en el AMB (proporcionada por la Autoritat del Transport Metropolità a partir de la Encuesta de Movilidad en Día Laborable), o del parque censado en el municipio de Barcelona (Departament d'Estadística i Difusió de Dades, Ajuntament de Barcelona, 2023) en 2021, y los factores de emisión recogidos en la "Guia de càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle" (Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya, 2022). Para el caso de los automóviles (incluidos taxis) ponderamos los factores de emisión de CO₂ para cada tipo de motor en velocidad en zona urbana y para una cilindrada media por su porcentaje en el parque circulante de automóviles del AMB (ver Tabla 3). El valor medio de emisión obtenido es de 215,87 g CO₂/km.

Tabla 3. Porcentaje de automóviles según tipo de motor en el área metropolitana de Barcelona en 2021 y contaminación.

Tipo de motor	%*	g CO ₂ /km**
Benzina/sense plom 95/sense plom 98	44,48%	252,27
Gasòil/dièsel	49,69%	198,21
Híbrid	4,70%	104,72
Elèctric	0,91%	0
GNC	0,03%	197,36
GLP	0,19%	100,61

* Encuesta de Movilidad en Día Laborable 2021.

** Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya (2022).

En el caso de las motocicletas/ciclomotores calculamos primero la contaminación media de las motocicletas y los ciclomotores. En el caso de las motocicletas, calculamos la media ponderada de los factores de emisión de CO₂ para zona urbana de distintas cilindradas atendiendo a su porcentaje en el parque de motocicletas en el municipio de Barcelona (ver Tabla 4), obteniendo un valor medio de 99,34 g CO₂/km. Para los ciclomotores utilizamos mediante la media simple de los factores de emisión para diferentes tipos de ciclomotores en zona urbana, resultando un

valor medio de contaminación de 67,58 g CO₂/km. Finalmente, calculamos la media ponderada de la contaminación media de motocicletas y ciclomotores según su presencia relativa en el parque de vehículos del municipio de Barcelona (81,73% y 18,27%, respectivamente), obteniendo un valor del factor de contaminación medio para el binomio motocicletas/ciclomotores de 93,53 g CO₂/km.

Tabla 4. Porcentaje de motocicletas según cilindrada en el municipio de Barcelona en 2021 y contaminación.

Cilindrada (cc)	%*	g CO ₂ /km**
< 250 cc	70,22%	72,64
250-750 cc	22,29%	157,15
> 750 cc	7,49%	177,57

* Departament d'Estadística i Difusió de Dades, Ajuntament de Barcelona (2023).

** Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya (2022).

No obstante, dadas las restricciones impuestas por la Unión Europea a las emisiones de CO₂ en los vehículos de nueva fabricación en los años venideros, no nos pareció oportuno considerar un nivel medio de contaminación constante para estos vehículos para todo el periodo de análisis. Optamos entonces en considerar una tasa lineal decreciente desde 2022 que lleve a que en 2043, 8 años después de la fecha impuesta por la UE para la prohibición de la fabricación de automóviles con emisiones de CO₂, la media de las emisiones del parque de automóviles en Barcelona sea 0. Escogimos la cifra de 8 años porque la media de edad del parque circulante de automóviles en el área metropolitana de Barcelona en el año 2021 es 7,4 años (Encuesta de Movilidad en Día Laborable 2021). Lo mismo hicimos para las motocicletas pero considerando un valor nulo de emisiones para el año 2042, es decir, 7 años más tarde del 2035, ya que la edad media de las motocicletas y los ciclomotores en el año 2021 era de 6,3 y 6,6 años, respectivamente (Encuesta de Movilidad en Día Laborable 2021). Para los años anteriores a 2022 consideramos valores constantes de los niveles de emisión para esos vehículos.

De esta forma, multiplicando las distancias netas medias de kilómetros recorridos en automóvil y motocicleta/ciclomotor para cada desplazamiento de cada perfil establecido atendiendo al medio de transporte de F02 en cada tramo por los valores de contaminación de automóvil y motocicleta/ciclomotor, obtenemos una **contaminación neta** (diferencia entre situación sin proyecto y situación con proyecto) **media para cada desplazamiento de cada perfil** establecido atendiendo al medio de transporte en F02 (bicicleta mecánica, bicicleta eléctrica, VMP, peatón) **y tramo**. Dado que el valor de g CO₂/km varía con los años, hubo que calcular esos valores medios contaminantes por perfil para cada año.

Posteriormente, multiplicamos los valores de contaminación neta media por desplazamiento de cada perfil en cada tramo por el número de desplazamientos en cada perfil en cada año obteniéndose la **toneladas de CO₂ evitadas en cada año para cada tramo**.

Finalmente, valoramos monetariamente estas toneladas atendiendo a los valores medios de los intervalos establecidos por la High-Level Commission on Carbon Prices (Stern y Stiglitz, 2017) y recogidos en EBRD (2019): 55,5 €/t CO₂ en 2020, 69 €/t CO₂ en 2030, y a partir de esa fecha un incremento de 2,25 % al año hasta alcanzar 108 €/t CO₂ en 2050. Los euros están expresados en términos reales de 2017 y nosotros los actualizamos a euros de 2023 mediante las tasas de

actualización del INE (2023). En el periodo comprendido entre 2020 y 2030 supusimos un comportamiento lineal en la evolución de los valores monetarios.

4.4. Valoración económica de cambios en la salud por actividad física.

En este apartado valoramos el impacto en la salud derivado del cambio en la actividad física de los usuarios de los tramos motivado por la construcción de dichos tramos. Este impacto en la salud lo cuantificamos mediante el **cambio en el riesgo de mortalidad** (riesgo protegido) provocado por el cambio en la actividad física (andando o en bicicleta mecánica). Para la estimación de este cambio utilizamos la función de dosis-respuesta proporcionada por WHO (2017) a partir de un meta-análisis de estudios publicados. Dicha función establece una relación lineal entre actividad física (andando o en bicicleta) (AF) y reducción en el riesgo de mortalidad (RRM), según la siguiente fórmula:

$$RRM = (1 - RR) \times \left(\frac{AF}{AF_R} \right),$$

donde RR es el riesgo relativo de fallecer de cualquier causa entre ciclistas o caminantes habituales comparado con personas que no hacen dichas actividades de forma regular. El valor de RR recomendado en WHO (2017) a partir de diversos estudios publicados para ciclistas habituales de entre 20 y 64 años que desarrollen dicha actividad 100 minutos a la semana durante 52 semanas al año a una velocidad estimada de 14 km/h (AF_R) es de 0,90. Esto quiere decir que esos ciclistas obtienen de dicha actividad un beneficio consistente en una protección del riesgo de fallecer de un 10% (riesgo protegido), es decir, en conjunto esos ciclistas tienen una probabilidad de fallecer de todas las posibles causas que es un 10% menor que la de la población no ciclista. En el caso de los caminantes de entre 20 y 74 años, el valor de RR sugerido en WHO (2017) es de 0,89 cuando caminan 168 minutos por semana durante las 52 semanas del año a una velocidad de 4,8 km/h (AF_R).

A partir de esta fórmula y los valores de RR y AF_R anteriores es, por tanto, posible estimar el cambio en RRM provocado por cambios en la actividad física AF (medida como distancia andando o en bicicleta mecánica) derivados de la construcción de T1 y T2. La linealidad de esta fórmula implica que un incremento o decremento en AF en la misma distancia tiene el mismo impacto (positivo o negativo, respectivamente) en RRM independientemente de su valor inicial, siempre que se mantenga dentro de los límites establecidos en el estudio. Un cambio en RRM de, por ejemplo, 0'1 aplicado sobre 100 usuarios de los tramos implicaría un beneficio de 10 muertes estadísticas evitadas.

