

ANEJO N°3

Estudio de tráfico

Índice

1	Introducción	1
2	Estudio de tráfico de Rontegi (sentido Oeste)	2
3	Tráfico para sección estructura del firme	3

APÉNDICE Nº3.1: ESTUDIO DE TRÁFICO DE RONTEGI (SENTIDO OESTE)

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es el estudio del tráfico en la nueva configuración prevista por el “ **Proyecto de Construcción de la Reducción de la Congestión en Nodos Viarios Metropolitanos y Conexión con la Red Transeuropea. Tramo Rontegi -Cruces**”.

El proyecto surge como respuesta a la necesidad de aumento de la capacidad del itinerario en el entorno del cruce del puente de Rontegi en sentido Oeste.

El entorno del Puente de Rontegi soporta los mayores niveles de tráfico de la red viaria vasca. Debido a los elevados volúmenes de vehículos, se registran retenciones recurrentes en las horas de máxima demanda: sentido Santander-Rontegi en las Punta de Mañana, y en sentido contrario, Rontegi-Santander, en las Punta de Tarde.

En noviembre de 2018 la empresa SyT realizó un estudio completo de las soluciones a implantar denominado “*Estudio de tráfico de Rontegi (sentido Oeste)*”, que se incluye como apéndice al “Anejo nº3 *Tráfico*”

El análisis del citado estudio de tráfico se limita al sentido Este-Oeste del paso de la Ría. En concreto, el objetivo del estudio es analizar y comprender las causas que originan las situaciones de congestión frecuentes en el tramo de la BI-30 comprendido entre el nudo de los Túneles de Artxanda y su conexión con la A-8 en Cruces, para posteriormente plantear actuaciones viables orientadas a solventar las problemáticas detectadas.

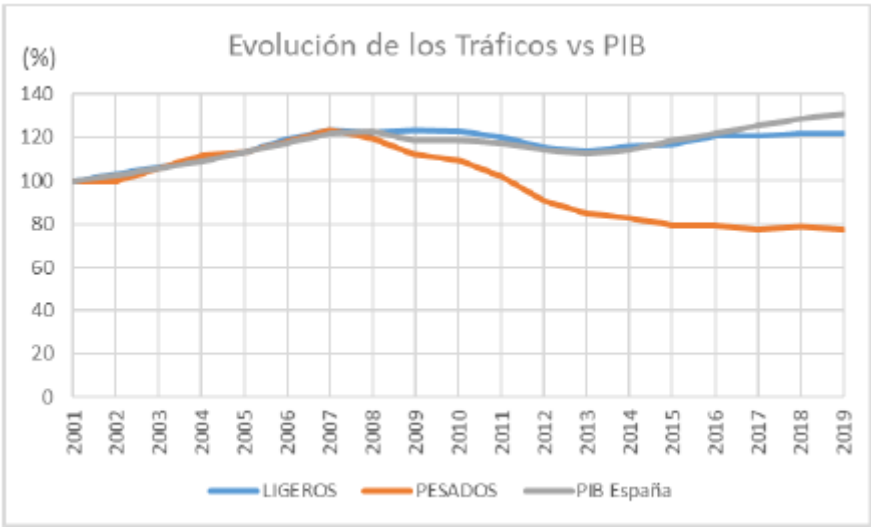
3 Tráfico para sección estructura del firme

Como datos de partida para la elección de la sección estructural del firme se empleará para ello las datos de la estación 45a situada en el puente de Rontegi en el tronco y la estación 44c para el ramal de salida sentido Barakaldo. En el siguiente cuadro se reflejan los datos de 2019.

AÑO	ESTACIÓN	TIPO	CARRETERA	LOCALIDAD	TRAMO	% Pes. D. Med.	VEHÍCULOS/DÍA (Media Anual)				Día Laborable Medio	
							IMD	Laborable	Sábado	Domingo	% Pesados	Nº Veh. Pes.
2019	45A	9	BI-30 (N-637)	Barakaldo	Barakaldo-E. Lutzana/Asua	6,8	140.394	159.938	108.317	79.754	7,8	12.475
2019	44C	8	I-30 (N-637- E)	Barakaldo	Barakaldo (Barakaldo-Rontegi)	3,5	14.157	16.027	10.922	8.043	4,1	657

De modo complementario se utilizarán los datos de tráficos recogidos en el Estudio de tráfico de Rontegi (sentido Oeste) como antecedente al presente proyecto y recogido como anexo en el anejo de tráfico.

En este estudio se analiza la viabilidad de la actuación desde el punto de vista del tráfico. Como parte del análisis se incluye el Modelo de Crecimiento con el tráfico tendencial.



Los datos observados muestran un desacoplamiento entre la evolución del PIB y del tráfico de PESADOS a partir de la crisis financiera del año 2008. Esta evolución dispar significa que el PIB no es capaz de explicar por si solo la evolución que está registrando el tráfico de pesados en la última década. Una justificación puede encontrarse en la transformación del tejido productivo que se ha producido como consecuencia de la mencionada crisis financiera de 2008, y que ha supuesto una disminución de los vehículos pesados.

Respecto al tráfico LIGERO el PIB estatal ha seguido una evolución pareja a la de los tráficos hasta el año 2016. Sin embargo, los datos indican que, en los últimos años (periodo 2016-2019) el tráfico Ligero está creciendo a un menor ritmo que la economía. Los crecimientos anuales de los tres últimos ejercicios (0,1%; 0,8%, 0,2%) son inferiores al 1%.

Ante esta realidad en la que el PIB no es capaz de explicar la evolución de los tráficos se ha decidido aplicar una tasa de crecimiento anual genérica del 1%, tanto para vehículos Ligeros como vehículos Pesados, con el objetivo de dejar los resultados del análisis del lado de la seguridad al tiempo que se proyecta un crecimiento tendencial moderado como el que viene registrándose tras la crisis financiera de 2008.

Por otro lado, la crisis económica, social y sanitaria creada por el virus COVID-19 ha supuesto un frenazo para la economía y para el crecimiento de los tráficos. En el momento de elaboración de este estudio existe una incertidumbre alta de cómo va a evolucionar la economía y la movilidad en los próximos años. Esta incertidumbre es otro de los factores que se ha tenido en cuenta a la hora de establecer una tasa de crecimiento constante del 1%.

Teniendo en cuenta que la previsión de puesta en servicio del tramo apunta al año 2024, y que debido al escenario existente a lo largo del año 2020 (disminución del tráfico debido a la COVID-19) se considera crecimiento nulo del tráfico de vehículos pesados durante el 2020 (estando el dimensionamiento del firme del lado de la seguridad, debido a que en realidad se ha producido un descenso del tráfico), se aplican las hipótesis de crecimiento de tráfico recogidas en el Estudio de Tráfico para obtener la IMD del año de puesta en servicio, teniendo en cuenta una tasa de crecimiento del 0% en el año 2020:

Tronco BI-30

IMDp (2019)= 9.547 vh => IMDp (2024)= 10.034 vh

Ramal Sent. Barakaldo

IMDp (2019)= 495 vh => IMDp (2024)= 521 vh

APÉNDICE N°3.1

Estudio de tráfico de Rontegi (sentido Oeste)

ESTUDIO DE TRÁFICO RONTEGI OESTE (2020)
Supresión Convergencia Kukularra-Avanzada



NOVIEMBRE 2020

Índice

1	Introducción.....	5
1.1	Antecedentes.....	5
1.2	Estructura del documento.....	7
2	Actualización del Modelo Microsimulación.....	8
2.1	Microsimulación del Periodo Punta Completo (4 horas).....	8
2.2	Extensión del ámbito simulado.....	9
2.3	Tráficos del año 2019	10
2.4	Tráficos cada 15 minutos	10
2.5	Trenzados sobre el Puente de Rontegi.....	10
2.6	Horizonte de Análisis	13
2.7	Modelo de Crecimiento (Impacto COVID-19).....	14
3	Análisis Microscópico.	16
3.1	Introducción	16
3.2	Herramienta de Microsimulación.....	16
3.3	Indicadores de Evaluación	18
3.4	Construcción y Calibración del modelo	19
3.5	Resultados del Análisis de Microsimulación	25
3.5.1	Velocidades y Tiempos de Recorrido	25
3.5.2	Colas	28
3.5.3	Intensidad - Capacidad	31
3.5.4	Indicadores Globales de Red.....	34
3.5.5	Imágenes de la Microsimulación.....	36
4	Resumen y Conclusiones.....	43
4.1	Resumen.....	43
4.2	Conclusiones	44