El problema es que esta fórmula considera **número de usuarios** en vez de desplazamientos. Para calcular el número de usuarios en 2022, dividimos primero el número total de desplazamientos por tramo y propósito del viaje en el año 2022 por el número de semanas del año (52), obteniendo el número medio de desplazamientos totales semanales por tramo y propósito. A continuación, estimamos el número de usuarios para cada propósito del viaje y tramo dividiendo para cada tipo de usuario (propósito) y tramo el número medio de desplazamientos semanales totales entre el número medio de desplazamientos semanales de cada individuo por propósito y tramo ($NMDS_{PT}$), obteniendo este último valor a partir de la siguiente fórmula:

$$NMDS_{PT} = FMDS_{JA_{PT}} \times NS_{JA} + FMDS_{resto_{PT}} \times NS_{resto}$$

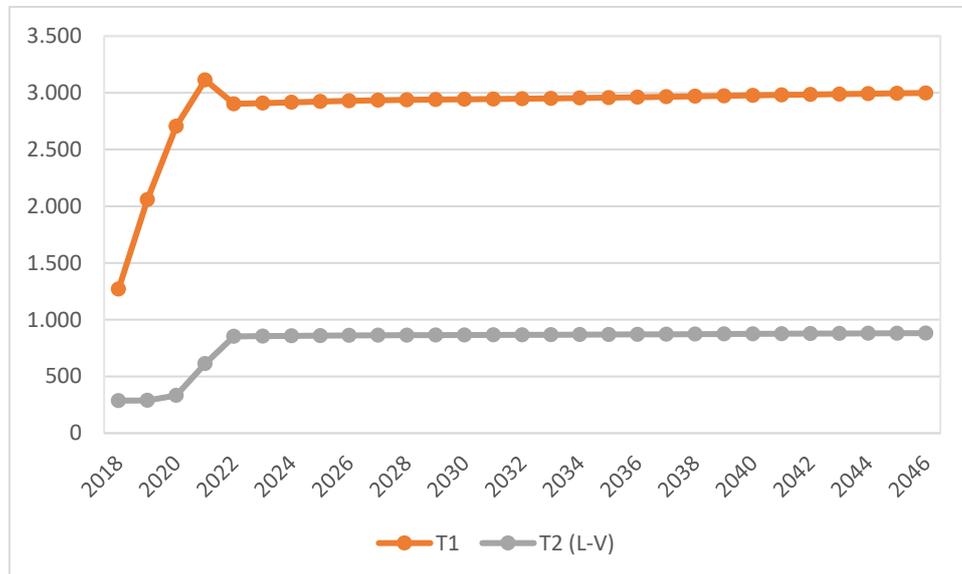
donde $FMDS_JA_{PT}$ y $FMDS_resto_{PT}$ son la frecuencia media de desplazamientos semanales de los meses de julio y agosto y del resto de los meses, respectivamente, de los usuarios para cada propósito P (ver Tabla 2) y cada tramo T (T1 y T2), y NS_JA y NS_resto son el número de semanas de los meses de julio y agosto y del resto de los meses en el año, respectivamente. Los valores de $FMDS_JA_{PT}$ y $FMDS_resto_{PT}$ los calculamos a partir de las respuestas proporcionadas por los usuarios a la pregunta P02 de las encuestas específicas, las cuales fueron codificadas según los valores recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Codificación de pregunta P02 de las encuestas específicas.

Opciones de respuesta en P02	Codificación
Más de 10 veces a la semana	11
Entre 6 y 10 veces a la semana	8
Entre 1 y 5 veces a la semana	3
3 veces al mes o menos	0,75

La Figura 3 muestra la evolución estimada del número de usuarios en T1 y T2 obtenida a partir del valor estimado para 2022, donde los valores anteriores a 2022 fueron obtenidos a partir de las tasas de crecimiento de los desplazamientos, excepto para el año 2018 en el T2 donde empleamos la tasa de crecimiento de la población en Barcelona (INE, 2023), y los valores posteriores a 2022 a partir de las tasas de crecimiento anual pronosticadas en el escenario “medio” para la población de Barcelona en IDESCAT (2023).

Figura 3. Número de usuarios anuales estimados en los tramos.*



*Para el cálculo de los usuarios de T2 no se han incluido los desplazamientos de fin de semana.

A continuación, calculamos el porcentaje de usuarios de cada propósito, tipo de mes (julio-agosto, resto) y tramo en 2022 que experimentan cambios (positivos o negativos) en su actividad física andando o en bicicleta mecánica como consecuencia de la construcción de los tramos. Estos porcentajes los obtuvimos comparando las distancias recorridas por los usuarios (según

sus respuestas a las encuestas específicas) en ambos medios de transporte para las situaciones con y sin tramos (ver apartado 4.2). Por ejemplo, para el motivo “Trabajo”, en T1, ejercicio en bicicleta, tenemos que 43 individuos de 149 en la primera oleada de la encuesta de julio y 48 individuos de 134 en la segunda oleada de la encuesta de octubre experimentaron cambios en su distancia recorrida en bicicleta mecánica. Para obtener un único porcentaje para cada propósito de viaje y tramo realizamos una media ponderada de los porcentajes de las encuestas de la primera (julio) y segunda (octubre) oleada atendiendo al número de semanas de cada tipo de mes (julio-agosto, resto). Estos porcentajes medios para cada propósito y tramo los aplicamos al número de usuarios correspondiente para obtener el número de usuarios del año 2022 por propósito del desplazamiento y tramo que experimentaron cambios en sus desplazamientos andando o en bicicleta mecánica como consecuencia de la construcción de los tramos.

Una vez establecido el número de beneficiarios de este impacto en el año 2022, el siguiente paso es cuantificar la magnitud del impacto, es decir, estimar el cambio que han experimentado en RRM como consecuencia del cambio en su actividad física. Para aplicar la fórmula del RRM tenemos que calcular primero los cambios en la distancia recorrida andando o en bicicleta mecánica que han experimentado esos individuos.

El cambio en la distancia semanal recorrida andando o en bicicleta mecánica por esos individuos según propósito del viaje, tipo de mes (julio-agosto, resto) y tramo lo obtenemos de las encuestas específicas, multiplicando la media de la diferencia en la distancia recorrida por esos individuos en sus desplazamientos en esos medios de transporte entre las situaciones con y sin proyecto por el número medio de desplazamientos que realizan por semana (codificación de la pregunta P02). El cambio medio anual en la distancia recorrida andando o en bicicleta mecánica para cada propósito de desplazamiento y tramo lo obtenemos multiplicando el cambio en la distancia semanal por tipo de mes para cada propósito y tramo por el número de semanas anuales de cada tipo de mes (julio-agosto, resto), y sumando ambas cantidades.

Con estas estimaciones del cambio medio anual en la distancia recorrida andando o en bicicleta para cada propósito y tramo **aplicamos la fórmula de RRM**, obteniendo un valor de RRM para cada perfil, tramo y cambio a bicicleta o andando.