Índice de Tablas

Tabla 1:	Trenzados en Rontegi (HPT). Resultados Trayectorias GPS.	12
Tabla 2:	Trenzados en Rontegi (HPT). Comparativa MMBM vs GPS.	12
Tabla 3:	Escenarios evaluados.....	14
Tabla 4:	Tasas de Crecimiento Acumuladas. Tráficos Ligeros y Pesados.	15
Tabla 5:	Calibración del modelo. Estadístico GEH - LIGEROS.	23
Tabla 6:	Calibración del modelo. Estadístico GEH - PESADOS.	24
Tabla 7:	Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.	26

Índice de Figuras

Figura 1 Relevancia del Puente de Rontegi en la red de alta capacidad.	5
Figura 2 Convergencia Avanzada/Txorierrri.	6
Figura 3: Esquema acceso a Rontegi en Escenario E2.....	6
Figura 4: Esquema salida de Rontegi en Escenario E3	7
Figura 5: Esquema salida de Rontegi en Escenario E3	8
Figura 6: Ámbito de red ampliado.....	9
Figura 7: Ubicación de las estaciones de aforo MKZ empleadas	10
Figura 8: Trenzado de Rontegi empleados en 2018.	11
Figura 9: Pantallas de Entrada y Salida análisis GPS.	12
Figura 10: Variación de la Distribución de los Tráficos en los ramales de Salida del Puente de Rontegi.....	13
Figura 11: Estaciones de aforo DFB empleadas para el Modelo de Crecimiento.	14
Figura 12: Comparativa Evolución de los Tráficos y del PIB España.	15
Figura 13 PTV Vissim 11.0	17
Figura 14 Ejemplo de la complejidad de redes que se pueden modelar con PTV Vissim 2021	17
Figura 15 Ejemplos del nivel de detalle que ofrece PTV Vissim11.0	18
Figura 16 Recorrido Txorierrri-Santander	19
Figura 17 Elementos de caracterización de la oferta viaria	20
Figura 18 Elementos de caracterización de la demanda de tráfico	21
Figura 19 Ubicación Secciones de Control	21
Figura 20 Ajuste del modelo. Coeficiente de Correlación	22
Figura 21: Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.	27
Figura 22: Resultados. Colas.....	28
Figura 23 Seccione de Control de Intensidad	31
Figura 24: Resultados. Intensidades. Sección de Rontegi.....	32
Figura 25: Resultados. Intensidades Máximas. Secciones de Control.	33
Figura 26: Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.	34
Figura 27: Resultados. Formación de colas. E0 - Barakaldo.....	36
Figura 28: Resultados. Formación de colas. E0 - Trenzado Enekuri/Kukularra.....	36
Figura 29: Resultados. Formación de colas. E0 - Salida de Enekuri.	37

Figura 30: Resultados. Formación de colas. E0 - Incorporación T. Artxanda.	37
Figura 31: Resultados. Formación de colas. E0 - Incorporación de Sondika.	38
Figura 32: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (1).....	38
Figura 33: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (2).....	39
Figura 34: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (3).....	39
Figura 35: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (4).....	40
Figura 36: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (1).....	40
Figura 37: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (2).....	41
Figura 38: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (2).....	41
Figura 39: Resultados. Agravación problemas de Incorporación Barakaldo.	42

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El Puente de Rontegi es uno de los tramos viarios más sensibles de la red viaria de Bizkaia, tanto por las elevadas intensidades de tráfico que soporta como por su importancia estratégica a la hora de canalizar y distribuir los tráficos entre las dos márgenes de la ría del Nervión-Ibaizabal.

Desde que se inaugurara en 1983 el volumen de tráfico que circula a diario por sus cuatro carriles por sentido ha crecido de manera continuada. La caída de tráficos que se registró en los años posteriores a la crisis financiera del 2008 alivió en cierta medida el grado de saturación que venía soportando, pero la activación económica de los últimos años (precrisis del Covid-19) ha vuelto a poner de manifiesto la falta de capacidad de la que adolece la única conexión vial de alta capacidad que conecta ambas márgenes de la ría del Nervión, y que registra un tráfico diario de 150.000 vehículos.

Las retenciones se registran en las horas de máxima demanda: sentido Santander-Txorierrri (sentido Este) durante el periodo Punta de Mañana, y en sentido contrario, Txorierrri-Santander (sentido Oeste), durante la Punta de Tarde.

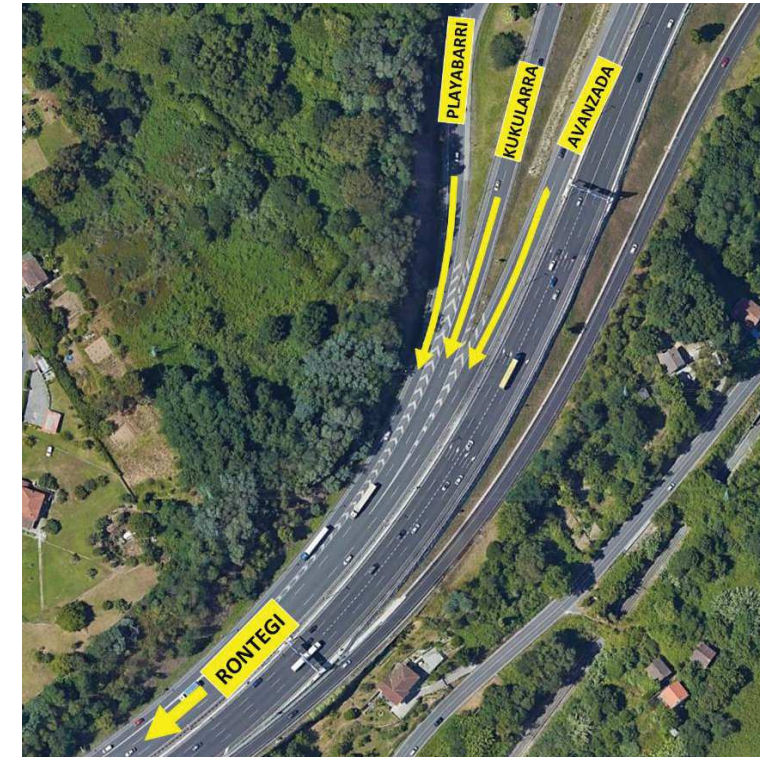
Figura 1 Relevancia del Puente de Rontegi en la red de alta capacidad.



Fuente: elaboración propia.

En este contexto, en el año 2018 SyT llevó a cabo un estudio de tráfico de los flujos del Puente de Rontegi en sentido Oeste. En dicho estudio se analizaron, entre otros, dos escenarios, asociados a la supresión de la Convergencia Actual de los ramales procedentes de la Avanzada y del Txorierrri.

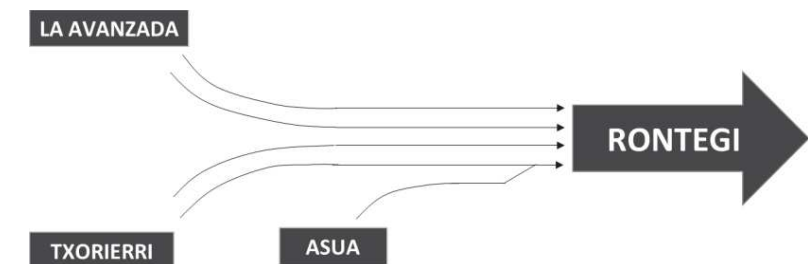
Figura 2 Convergencia Avanzada/Txorierrri.



Fuente: elaboración propia.

- **Escenario E2:** ACCESO CON CARRIL DE INCORPORACIÓN desde Asua. En este escenario, se garantiza la continuidad de los 2 carriles procedentes tanto del Txorierrri, como de La Avanzada. El ramal de acceso desde Asua (Playabarri) será el que ceda el paso a los vehículos que proceden del Txorierrri con un carril de aceleración de 220 metros de longitud.