Sobre los usuarios de cada propósito y tramo que experimentaron cambios en su actividad física en bicicleta mecánica o caminando en 2022 aplicamos la **tasa general de mortalidad en Barcelona** de los intervalos de edad 20-64 años (para ciclistas) y 20-74 años (para caminantes), lo que nos permite obtener el número de usuarios que fallecerían sin esa actividad física de forma natural. Estas tasas generales de mortalidad las obtenemos dividiendo las defunciones en esos intervalos de edad (Ajuntament de Barcelona, 2023) entre la población en esos intervalos de edad (INE, 2023) en el municipio de Barcelona en el año 2019. Multiplicando esos fallecimientos por propósito del usuario, medio de transporte (caminando o bicicleta mecánica) y tramo por el valor de RRM correspondiente obtenemos las **muertes estadísticas evitadas** por la mayor actividad física.

Finalmente **proyectamos** las muertes estadísticas evitadas para cada perfil y tramo desde 2022 hacia los años anteriores mediante las tasas de crecimiento obtenidas de los desplazamientos estimados, excepto para el año 2018 en tramo 2 donde empleamos la tasa de crecimiento en población en Barcelona (INE, 2023), y hacia los años siguientes mediante las tasas de crecimiento anual de la población pronosticadas por IDESCAT (2023) para Barcelona en su escenario “medio”.

Finalmente, para la valoración de estas vidas estadísticas empleamos un **valor unitario** de 1,4 millones de euros de 2020 (International Transport Forum, 2021), el cual expresamos en términos de euros de 2023 mediante las tasas de actualización del INE (2023).

4.5. Cambios de mortalidad o morbilidad derivados de variaciones en los accidentes de tráfico.

El propósito de este apartado es cuantificar en términos monetarios el impacto que la construcción de T1 y T2 haya podido tener en la seguridad vial, aumentando o disminuyendo la ocurrencia de accidentes. Sin embargo, al analizar la evolución de los accidentes en los municipios de Esplugues de Llobregat (T1) y Barcelona (T2) para los años anteriores y posteriores a la construcción de T1 y T2 observamos que no se habían producido cambios significativos en el número de accidentes, ni siquiera al desagregar por su severidad, por lo que al no producirse ningún cambio no fue necesario valorar este impacto (ver Figura 4).

4.6. Costes de construcción y mantenimiento.

En este apartado recogemos los costes de construcción de T1 y T2, así como los costes anuales de mantenimiento. Según datos proporcionados por el AMB, el coste de las infraestructuras para T1 fue de 1,700,000 € (euros de 2018), mientras que en T2 alcanzó los 878,000 € (euros de 2018).

En lo que respecta a los costes de mantenimiento, en T1 existen unos costes anuales de limpieza de 3264 €, unos costes anuales de poda de árboles de 2176 €, y unos costes anuales de mantenimiento de aforo de 1000 €. Además, desde 2023 existe cada 5 años un coste de pintura y señalización de 6000 €. En T2 existen solamente unos costes anuales de limpieza de 2448 € y uno coste de pintura y señalización de 4000 € cada 5 años desde 2023. Todos estos costes están expresados en euros de 2023.

Finalmente, para poder comparar fácilmente estos costes con los valoraciones monetarias de los otros impactos, expresamos también en euros de 2023 los costes que no lo estén mediante las tasas de actualización del INE (2023).

5. Obtención de medidas sumario.

Una vez establecidas en términos monetarios las corrientes de beneficios y costes derivadas de la construcción de T1 y T2, el siguiente paso es integrar toda esa información en una medida única que permite evaluar la idoneidad del proyecto. Entre las medidas sumario más empleadas podemos mencionar el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), y el periodo de recuperación de la inversión. La utilización de una u otra medida no es un asunto menor puesto que presentan características diferentes.

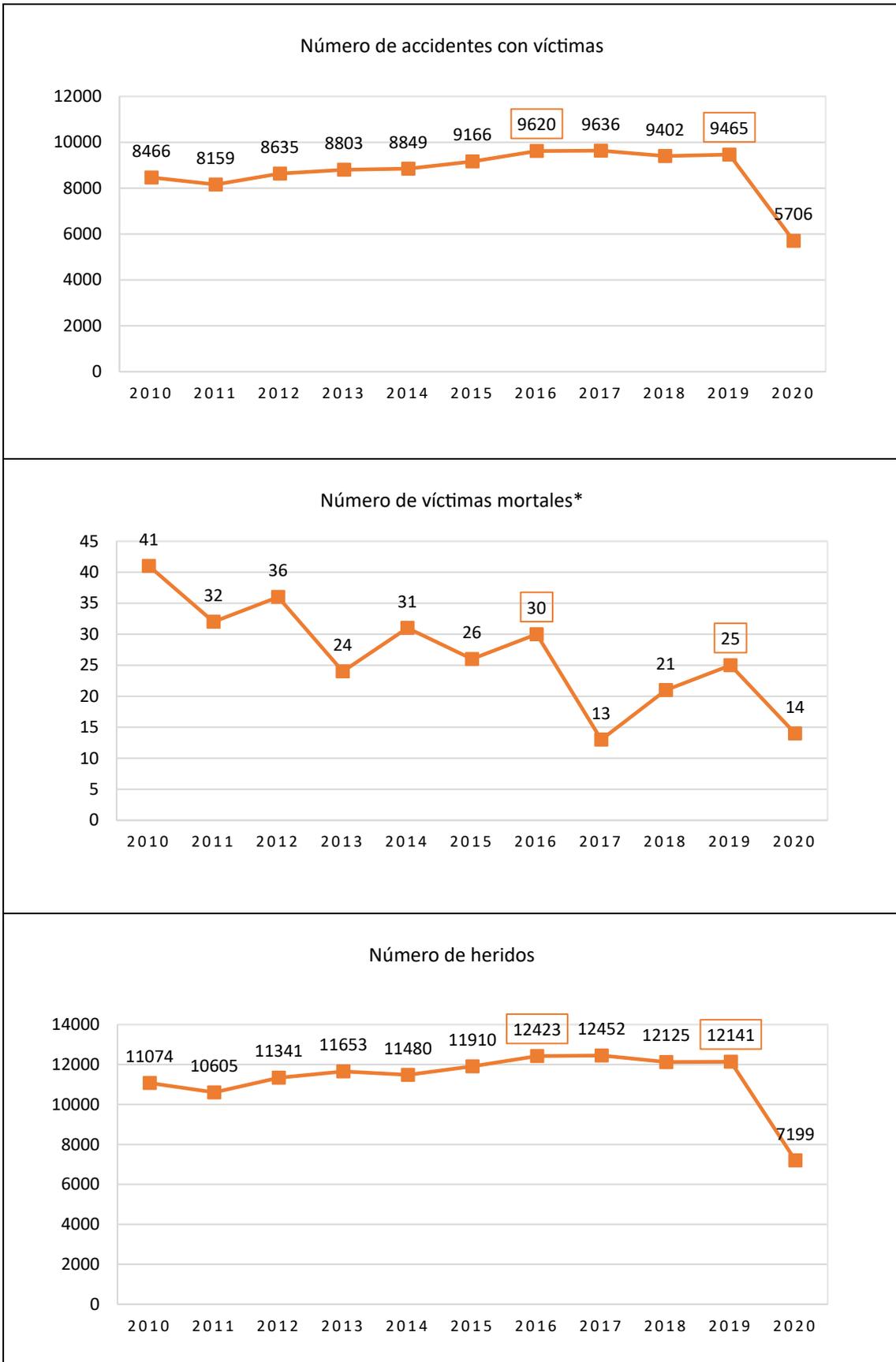
En primer lugar, el VAN sintetiza en un único valor el valor social actualizado del proyecto al restar a los beneficios los costes sociales, de acuerdo con la expresión:

$$VAN = (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1 + i)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1 + i)^n},$$

siendo B_j y C_j los beneficios y costes correspondientes al periodo j , perteneciente a los periodos de evaluación del proyecto $j=0, \dots, n$, e i la tasa de descuento social utilizada. El criterio de decisión a partir de este indicador es: rechazar si $VAN < 0$, y aceptar si $VAN \geq 0$.