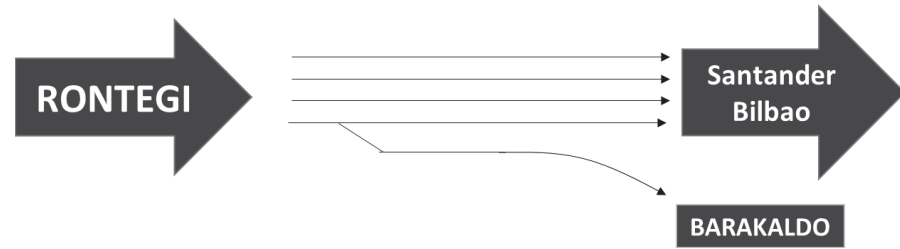
Figura 3: Esquema acceso a Rontegi en Escenario E2



Fuente: Estudio de Tráfico Rontegi-Oeste. SyT 2018.

- **Escenario E3:** Al escenario E2 se le modifica la salida de Barakaldo de forma que los 4 carriles de Rontegi continúan hacia Santander y Bilbao. En este escenario el carril de salida hacia Barakaldo se abre una vez pasado el tablero del puente de Rontegi.

Figura 4: Esquema salida de Rongegi en Escenario E3



Fuente: Estudio de Tráfico Rongegi-Oeste 2018.

El Estudio de 2018 concluía que el Escenario E2 elimina el cuello de botella que se genera actualmente en la convergencia a 3 carriles de los 2 carriles procedentes de Kukularra con los 2 carriles procedentes de la Avanzada.

También se identificó que la eliminación de este cuello de botella podría activar a corto plazo un nuevo cuello de botella en los 3 carriles actuales de salida de Rongegi hacia Bilbao y Cantabria. Por esta razón se definió el Escenario E3.

En el presente estudio se aborda el análisis en mayor detalle del impacto que la configuración recogida en el Escenario 2 (supresión de la Convergencia) tendrá en la capacidad de Rongegi y en los tráficos de la red vial del ámbito de estudio, particularmente en el Corredor del Txorierri.

En este contexto y debido a cuestiones de plazos del Cliente se planteó dividir el estudio en 2 Etapas:

- **ETAPA 1:** Entregado en forma de Nota de Trabajo con fecha de 19/02/2020, se realizó un análisis con la misma información y modelo de microsimulación construido para el Estudio de 2018.
- **ETAPA 2:** Se hace el mismo análisis actualizando el modelo de microsimulación, con nuevos datos de tráfico y simulando de forma dinámica el periodo de tarde completo (4 horas) y no sólo la hora punta.

El presente documento recoge el análisis correspondiente a la ETAPA 2 que, gracias a las actualizaciones llevadas a cabo en el modelo de microsimulación, supone el estudio de tráfico con mayor grado de detalle realizado hasta la fecha por SyT sobre el impacto que generará la supresión de la Convergencia Avanzada/Kukularra en la red vial del entorno.

1.2 Estructura del documento

El documento se estructura bajo los siguientes apartados:

- Descripción de las actualizaciones o mejoras llevadas a cabo en el modelo de microsimulación respecto a estudios anteriores.
- Especificación del Modelo de Microsimulación empleado para el análisis y presentación de los resultados obtenidos para cada escenario y horizonte temporal de análisis empleado.
- Resumen y Conclusiones. Finalmente, se realiza un resumen del trabajo y se enumeran las principales conclusiones del estudio.

2 Actualización del Modelo Microsimulación

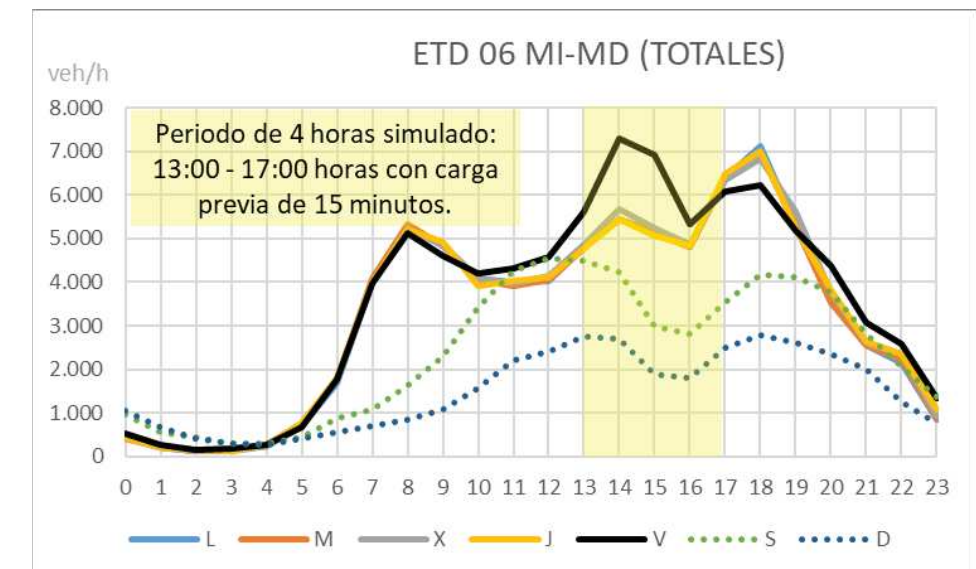
A continuación, se describen las actualizaciones que se han llevado a cabo en el Modelo de Microsimulación con el objetivo de obtener una modelización lo más realista posible de la realidad observada.

2.1 Microsimulación del Periodo Punta Completo (4 horas)

En los estudios anteriores el análisis de microsimulación se limitaba a una hora punta determinada con el correspondiente periodo previo de precarga de la red (15 minutos).

En esta ocasión, y en respuesta a una de las consideraciones que se realizó en el estudio del año 2018, se ha optado por simular el periodo punta en su globalidad con el objetivo de medir de forma adecuada el fenómeno de la congestión a través de los indicadores de velocidad, longitud de colas, demoras, etc.

Figura 5: Esquema salida de Rongegi en Escenario E3



Así pues, se ha establecido un periodo de simulación de 4 horas. El análisis se ha centrado en la Hora Punta de Mediodía del Viernes, en el periodo entre las 13:00 y 17:00 horas, por las siguientes razones:

- a) La Hora Punta de Mediodía de los Viernes es el periodo de la semana en el que más congestión se viene registrando en el ámbito del Puente de Rongegi en sentido Oeste (Txorierri-Max Center). En el gráfico superior puede apreciarse como las intensidades de los viernes al mediodía, aunque muy parejas, son ligeramente superiores a las registradas las tardes de los días Laborables. En este sentido, el análisis y las conclusiones correspondiente a la punta de mediodía del viernes que se realiza en este estudio son extrapolables a lo que ocurre en la punta de tarde de los días Laborables.
- b) Varias de las actualizaciones del modelo realizadas en esta ETAPA 2 del estudio han supuesto un aumento importante de la complejidad del modelo de microsimulación, y de forma asociada un incremento del tiempo destinado a calibración, ajuste y ejecución del modelo. Esta realidad ha provocado limitar el análisis al periodo punta más crítico.

- c) Por otro lado, en la ETAPA 1 del estudio se comprobó que el aumento de tráficos derivado del fenómeno de deslaminación de la hora punta y del incremento tendencial de los tráficos no generará problemas de retenciones durante el Periodo Punta de Mañana.

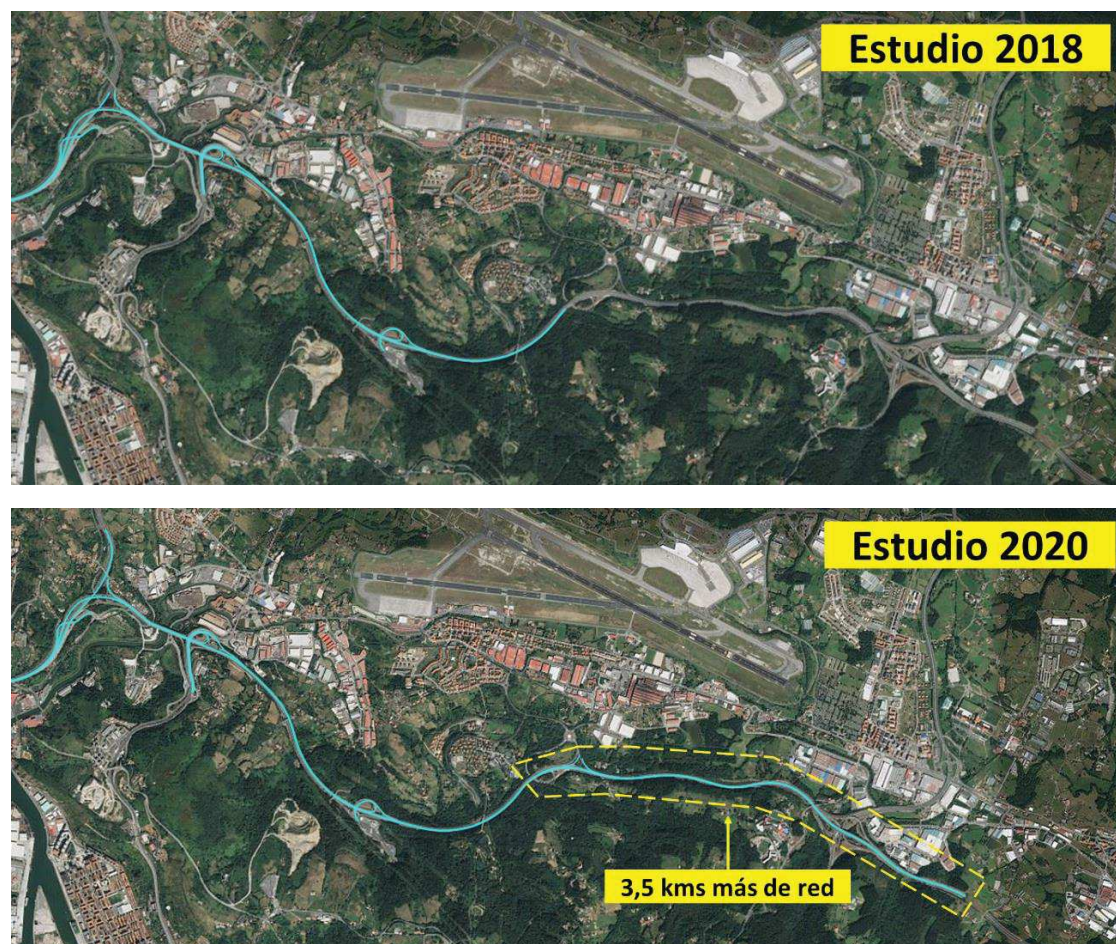
2.2 Extensión del ámbito simulado

En estudios anteriores se comprobó que la extensión de red empleada era insuficiente para medir en su globalidad el fenómeno de la congestión que se produce por efecto de la falta de capacidad de la Convergencia Avanzada/Txorierri, particularmente en el Corredor del Txorierri que es dónde se registran las mayores retenciones.

En base a la realidad observada se sabe que las retenciones y las caídas de velocidad asociadas a la congestión se extienden aguas arriba del enlace de Kukularra, alcanzando el enlace de los túneles de Artxanda en primera instancia y posteriormente el Enlace de Derio en los momentos más críticos de la Punta de los Viernes.

Hasta ahora la red microsimulada no incluía el tramo del Corredor del Txorierri entre los Túneles de Artxanda y el Enlace de Derio. En esta ocasión se ha decidido incluir este tramo de red para lograr así medir la longitud de las colas en su globalidad.

Figura 6: Ámbito de red ampliado

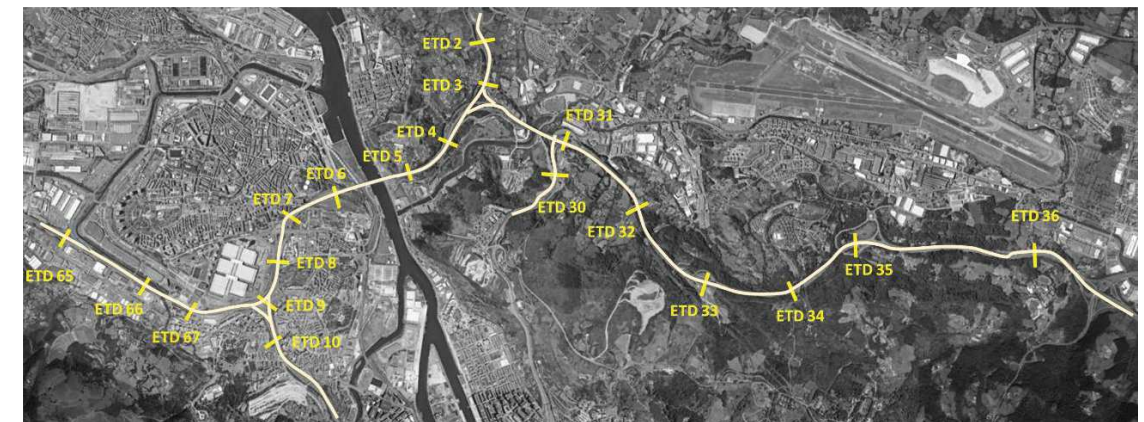


2.3 Tráficos del año 2019

Otra de las actualizaciones realizadas ha consistido en actualizar los datos de tráfico empleados en estudios anteriores. En el estudio de 2018 se emplearon datos de tráfico correspondientes al mes de mayo del año 2018. En esta ocasión se han empleado datos de octubre de 2019. Dada la situación de excepcionalidad generada por el COVID-19 los tráficos del año 2020 no son representativos de la movilidad habitual en el ámbito de estudio y, por tanto, se puede afirmar que se han empleado los datos de tráfico disponibles más actualizados.

Se han procesado datos de las estaciones de aforo que se destacan en la figura adjunta.

Figura 7: Ubicación de las estaciones de aforo MKZ empleadas



2.4 Tráficos cada 15 minutos

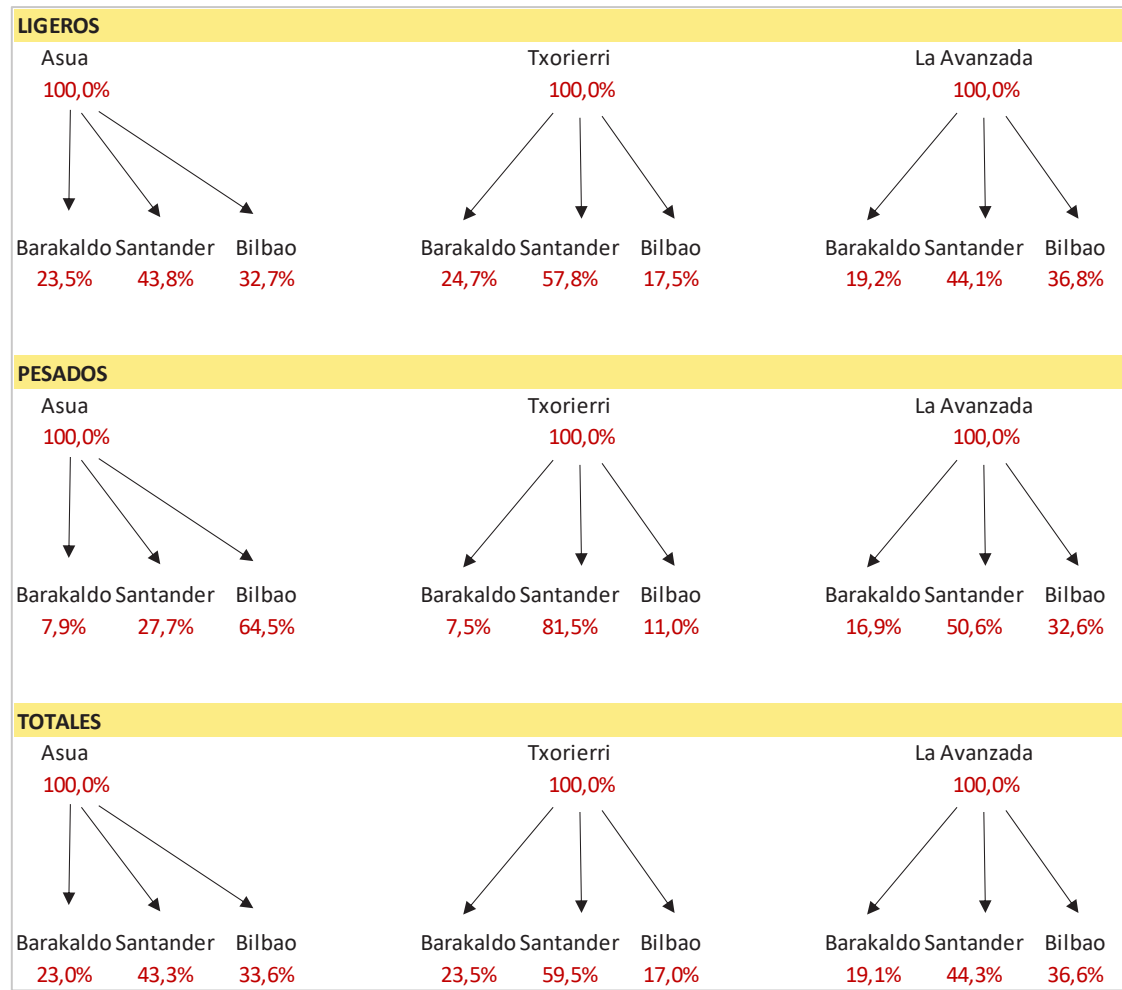
Otra de las mejoras implementadas respecto a estudios anteriores tiene que ver con el nivel de desagregación temporal de los tráficos empleado. En ocasiones anteriores los datos de tráfico introducidos al modelo se procesaban a nivel horario. El tráfico simulado no se distribuía de forma homogénea a lo largo de la hora simulada debido a que el propio software de simulación introduce cierta variabilidad en los tráficos. Sin embargo, se ha comprobado que no es suficientemente fiel a la variación temporal que se ha observado a partir de los datos de tráfico a nivel de cuarto de hora.