La función de la tasa de descuento social en el VAN es reflejar la preferencia social, por el presente frente al futuro que se adopta en la evaluación. Esta decisión no es neutral ya que, dependiendo de la estructura temporal del proyecto, el valor de la tasa de descuento condiciona de una forma u otra la decisión sobre el mismo.

Figura 4. Evolución de los accidentes en los municipios de Barcelona y Esplugues de Llobregat.



*No hay datos para el municipio de Esplugues sobre víctimas mortales en carretera.

Fuente: datos proporcionados por el Servei Català de Trànsi

En este trabajo para el cálculo del VAN hemos empleado un valor de la tasa social de descuento del 3%, siguiendo las recomendaciones de Comisión Europea (2021). Con esta tasa, el valor del VAN para T1 es de 15,258,468 €, mientras que para T2 es de 9,853,248€, ambas cantidades expresadas en euros de 2023.

La TIR representa el valor más alto de la tasa de descuento para la que el proyecto resulta rentable. Habría, por tanto, que calcular el i_{TIR} a partir de la expresión:

$$0 = (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1 + i_{TIR})} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1 + i_{TIR})^2} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1 + i_{TIR})^n}$$

Si la i_{TIR} resultante es menor que la tasa de descuento social fijada, entonces se rechazaría el proyecto.

En este trabajo hemos obtenido para T1 y T2 unos valores de la TIR de 44,54% y 31,82%, ambos marcadamente superiores a los valores de la tasa de descuento social empleados en la literatura.

Finalmente, el criterio del periodo de recuperación de la inversión (PRI) consiste en determinar el período de tiempo necesario para que los ingresos esperados recuperen los gastos generados. En este caso, habría que obtener n^* de la expresión:

$$0 = (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1 + i)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{(B_{n^*} - C_{n^*})}{(1 + i)^{n^*}}$$

En el caso de este indicador, el criterio para aceptar o rechazar un proyecto no queda claramente establecido a priori, dependiendo del periodo de tiempo que se considere como adecuado para el proyecto.

En el caso de T1 y T2, el tiempo necesario para la recuperación de la inversión es de 3 y 5 años, respectivamente.

6. Análisis de sensibilidad de los resultados del ACB.

Las condiciones cambiantes del entorno y, sobre todo, la dificultad de predecir con certeza la evolución de algunas variables para períodos más o menos largos dentro de la vida útil del proyecto hacen aconsejable complementar las medidas sumario anteriores con un análisis de sensibilidad, para así analizar la robustez de los resultados obtenidos en el ACB ante cambios en los valores de ciertos parámetros empleados en su cálculo. En concreto, consideramos 6 parámetros para llevar a cabo el análisis de sensibilidad, los cuales aparecen recogidos en la Tabla 6.

Atendiendo a estos parámetros, vamos a efectuar el análisis de sensibilidad mediante dos procedimientos diferentes. Por un lado, estableceremos valores extremos de esos parámetros para analizar los cambios en los resultados del ACB ante oscilaciones de los valores de los parámetros dentro de esos valores extremos. Para la evolución de los desplazamientos a partir de 2022 (p1) consideramos como valores extremos los escenarios “bajo” y “alto” proporcionados por IDESCAT (2023) para la población de Barcelona. Para el resto de los parámetros consideramos un rango de variación de los valores estimados de un 20% por encima y por debajo del valor de partida considerado (ver Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros utilizados en el análisis de sensibilidad.

Parámetro	Definición del parámetro	Impactos a los que afecta	Variación	Valor inferior	Valor empleado	Valor superior
p1	Porcentaje de variación de los desplazamientos estimados a partir de 2022	Desplazamientos	Variación escenario	Escenario bajo	Escenario medio	Escenario alto
p2	Valor del tiempo ahorrado	Beneficios en términos de ahorro de tiempo en los desplazamientos	Variación % de hasta \pm 20% sobre valor empleado	8,46 / 3,38	10,58 / 4,23	12,69 / 5,08
p3	Valor monetario de la vida estadística	Beneficios en términos de mejoras en la salud por la actividad física	Variación % de hasta \pm 20% sobre valor empleado	1.264.480	1.580.600	1.896.720
p4	Valor de RRM	Beneficios en términos de mejoras en la salud por la actividad física	Variación % de hasta \pm 20% sobre valor empleado	80%	100%	120%
p5	Emisiones de CO2	Beneficio medioambiental por reducción de emisiones de CO2	Variación % de hasta \pm 20% sobre valor empleado	172,70 / 74,83	215,87 / 93,53	259,04 / 112,24
p6	Precio de la Tonelada de CO2	Beneficio medioambiental por reducción de emisiones de CO2	Variación % de hasta \pm 20% sobre valor empleado	80%	100%	120%

La Tabla 7 recoge los distintos resultados del VAN, TIR y PRI en caso de que los parámetros tomen diferentes valores dentro de los límites recogidos en la Tabla 7. Variaciones en el parámetro p3 son equivalentes a variaciones en el parámetro p4 en la misma proporción en términos de su impacto en el resultado del ACB, debido al papel que ambos parámetros desempeñan en el cálculo de los impactos. Lo mismo ocurre para los impactos p5 y p6. Por eso, en la Tabla 8 solo se muestran los efectos de variaciones de p3 y p5, ya que esos efectos son iguales a los que tendríamos al variar p4 y p5 (respectivamente) en la misma proporción.

Como podemos observar en la Tabla 7, los resultados obtenidos son robustos, ya que en todos los casos obtenemos una valoración muy positiva del proyecto con valores del VAN y TIR considerables, a pesar de las oscilaciones consideradas de los parámetros. El rango del VAN ante las variaciones consideradas de los parámetros oscila entre 12.388.565€ y 17.837.130€ para T1, y entre 7.756.363€ y 11.769.001€ para T2. Con relación al TIR, sus valores oscilan entre 37,90% y 51,27% para T1, y 27,83% y 35,46% para T2, respectivamente. Como muestra de la robustez de los resultados ante oscilaciones de los parámetros de hasta un \pm 20%, destacamos que el PRI se

mantiene siembre estable en los valores obtenidos para el proyecto: 3 años para T1 y 5 años para T2.

Tabla 7. Variaciones de VAN, TIR y PRI antes variaciones de los parámetros.

% var.	Var. Parám.						TRAMO 1			TRAMO 2		
		p2	p3	p4	p5	p6	VAN	TIR	PRI	VAN	TIR	PRI
↓ p1 (Escenario bajo)		100	100	100	100	100	14.586.017	44,32%	3	9.399.094	31,58%	5
↑ 20%	↑ p2	120	100	100	100	100	16.783.468	50,99%	3	11.041.824	35,15%	5
↑ 10%	↑ p2	110	100	100	100	100	15.684.743	47,62%	3	10.220.459	33,38%	5
↓ 10%	↓ p2	90	100	100	100	100	13.487.291	41,08%	3	8.577.728	29,73%	5
↓ 20%	↓ p2	80	100	100	100	100	12.388.565	37,90%	3	7.756.363	27,83%	5
↑ 20%	↑ p3 p4	100	120	100	100	100	15.756.851	47,84%	3	9.870.757	32,62%	5
↑ 10%	↑ p3 p4	100	110	100	100	100	15.171.434	46,07%	3	9.634.925	32,10%	5
↓ 10%	↑ p3 p4	100	90	100	100	100	14.000.600	42,59%	3	9.163.262	31,05%	5
↓ 20%	↑ p3 p4	100	80	100	100	100	13.415.183	40,87%	3	8.927.430	30,52%	5
↑ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	120	100	14.623.467	44,48%	3	9.422.377	31,66%	5
↑ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	110	100	14.604.742	44,40%	3	9.410.735	31,62%	5
↓ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	90	100	14.567.292	44,24%	3	9.387.452	31,54%	5
↓ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	80	100	14.548.567	44,16%	3	9.375.810	31,50%	5
↓ p1 (Escenario medio)		100	100	100	100	100	15.258.468	44,54%	3	9.853.248	31,82%	5
↑ 20%	↑ p2	120	100	100	100	100	17.543.064	51,19%	3	11.566.053	35,38%	5
↑ 10%	↑ p2	110	100	100	100	100	16.400.766	47,83%	3	10.709.651	33,62%	5
↓ 10%	↓ p2	90	100	100	100	100	14.116.170	41,31%	3	8.996.845	29,97%	5
↓ 20%	↓ p2	80	100	100	100	100	12.973.872	38,15%	3	8.140.443	28,08%	5
↑ 20%	↑ p3 p4	100	120	100	100	100	16.475.734	48,05%	3	10.345.031	32,86%	5
↑ 10%	↑ p3 p4	100	110	100	100	100	15.867.101	46,29%	3	10.099.140	32,34%	5
↓ 10%	↑ p3 p4	100	90	100	100	100	14.649.835	42,81%	3	9.607.356	31,29%	5
↓ 20%	↑ p3 p4	100	80	100	100	100	14.041.202	41,10%	3	9.361.465	30,77%	5
↑ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	120	100	15.296.831	44,70%	3	9.877.167	31,90%	5
↑ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	110	100	15.277.650	44,62%	3	9.865.208	31,86%	5
↓ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	90	100	15.239.286	44,46%	3	9.841.288	31,78%	5
↓ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	80	100	15.220.105	44,38%	3	9.829.329	31,74%	5
↓ p1 (Escenario alto)		100	100	100	100	100	15.518.813	44,62%	3	10.029.080	31,91%	5
↑ 20%	↑ p2	120	100	100	100	100	17.837.130	51,27%	3	11.769.002	35,46%	5
↑ 10%	↑ p2	110	100	100	100	100	16.677.972	47,91%	3	10.899.041	33,71%	5
↓ 10%	↓ p2	90	100	100	100	100	14.359.654	41,40%	3	9.159.120	30,07%	5
↓ 20%	↓ p2	80	100	100	100	100	13.200.496	38,24%	3	8.289.159	28,18%	5
↑ 20%	↑ p3 p4	100	120	100	100	100	16.754.046	48,13%	3	10.528.649	32,95%	5
↑ 10%	↑ p3 p4	100	110	100	100	100	16.136.430	46,37%	3	10.278.865	32,43%	5
↓ 10%	↑ p3 p4	100	90	100	100	100	14.901.196	42,90%	3	9.779.296	31,39%	5
↓ 20%	↑ p3 p4	100	80	100	100	100	14.283.580	41,19%	3	9.529.511	30,86%	5
↑ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	120	100	15.557.557	44,79%	3	10.053.264	31,99%	5
↑ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	110	100	15.538.185	44,71%	3	10.041.172	31,95%	5
↓ 10%	↑ p5 p6	100	100	100	90	100	15.499.441	44,54%	3	10.016.988	31,87%	5
↓ 20%	↑ p5 p6	100	100	100	80	100	15.480.069	44,46%	3	10.004.896	31,84%	5

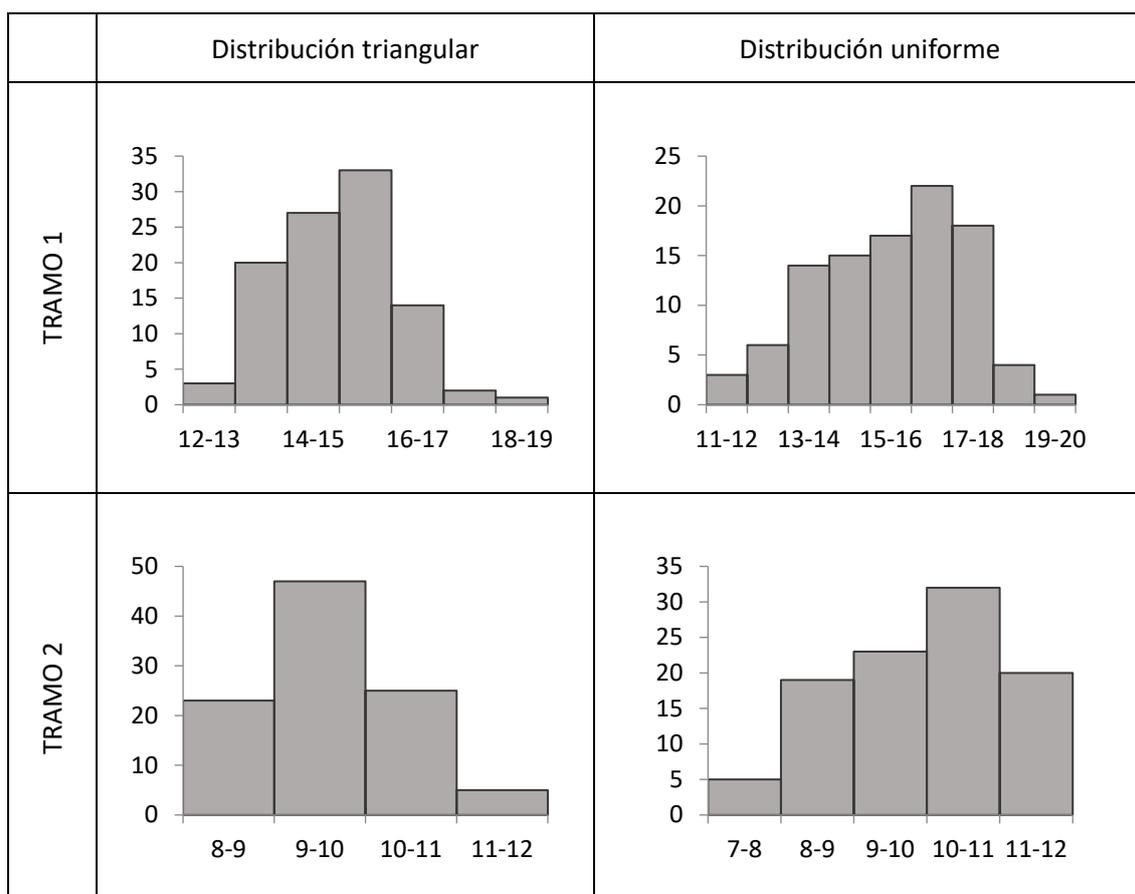
Finalmente, como forma adicional de estudiar la sensibilidad de los resultados, supondremos que los valores de los parámetros varían de acuerdo con alguna distribución estadística. En este caso, el análisis de sensibilidad consistirá en ir asignando aleatoriamente al parámetro valores de dicha distribución para recalcular con ellos el VAN, obteniendo de esa forma una distribución de valores del VAN.