En esta ocasión se ha decidido emplear los datos de tráfico en periodos de 15 minutos con el objetivo de reproducir de la forma más realista posible las condiciones de tráfico observadas. Este aspecto es especialmente relevante en el proceso de formación de las retenciones y la propagación de las colas.

2.5 Trenzados sobre el Puente de Rontegi

En relación con el reparto de tráficos que se produce a lo largo del Puente de Rontegi en el estudio de 2018 se emplearon los repartos obtenidos del Modelo Multimodal del Bilbao Metropolitano [MMBM] desarrollado por SyT.

Figura 8: Trenzado de Rontegi empleados en 2018.



Fuente: Modelo Multimodal del Bilbao Metropolitano (SyT).

En esta ocasión se ha dispuesto de nueva información a partir de datos GPS empleados en el estudio "Flujos de Rontegi" encargado por la DFB a SyT. Estos nuevos datos se han empleado para verificar los repartos empleados en 2018.

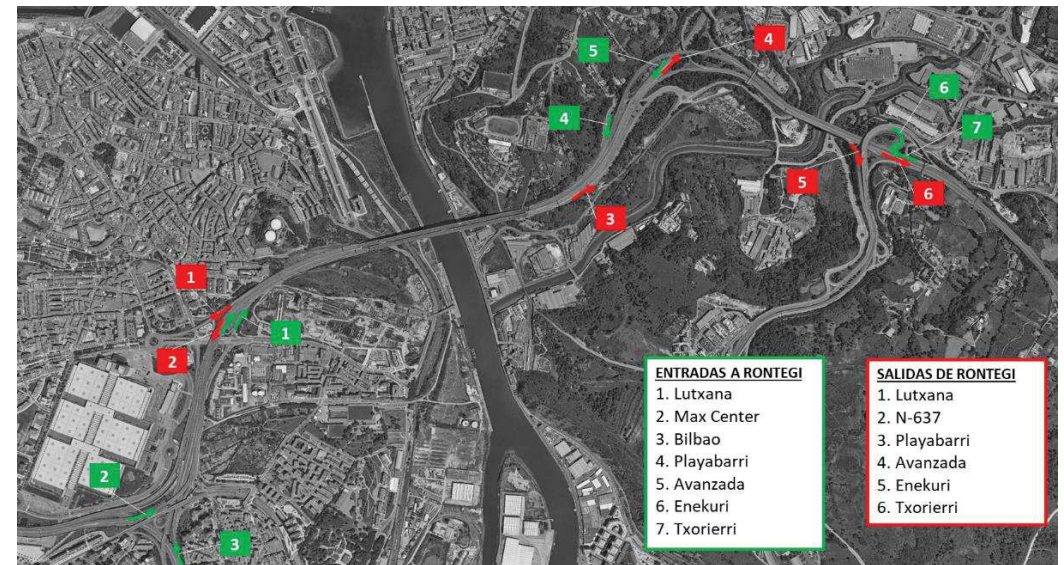
Datos de las señales GPS

Los datos capturados mediante señales GPS de TomTom se corresponden con los tráficos de los días laborables (L, M, X y J) de octubre y noviembre del año 2019. Se distinguieron 4 periodos horarios de 3 horas.

- 7:00 – 10:00 h (Punta Mañana)
- 10:00 – 13:00 h (Valle Mañana)
- 13:00 – 16:00 h (Valle Tarde)
- 17:00 – 20:00 h (Punta Tarde)

El análisis de GPS ha permitido conocer la distribución de tráficos en las entradas y salidas del Puente de Rontegi.

Figura 9: Pantallas de Entrada y Salida análisis GPS.



A partir de los datos de GPS se ha determinado la siguiente distribución de tráficos en el Puente de Rontegi para el periodo Punta de Tarde de los días Laborables. Es necesario aclarar que los datos de GPS no distinguen entre vehículos Ligeros y Pesados. Es por ello que la comparación de los datos se ha realizado a nivel de vehículos totales.

Tabla 1: Trenzados en Rontegi (HPT). Resultados Trayectorias GPS.

	Barakaldo	N-637	
Avanzada	17%	83%	100%
Asua	24%	76%	100%
Txorierri	27%	73%	100%
	23%	77%	100%

Fuente: Datos obtenidos de trayectorias GPS suministradas por TomTom.

De los datos de ambas fuentes se puede comprobar que existe un alto grado de coincidencia para la Hora Punta de Tarde analizada. El reparto de los tráficos que, procediendo de los ramales Avanzada, Asua y Txorierri se dirigen hacia Barakaldo o continúan por la N-637 (suma de las secciones Santander y Bilbao) es muy similar en ambas fuentes.

Tabla 2: Trenzados en Rontegi (HPT). Comparativa MMBM vs GPS.

	MMBM	GPS
Avanzada - Barakaldo	19%	17%
Asua - Barakaldo	23%	24%
Txorierri - Barakaldo	24%	27%
Avanzada - N-637	81%	83%
Asua - N-637	77%	76%
Txorierri - N-637	76%	73%

Fuente: MMBM y trayectorias GPS.

Es por ello que se ha dan por buenas las distribuciones de tráficos del MMBM aplicadas en el estudio de 2018.

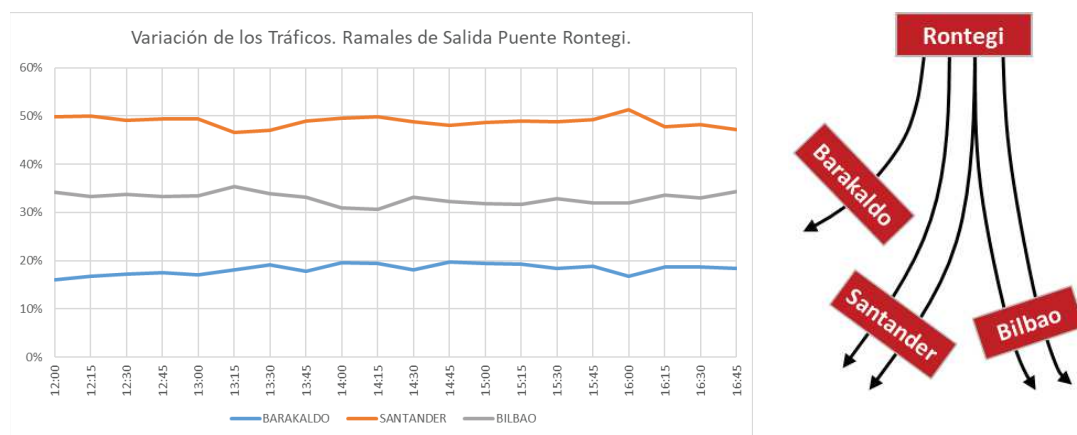
Se asume que la distribución de tráficos en la Punta de Mediodía del viernes se asemeja a la que se registra en los periodos Punta de Tarde de los días Laborables.