Hemos considerado aquí dos diferentes casos. Un primer caso donde todos los parámetros p_2 - p_6 varían de acuerdo a una distribución triangular cuyo valor medio es el valor inicial considerado (100% del valor inicial) y los extremos inferiores e inferiores se corresponderían con las valoraciones de $\pm 20\%$ sobre el valor inicial (80% y 120% sobre el valor inicial considerado), mientras que el parámetro p_1 varía según una aproximación discreta a una triangular. Junto a este caso, consideramos un segundo caso donde todos los parámetros siguen una distribución uniforme, de forma que todos los valores de los parámetros son equiprobables.

La adopción de la distribución uniforme implica que no se conoce con exactitud el valor de dicho parámetro, pero sí su rango de variación, siendo todos los valores, dentro de ese rango, equiprobables. La distribución triangular, en cambio, supone que los valores dentro del rango no son igualmente probables, sino que existen unos valores más probables y la probabilidad disminuye a medida que nos alejamos de esos valores (por exceso o por defecto). Realizando 100 extracciones de valores para los 6 parámetros considerados, obtenemos los histogramas de la Figura 5.

La Figura muestra, como era esperado en este caso, que la distribución del VAN se mantiene siempre dentro de un rango de valores positivos. Además, muestra las probabilidades de lograr determinados valores del VAN. Por ejemplo, para el caso de T1 con distribución uniforme, en el 62% de las ocasiones hemos obtenidos valores del VAN superiores a los 15 millones de euros.

Figura 5. Histograma del VAN del proyecto (millones de euros de 2023).



8. Bibliografía.

Brey, R.; Castillo-Manzano, J. I.; Castro-Nuño, M.; López-Valpuesta, L; Marchena-Gómez, M.; Sánchez-Braza, A (2017). Is the widespread use of urban land for cycling promotion policies cost effective? A Cost-Benefit Anbalysis of the case of Seville. *Land Use Policy*, 63, 130–139, 2017.

Comisión Europea (2014). *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.*

Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya (2022). *Guia de càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.*

Departament d'Estadística i Difusió de Dades, Ajuntament de Barcelona. Parque de vehículos. Datos evolutivos, información disponible en: https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Transport_i_mobilitat/Mobilitat/Vehicules/Parc_de_vehicules/vehievo/index.htm, página visitada en junio de 2023.

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) (2019). *Methodology for the economic assessment of EBRD projects with high greenhouse gas emissions. Technical note.*

International Transport Forum (2021). *Road safety report 2021. Spain.*

Instituto de Estadística de Cataluña (IDESCAT). Proyecciones de población. Población proyectada a 1 de enero por escenario (base 2021), información disponible en: <https://www.idescat.cat/pub/?id=proj&n=14549&t=203800&geo=mun:080193&lang=es>, página visitada en junio de 2023.

Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona (IERMB) (2022). Estudi d'avaluació dels trams de la Bicivía Anàlisi cost-benefici. Plantejament inicial de l'enquesta als usuaris i usuàries. Documento interno.

Instituto Nacional de Estadística (INE). Cifras oficiales de población de los municipios españoles en aplicación de la Ley de Bases del Régimen Local (Art. 17). Barcelona: Población por municipios y sexo, información disponible en: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=1689&capsel=1689>, página visitada en junio de 2023.

Instituto Nacional de Estadística (INE). Actualización de rentas con el IPC general (sistema IPC base 2021) para periodos anuales completos, información disponible en: <https://www.ine.es/calcula/>, página visitada en junio de 2023b.

Rich, J.; Fjendbo Jensen, A.; Pilegaard, N.; Hallberg, M (2021). Cost-benefit of bicycle infrastructure with e-bikes and cycle superhighways. *Case Studies on Transport Policy*, 608–615.

Sælensminde, K (2004). Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A*, 38, 593–606.

Stern, N.; Stiglitz, J. E. (2017). Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. World Bank.

World Health Organization (2017). Health economic assessment tool (HEAT) for walking and for cycling Methods and user guide on physical activity, air pollution, injuries and carbon impact assessments

ANEXO 1

Universo: 751.422 personas usuarias en bicicleta, patinete eléctrico o peatones del tramo 1 el año 2022 y 169.522 personas usuarias en bicicleta y patinete eléctrico del tramo 2 los días laborables de lay 2022.

Recogida de información: Entrevista presencial asistida por ordenador (CAPI)

Tipo de muestreo: Estratificación a partir del aforo automático Bicivia 7 (Tramo 1) y del aforo manual (realizado por Gesop en la Calle A de Zona Franca antes del inicio del estudio) para el Tramo 2. Selección aleatoria de las personas a entrevistar sobre el terreno, teniendo en cuenta la mencionada estratificación, según sentido de la circulación, franja horaria, día de la semana y medio de transporte.

Error de la muestra: +/- 3,1% por un nivel de confianza del 95% y una $p=q=0.5$

Trabajo de campo: Semana del 11 al 17 de julio 2022 (ola 1) y semana del 3 al 9 de octubre 2022 (ola 2).

Horario: De 7h a 21h, de lunes a domingo excepto viernes (tramo 1), y de 7h a 19h de lunes a viernes (tramo 2)

Empresa de trabajo de campo: Gesop, Gabinete de Estudios Sociales y Opinión Pública, SL

Equipo investigador: Diseño muestral, elaboración del cuestionario a cargo del IERMB, UPO y USE. Supervisión del trabajo de campo, codificación y procesamiento de los datos y explotación inicial de la encuesta a cargo del IERMB.

Estratificación de la muestra final:

Tram 1 (Esplugues)

Franja horària	Sentit Barcelona	Sentit Esplugues	TOTAL
De 7h a 10h	96	89	185
De 10h a 14h	85	103	188
De 14h a 18h	79	86	165
De 18h a 21h	73	99	172
TOTAL	333	377	710

Bicicleta	Patinet	Vianants	TOTAL
315	153	242	710

Tram 2 (Zona Franca)

Franja horària	Sentit Barcelona	Sentit Zona Franca	TOTAL
De 7h a 10h	23	61	84
De 10h a 13h	29	28	57
De 13h a 16h	36	22	58
De 16h a 19h	58	18	76
TOTAL	146	129	275

Bicicleta	Patinet	TOTAL
189	86	275

ANEXO 2

ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE DOS INFRAESTRUCTURAS DE LA RED CICLISTA BICIVIA

F01. Fecha y hora inicio entrevista

F02. PARA EL ENCUESTADOR: Por favor, señale el modo de transporte que está utilizando el entrevistado en este momento:

1. A pie (solo para el tramo 1)
2. Corriendo (solo para el tramo 1)
3. Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)
4. Bicicleta eléctrica
5. VMP (patinete eléctrico, *hoveboard*, etc.)
6. Otros (especificar)_____

Buenos días/tardes. Mi nombre es XXXXX, y colaboro con GESOP, empresa de estudios de opinión. Estamos realizando una encuesta por el Área Metropolitana de Barcelona para conocer el uso que los ciudadanos hacen de la infraestructura ciclista. ¿Le importaría contestar a unas preguntas? Sólo le llevará unos minutos.

P00. ¿En qué año nació? _____ Si P00 > 2006, se finaliza la entrevista, agradeciendo su voluntad de colaboración, y explicando que solo pueden responder la encuesta las personas de 16 y más años

P01. ¿Desde qué año utiliza este tramo de carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones y bicicletas y patinetes? *Encuestador insistir para que responda, aunque sea una fecha aproximada.*

1. 1r semestre 2017 (data de entrada de funcionamiento) (solo para el tramo 2)
2. 2º semestre 2017 (solo para el tramo 2)
3. 1r semestre 2018 (además, en el tramo 1, el texto debe decir: (data de entrada de funcionamiento))
4. 2º semestre 2018
5. 1r semestre 2019
6. 2º semestre 2019
7. 1r semestre 2020
8. 2º semestre 2020
9. 1r semestre 2021
10. 2º semestre 2021
11. 1r semestre 2022
12. 2º semestre 2022
99. NS/NC

P02. ¿Durante los últimos siete días, cuántas veces a la semana ha utilizado este tramo de carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones, bicicletas y patinetes? (Tenga en cuenta que la ida es un viaje y la vuelta otro desplazamiento)

1. Más de 10 veces a la semana

2. Entre 6 y 10 veces a la semana
3. Entre 1 y 5 veces a la semana
4. 3 veces al mes o menos
99. NS/NC

P03. ¿Cuál es el motivo principal de este desplazamiento? **Sólo puede señalar una opción**

1. Trabajo
2. Estudios
3. Compras
4. Médico
5. Visitar a un amigo o familiar
6. Acompañar o recoger personas
7. Gestiones de trabajo
8. Ocio, cine, restaurante
9. Deporte
10. Sin destino fijo, pasear
11. Vuelta a casa
98. Otros motivos (especificar): _____
99. NS/NC

Si P03=11

P04. ¿Y me podría indicar de dónde viene (el motivo)?

1. Trabajo
2. Estudios
3. Compras
4. Médico
5. Visitar a un amigo o familiar
6. Acompañar o recoger personas
7. Gestiones de trabajo
8. Ocio, cine, restaurante
9. Deporte
10. Sin destino fijo, pasear
98. Otros motivos (especificar): _____
99. NS/NC

P05. ¿En qué municipio se encuentra el lugar desde donde ha iniciado su trayecto en **bici/VMP/a pie, en función de F02? recordar que es solamente el trayecto en su bici/VMP/a pie, en función de F02.**

Código municipal INE

- _____
99998. Fuera de Catalunya
 99999. NS/NC

P06. ¿Y en qué dirección de este municipio?

Dirección_____

Si en **P06** no quiere decir la dirección exacta (calle + número), preguntar

P07. Dime, por favor, la calle más próxima que cruza o qué le hace esquina, o al menos algún punto próximo de referencia que permita situar el desplazamiento en una zona, para poder situar el punto en un mapa

Entrevistador: En esta pregunta es imprescindible poder determinar con exactitud la dirección, se debe insistir y obtener una respuesta concreta

P08. ¿En qué municipio se encuentra el lugar de destinación de este trayecto en **bici/VMP/a pie, en función de F02?** recordar que es solamente el trayecto en su bici/VMP/a pie, en función de F02.

Código municipal INE

99998. Fuera de Catalunya

99999. NS/NC

P09. ¿Y en qué dirección de este municipio?

Dirección _____

Si en **P09** no quiere decir la dirección exacta (calle + número), preguntar

P10. Dime, por favor, la calle más próxima que cruza o qué le hace esquina, o al menos algún punto próximo de referencia que permita situar el desplazamiento en una zona, para poder situar el punto en un mapa

Entrevistador: En esta pregunta es imprescindible poder determinar con exactitud la dirección, se debe insistir y obtener una respuesta concreta

P11. ¿En cuánto tiempo (en minutos) calcula que realizará el trayecto entero en **bici/VMP/a pie, en función de F02?** No se ha de incluir el tiempo que realiza el desplazamiento en otros medios (ya sea anterior o posterior al trayecto en **bici/VMP/a pie, en función de F02**)

99998. NS

99999. NC

P12. ¿Ha utilizado otro medio de transporte, **antes** de coger la **bici/VMP/a pie, en función de F02**, para este desplazamiento?

1. Sí
2. No

Si P12=1

P13. ¿Cuáles? Puede señalar un máximo de 2 opciones

1. Coche de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
2. Coche híbrido o eléctrico
3. Moto o ciclomotor de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
4. Moto o ciclomotor eléctrico
5. Tren de cercanías (Cercanías Renfe, FGC...)
6. Tren de media o larga distancia (Alvia, AVE, Renfe regionales...)
7. Autobús urbano
8. Autobús interurbano
9. Metro

10. Tranvía
11. Taxi
12. Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)
13. Bicicleta eléctrica
14. VMP (patinete, hoveboard, etc.)
15. Caminar
16. Otros. Especificar _____

Si P12=1

P14. ¿Cuánto tiempo (en minutos) calcula que **ha empleado en estos desplazamientos en medios de transporte de P13?**

99998. NS

99999. NC

Si P12=1

P15. ¿En qué municipio se encuentra el lugar desde donde ha cogido el primer medio de transporte de los que acaba de indicar (**medios de transporte de P13**) **para iniciar este trayecto?**

Código municipal INE

99998. Fuera de Catalunya

99999. NS/NC

Si P12=1

P16. ¿Y en qué dirección de este municipio?

Dirección _____

Si en P16 no quiere decir la dirección exacta (calle + número), preguntar

P17. Dime, por favor, la calle más próxima que cruza o qué le hace esquina, o al menos algún punto próximo de referencia que permita situar el desplazamiento en una zona, para poder situar el punto en un mapa

Entrevistador: En esta pregunta es imprescindible poder determinar con exactitud la dirección, se debe insistir y obtener una respuesta concreta

Si F02≠1 i F02≠2

P18. ¿Utilizará **después** otro medio de transporte, para continuar el trayecto, una vez aparque la **bici/VMP, en función de F02?**

1. Sí

2. No

Si F02=1 o F02=2

P19. ¿Utilizará **después** otro medio de transporte, para continuar el trayecto, una vez deje de andar o correr?

1. Sí

2. No

Si P18=1 o P19=1

P20. ¿Cuáles? Puede señalar un máximo de 2 opciones

1. Coche de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
2. Coche híbrido o eléctrico
3. Moto o ciclomotor de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
4. Moto o ciclomotor eléctrico
5. Tren de cercanías (Cercanías Renfe, FGC...)
6. Tren de media o larga distancia (Alvia, AVE, Renfe regionales...)
7. Autobús urbano
8. Autobús interurbano
9. Metro
10. Tranvía
11. Taxi
12. Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)
13. Bicicleta eléctrica
14. VMP (patinete, hoverboard, etc.)
15. Caminar
16. Otros. Especificar _____

Si P18=1 o P19=1

P21. ¿Cuánto tiempo (en minutos) calcula que empleará desplazándose en estos desplazamientos en medios de transporte de **P20**?

99998. NS

99999. NC

Si P18=1 o P19=1

P22. ¿En qué municipio se encuentra el lugar dónde terminará el trayecto del último medio de transporte de los que me acaba de indicar (**medios de transporte de P20**)?

Código municipal INE

99998. Fuera de Catalunya

99999. NS/NC

Si P18=1 o P19=1

P23. ¿Y en qué dirección de este municipio?

Dirección _____

Si en **P23** no quiere decir la dirección exacta (calle + número), preguntar

P24. Dime, por favor, la calle más próxima que cruza o qué le hace esquina, o al menos algún punto próximo de referencia que permita situar el desplazamiento en una zona, para poder situar el punto en un mapa

Entrevistador: En esta pregunta es imprescindible poder determinar con exactitud la dirección, se debe insistir y obtener una respuesta concreta

P25. ¿Para **Motivo P03**, qué medios de transporte solía utilizar **antes de la construcción** de este carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones, bicicletas y patinetes para realizar este mismo desplazamiento desde su origen a su destino final?