Por otro lado, dado que en esta ocasión no se está simulando únicamente la hora punta, sino todo el periodo de cuatro horas se ha considerado oportuno comprobar que la distribución de los tráficos en la salida del Puente de Rontegi no sufre variaciones importantes.

Así pues, se ha verificado que la distribución de los tráficos en los ramales de salida del Puente de Rontegi (Barakaldo, Santander y Bilbao) no sufren grandes variaciones. De esta manera se comprueba que al aplicar los repartos determinados previamente de forma constante a lo largo de todo el periodo de simulación no se generan distorsiones importantes de la realidad.

Dicho de otra manera, los tráficos en los ramales de salida del Puente de Rontegi que se obtienen de aplicar los repartos del modelo MMBM a los tráficos de entrada observados (MKZ) coinciden en un alto grado con los tráficos de salida observados en la realidad (MKZ).

Figura 10: Variación de la Distribución de los Tráficos en los ramales de Salida del Puente de Rontegi.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de MKZ.

2.6 Horizonte de Análisis

En la ETAPA 1 del estudio se evaluaron los escenarios E0, E2 y E3 en los horizontes temporales 2018/2020/2022/2025/2030. En esta ocasión teniendo en cuenta que:

- el escenario base calibrado corresponde al año 2019.
- que además el año de puesta en servicio del Subfluvial de Lamiako será el año 2027. Cabe recordar en este punto que la apertura del Subfluvial generará una reducción importante de los tráficos en el Puente de Rontegi y que, por tanto, a partir de ese momento el escenario de congestión que se está evaluando en este estudio desaparecerá. Es por ello que no se ha considerado oportuno evaluar escenarios posteriores.

- Dado que el objeto principal del estudio es evaluar la funcionalidad del Escenario E2 en el corto plazo se ha considerado conveniente analizar cortes temporales cada dos años. En el estudio de 2018 se establecieron cortes temporales cada cinco años.

Por las razones expuestas se ha optado por simular los cortes temporales 2019/2021/2023/2025/2027 de cada uno de los tres escenarios analizados (E0, E2, E3).

Tabla 3: Escenarios evaluados

	2019	2021	2023	2025	2027
E0 (Actual)	X	X	X	X	X
E2	X	X	X	X	X
E3	X	X	X	X	X

2.7 Modelo de Crecimiento (Impacto COVID-19)

Otro de los aspectos que se ha revisado tiene que ver con el modelo de crecimiento de tráficos empleado para determinar el crecimiento de los tráficos para los distintos horizontes temporales de análisis.

En base a la información de tráficos actualizada al año 2019 de las estaciones de aforo empleadas en anteriores estudios y, que se recogen en la figura adjunta, se ha realizado una proyección tendencial de los tráficos históricos registrados en el ámbito de estudio.

Figura 11: Estaciones de aforo DFB empleadas para el Modelo de Crecimiento.

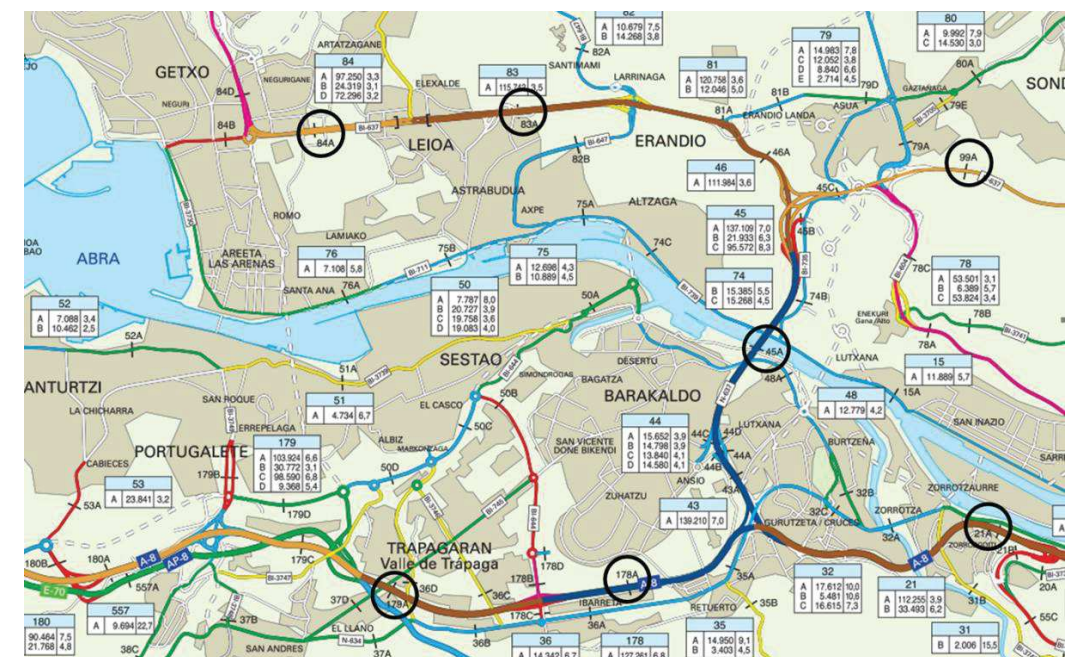
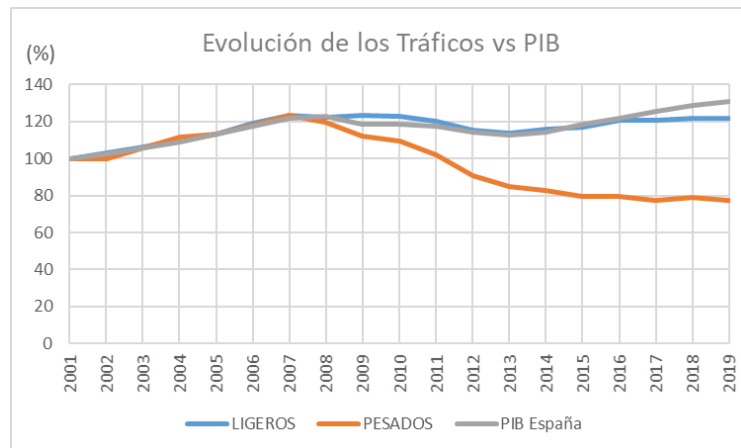


Figura 12: Comparativa Evolución de los Tráficos y del PIB España.


Los datos observados muestran un desacoplamiento entre la evolución del PIB y del tráfico de PESADOS a partir de la crisis financiera del año 2008. Esta evolución dispar significa que el PIB no es capaz de explicar por si solo la evolución que está registrando el tráfico de pesados en la última década. Una justificación puede encontrarse en la transformación del tejido productivo que se ha producido como consecuencia de la mencionada crisis financiera de 2008, y que ha supuesto una disminución de los vehículos pesados.

Respecto al tráfico LIGERO el PIB estatal ha seguido una evolución pareja a la de los tráficos hasta el año 2016. Sin embargo, los datos indican que, en los últimos años (periodo 2016-2019) el tráfico Ligero está creciendo a un menor ritmo que la economía. Los crecimientos anuales de los tres últimos ejercicios (0,1%; 0,8%, 0,2%) son inferiores al 1%.

Ante esta realidad en la que el PIB no es capaz de explicar la evolución de los tráficos se ha decidido aplicar una tasa de crecimiento anual genérica del 1%, tanto para vehículos Ligeros como vehículos Pesados, con el objetivo de dejar los resultados del análisis del lado de la seguridad al tiempo que se proyecta un crecimiento tendencial moderado como el que viene registrándose tras la crisis financiera de 2008.

Por otro lado, la crisis económica, social y sanitaria creada por el virus COVID-19 ha supuesto un frenazo para la economía y para el crecimiento de los tráficos. En el momento de elaboración de este estudio existe una incertidumbre alta de cómo va a evolucionar la economía y la movilidad en los próximos años. Esta incertidumbre es otro de los factores que se ha tenido en cuenta a la hora de establecer una tasa de crecimiento constante del 1%.

La idea es que a pesar de que durante los años 2020 y 2021 se produzca un descenso de los tráficos, en algún momento la economía y los tráficos se recuperarán, de tal forma que los tráficos se alineen con la evolución tendencial proyectada con una tasa de crecimiento anual del 1%.

Tabla 4: Tasas de Crecimiento Acumuladas. Tráficos Ligeros y Pesados.