Si P12=1 o P18=1 o P19=1 El desplazamiento incluye también los trayectos realizados en los medios de transporte que me ha indicado anteriormente (medios de transporte de F02, P13 y P20)

Puede señalar más de una opción, máximo 3.

1. Coche de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
2. Coche híbrido o eléctrico
3. Moto o ciclomotor de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
4. Moto o ciclomotor eléctrico
5. Tren de cercanías (Cercanías Renfe, FGC...)
6. Tren de media o larga distancia (Alvia, AVE, Renfe regionales...)
7. Autobús urbano
8. Autobús interurbano
9. Metro
10. Tranvía
11. Taxi
12. Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)
13. Bicicleta eléctrica
14. VMP (patinete, hoveboard, etc.)
15. Caminar
- (si P12=2 i (P18=2 o P19=2)) 16. El mismo medio de transporte (solo F02) que actualmente, pero seguía otro itinerario
- (si P12=1 i/o (P18=1 o P19=1)) 17. Los mismos medios de transporte que actualmente (F02, P13 y/o P20), pero seguía otro itinerario
98. Otros. Especificar _____
97. No realizaba este desplazamiento
99. NS/NC

Si P25≠97 y P25≠16 y P25≠17

P26. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba en **medio de transporte 1 de P25** para realizar este desplazamiento?

99998. NS

99999. NC

Si P25≠97 y P25≠16 y P25≠17

P27. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba en **medio de transporte 2 de P25** para realizar este desplazamiento?

99998. NS

99999. NC

Si P25≠97 y P25≠16 y P25≠17

P28. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba en **medio de transporte 3 de P25** para realizar este desplazamiento?

99998. NS

99999. NC

Si P25=16

P29. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba a realizar este desplazamiento en (**medio de transporte de F02**) por el otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P25=17 y P12=1

P30. ¿Cuánto tiempo (en minutos) en total dedicaba en **medios de transporte de P13** para realizar este desplazamiento por el otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P25=17

P31. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba en **medio de transporte de F02** para realizar este desplazamiento por el otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P25=17 y (P18=1 o P19=1) y (medios de transporte de P13 ≠ medios de transporte de P20)

P32. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaba en **medios de transporte de P20 distintos a P13** para realizar este desplazamiento por el otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P25≠97

P33. ¿Por qué ha cambiado su forma de desplazarse con la construcción de este nuevo tramo de carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones, bicicletas y patinetes? Puede señalar más de una opción. **Respuesta espontánea.**

1. Es más económico
2. Es más saludable
3. Es más rápido
4. Es menos contaminante
5. Puedo evitar estar en una congestión de tráfico
6. Es más seguro
7. Más agradable, más tranquilo, me gusta
8. Más comodidad y autonomía

- 9. Más fácil y accesible
- 95. Otros (Especificar) _____
- 98. NS
- 99. NC

Si P25=97

P34. ¿Para **Motivo P03**, en qué medios de transporte haría este desplazamiento en caso de que no existiera este tramo de carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones, bicicletas y patinetes?

Si P12=1 o P18=1 o P19=1 El desplazamiento incluye también los trayectos realizados en los medios de transporte que me ha indicado anteriormente (medios de transporte de P13 y P20)

Puede señalar más de una opción, máximo 3.

- 1. Coche de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
- 2. Coche híbrido o eléctrico
- 3. Moto o ciclomotor de combustión (gasolina, gasoil, gas licuado)
- 4. Moto o ciclomotor eléctrico
- 5. Tren de cercanías (Cercanías Renfe, FGC...)
- 6. Tren de media o larga distancia (Alvia, AVE, Renfe regionales...)
- 7. Autobús urbano
- 8. Autobús interurbano
- 9. Metro
- 10. Tranvía
- 11. Taxi
- 12. Bicicleta mecánica (sin asistencia eléctrica)
- 13. Bicicleta eléctrica
- 14. VMP (patinete, hoveboard, etc.)
- 15. Caminar
- (si P12=2 i (P18=2 o P19=2)) 16. El mismo medio de transporte que actualmente (solo F02), pero seguiría otro itinerario
- (si P12=1 i/o (P18=1 o P19=1)) 17. Los mismos medios de transporte que actualmente (F02, P13 y/o P20), pero seguiría otro itinerario
- 98. Otros. Especificar _____
- 99. NS/NC

Si P25=97 y P34≠16 y P34≠17

P35. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaría en **medio de transporte 1 de P34** a realizar este desplazamiento?

- _____
- 99998. NS
 - 99999. NC

Si P25=97 y P34≠16 y P34≠17

P36. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaría en **medio de transporte 2 de P34** a realizar este desplazamiento?

- _____
- 99998. NS
 - 99999. NC

Si P25=97 y P34≠16 y P34≠17

P37. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dedicaría en **medio de transporte 3 de P34** a realizar este desplazamiento?

99998. NS

99999. NC

Si P34=16

P38. ¿Cuánto tiempo (en minutos) cree que dedicaría a realizar este desplazamiento en (**medio de transporte de F02**) si siguiera ese otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P34=17 y P12=1

P39. ¿Cuánto tiempo (en minutos) cree que dedicaría en **medios de transporte de P13** para realizar este desplazamiento si siguiera este otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P34=17

P40. ¿Cuánto tiempo (en minutos) cree que dedicaría en **medio de transporte de F02** para realizar este desplazamiento si siguiera este otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P34=17 y (P18=1 o P19=1) y (medios de transporte de P13 ≠ medios de transporte de P20)

P41. ¿Cuánto tiempo (en minutos) cree que dedicaría en **medios de transporte de P20 distintos de P13** para realizar este desplazamiento si siguiera este otro itinerario?

99998. NS

99999. NC

Si P25=97

P42. ¿Por qué realiza este desplazamiento por este carril-bici o infraestructura exclusiva para peatones, bicicletas y patinetes, en vez de mediante esa forma alternativa que me acaba de comentar? Puede señalar más de una opción. **Respuesta espontánea.**

1. Es más económico
2. Es más saludable
3. Es más rápido
4. Es menos contaminante
5. Puedo evitar estar en una congestión de tráfico
6. Es más seguro

- 7. Más agradable, más tranquilo, me gusta
- 8. Más comodidad y autonomía
- 9. Más fácil y accesible
- 95. Otros (Especificar)_____
- 98. NS
- 99. NC

P43. ¿Cuál es su nivel máximo de estudios finalizados?

- 1. Sin estudios y primarios (EGB, comercio, ESO, posgrado escolar)
- 2. Secundarios (Bachillerato, FP, BUP, COU, ciclos de formación de grado medio)
- 3. Estudios superiores (estudios universitarios, ciclos de formación de nivel superior)
- 98. Otros. Especificar_____
- 99. NS/NC

P44. ¿Cuál es el código postal de su domicilio actual?

99999. NS/NC

Si P44=99999

P45. ¿Cuál es el municipio de su domicilio actual? -----

99997. Fuera de Catalunya

P46. Sexo

- 1. Hombre
- 2. Mujer
- 3. No binario y otros

P47. ¿Me podría decir su nombre? _____

P48. ¿Y me podría decir su teléfono? En unos días podría recibir una llamada de un supervisor para garantizar que se le ha realizado la entrevista de acuerdo con las instrucciones recibidas

Muchas gracias por responder la entrevista

F03. Fecha y hora fin entrevista _____

F04. Fecha y hora fin de la entrevista _____

F05. Duración de la entrevista _____