Periodo	t.a.c.a.
2019-2021	2,01%
2019-2023	4,06%
2019-2025	6,15%
2019-2027	8,29%

3 Análisis Microscópico.

3.1 Introducción

El análisis del impacto que la supresión de la Convergencia Avanzada/Kukularra generará sobre la red vial del entorno concierne una gran complejidad desde el punto de vista tanto de la demanda de tráfico como de la oferta vial. Gran parte del éxito del análisis depende del grado de detalle con el que se reproduzcan las condiciones de tráfico (intensidades y distribuciones de tráfico en periodos cortos de tiempo, límites de velocidad, conducta de los usuarios, etc.) y la oferta viaria (pendientes, grados de curvatura, prioridades de paso, distancias de trenzado, etc.).

El grado de complejidad mencionado hace necesario el uso de herramientas de microsimulación que permitan reproducir la realidad con un nivel de detalle suficiente para que el modelo sea sensible a la modificación de oferta viaria (supresión de la convergencia) que se desea evaluar, y lo haga de una forma realista.

El apartado de análisis microscópico llevado a cabo se estructura según el siguiente esquema:

- En primer lugar, se detallan los aspectos más relevantes de la **herramienta de microsimulación** empleada para el análisis.
- Seguidamente, se definen los **indicadores de simulación** cuyos valores numéricos servirán para comparar y evaluar los distintos escenarios.
- Posteriormente, se explica de qué manera se ha llevado a cabo la **caracterización de la Situación Actual**, tanto de la oferta como de la demanda de tráfico y que, tras una adecuada **calibración y validación**, ha dado como resultado la construcción de un escenario base respecto del cual se han realizado las principales comparaciones.
- Se presentan los escenarios de microsimulación construidos su evaluación, así como los **resultados** obtenidos en la evaluación funcional de los mismos según los indicadores de eficiencia operativa presentados anteriormente.
- Y, finalmente, se recogen las **conclusiones** alcanzadas en el análisis realizado.

3.2 Herramienta de Microsimulación

Los softwares de microsimulación de tráficos son una herramienta muy útil que permiten caracterizar con un alto grado de detalle redes viarias complejas, compuestas por disposiciones sucesivas de tramos viarios de tipo convergencia, divergencia y trenzado.

Figura 13 PTV Vissim 11.0



Fuente: Documentación Técnica. PTV-VISSIM.

PTV Vissim 2021, software desarrollado por PTV GROUP, es capaz de representar el comportamiento individual de todos los usuarios de la vía pública de forma muy detallada. El hecho de que el software permita modelar el comportamiento individual de cada usuario permite estudiar de forma realista las interacciones entre ellos, brindando la posibilidad de comprender y determinar cuáles son las causas que en primera instancia generan una situación de congestión determinada, por ejemplo, el nivel de servicio de un elemento viario, o las ventajas competitivas que una configuración viaria concreta genera respecto a otra, en términos de tiempos de ahorro, de capacidad viaria, de impacto medioambiental y de la seguridad viaria.

Figura 14 Ejemplo de la complejidad de redes que se pueden modelar con PTV Vissim 2021



Fuente: Estudio de Tráfico realizado por SyT. 2018.

Figura 15 Ejemplos del nivel de detalle que ofrece PTV Vissim11.0



Fuente: Estudio de Tráfico realizado por SyT. 2019.

PTV Vissim es un software de microsimulación de tráfico basado en la representación del comportamiento individual de cada usuario que ingresa en el modelo. Al igual que otros softwares de simulación de tráfico a escala microscópica, la simulación del comportamiento individual se basa principalmente en 2 modelos de comportamiento:

- **Car-following Model (modelo de seguimiento):** modelo que controla la velocidad, aceleración, deceleración y distancia respecto al vehículo que precede a un determinado vehículo cuando circula por un carril.
- **Lane-changing Model (modelo de cambio de carril):** modelo que controla cuándo y cómo un determinado vehículo realiza un cambio de carril.

En lo que respecta al modelo de seguimiento (car-following) PTV Vissim usa el modelo de percepción psico-físico desarrollado por Wiedemann (1974), en contraste con los modelos de tráfico más simples en los que se proporciona una velocidad mayoritariamente constante y una lógica determinista de los automóviles.

El concepto básico del modelo Wiedemann (1974) es que el conductor de un vehículo en movimiento más rápido comienza a desacelerar a medida que alcanza su umbral de percepción individual respecto a un vehículo en movimiento más lento. Dado que no puede determinar exactamente la velocidad de ese vehículo, su velocidad caerá por debajo de la velocidad del mencionado vehículo hasta que comience a acelerar ligeramente otra vez después de alcanzar otro umbral de percepción. Se produce una ligera y constante aceleración y desaceleración. Este hecho proporciona un comportamiento más realista del usuario.

3.3 Indicadores de Evaluación

De cara a evaluar los escenarios planteados se han empleado los siguientes indicadores:

- **Indicadores de red:** son indicadores que tienen en cuenta todos los usuarios que atraviesan la red simulada durante todo el tiempo de simulación.
 - Tiempo de Viaje Total (horas)
 - Distancia total recorrida (km)
 - Demora Total (horas)
 - Demora/Tiempo de Viaje (%)
 - Demora total en parada (horas)
 - Vehículos Totales Simulados
 - Velocidad Media (km/h)
 - Demora Media (seg)
 - Número Medio de Paradas

- **Tiempo de recorrido:** tiempo promedio, en minutos, que resulta de promediar el tiempo empleado por cada uno de los usuarios que completan el recorrido Txorierri-Santander que se ilustra en la figura adjunta.

Figura 16 Recorrido Txorierri-Santander



Fuente: Estudio de Tráfico realizado por SyT. 2019.

- **Velocidad media de recorrido:** velocidad promedio que registran los usuarios al completar el recorrido Txorierri-Santander de la figura anterior.
- **Demora media:** tiempo medio de retraso, en minutos, que acumulan los vehículos en recorrer todo el recorrido Txorierri-Santander, respecto a una situación sin congestión de la red (situación ideal).
- **Cola media:** longitud media de la cola de vehículos, en metros, registrada en cada cuarto de hora de simulación, contando desde la Convergencia hacia *aguas arriba* del Corredor del Txorierri. Debido a limitaciones de extensión de red que impone el software, los resultados de la cola está acotada superiormente en 8.716 metros.
- **Cola máxima:** longitud máxima de cola de vehículos, en metros, que se llega a alcanzar en cada uno de los ramales de la intersección o nodo en cuestión durante la hora completa de simulación.

Tal y como se ha comentado previamente toda evaluación se ha realizado sobre una ejecución completa de 4 horas, representativa de la hora Punta de Mediodía de los viernes. Además, se ha establecido un periodo de “carga” de la red de 15 minutos. Los resultados de los indicadores se muestran por intervalos de 15 minutos entre las 13:00 y las 17:00.

Además, debido a que los modelos de microsimulación son estocásticos por naturaleza. Es necesaria cierta variabilidad en los inputs de tráfico introducidos, por lo que se realizan 10 ejecuciones completas en cada escenario con diferentes valores semilla. El resultado de cada una de las ejecuciones es promediado para obtener un indicador general de comportamiento que reduzca el error asociado al comportamiento estocástico en las situaciones generadas.

3.4 Construcción y Calibración del modelo

El primer paso del análisis de microsimulación ha consistido en caracterizar adecuadamente la oferta viaria y la demanda de tráfico de la Situación Actual, lo que permite calibrar los patrones de comportamiento vehicular observados.

El software de simulación ha permitido modelizar de manera detallada y fiel, los distintos elementos viales incluidos en el ámbito de estudio: geometrías, prioridades de paso, regulaciones semafóricas, número de carriles, señales de limitación de velocidad, stops, pasos peatonales, etc.

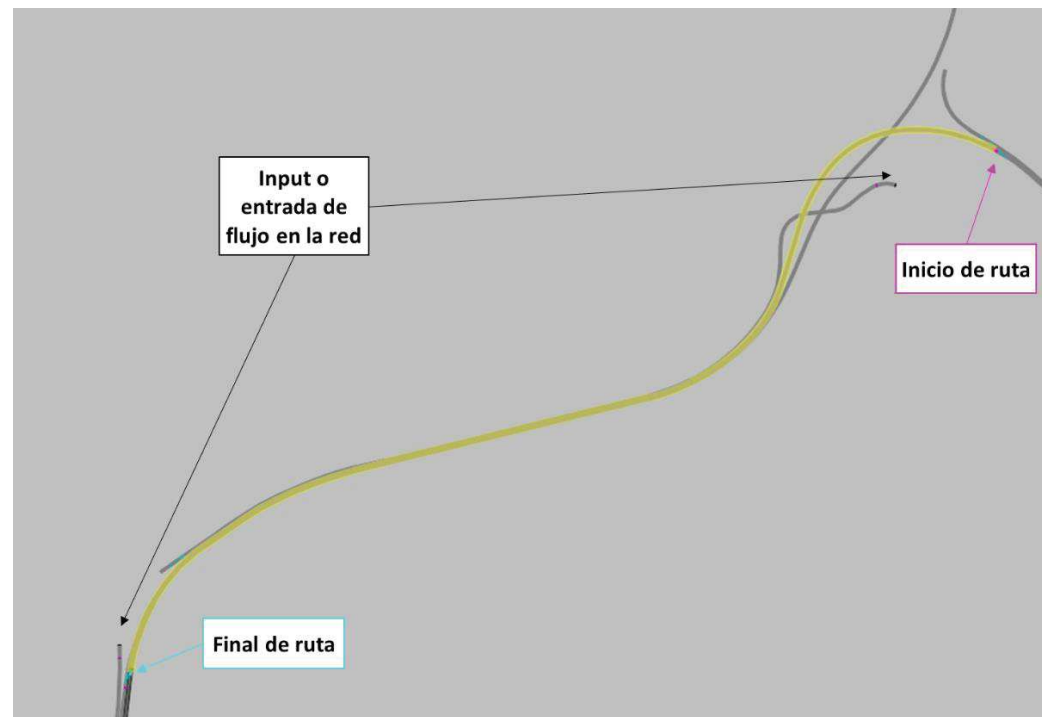
En las imágenes adjuntas quedan reflejados algunos de los elementos citados que caracterizan la oferta viaria el ámbito de estudio.

Figura 17 Elementos de caracterización de la oferta viaria



Fuente: modelo de microsimulación.

En los modelos de microsimulación la **demanda** se modeliza introduciendo unos inputs o elementos generadores de tráfico que permiten introducir las intensidades de tráfico en diversas secciones de la red viaria. La herramienta de simulación permite distribuir estos tráfico en la red mediante el establecimiento de rutas de decisión. En la imagen adjunta quedan reflejados los elementos input y ruta:

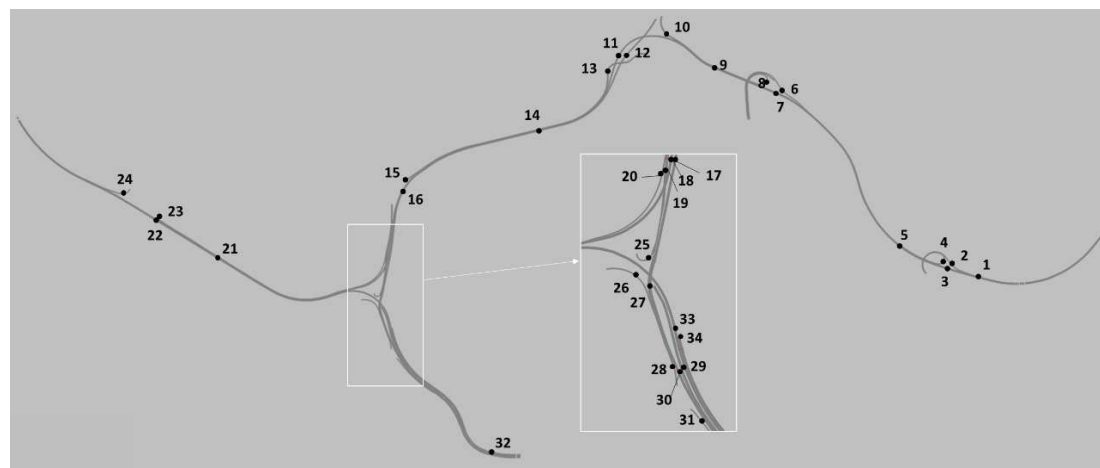
Figura 18 Elementos de caracterización de la demanda de tráfico


Fuente: modelo de microsimulación.

Para el análisis micro la demanda de tráfico se ha diferenciado entre **tráficos Ligeros y Pesados**. En ese sentido, en el modelo, se han definido inputs y rutas de forma separada para cada tipo de tráfico, así como parámetros de comportamiento específicos en las prioridades de paso, en los parámetros de aceleración y desaceleración, entre otros.

Otro aspecto a destacar es que la demanda de tráfico introducida al modelo incorpora la variabilidad inherente al tráfico. Esta **variabilidad del tráfico** se ha calculado en base a los tráfico por cuartos de hora de MKZ.

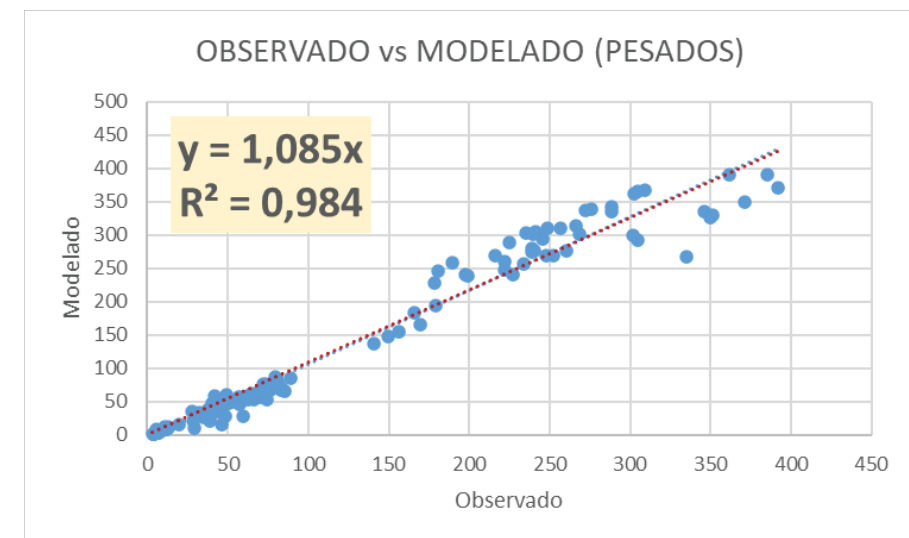
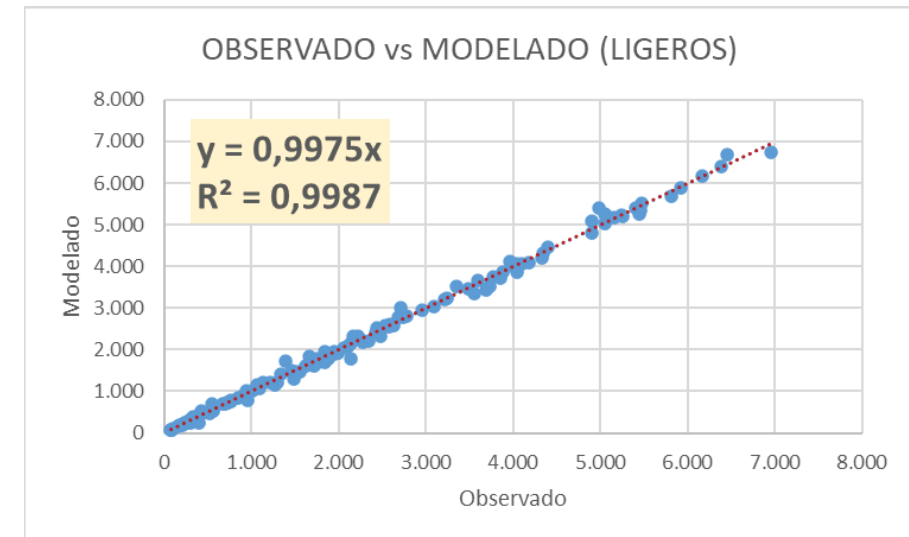
El proceso de **calibración y ajuste del modelo de microsimulación** se ha realizado ajustando los tráfico observados (MKZ) en el periodo punta de mediodía (13:00 – 17:00h) de los viernes de octubre de 2019 en 34 secciones de paso, por tipo de vehículo (Ligeros y Pesados) y para cada hora de simulación.

Figura 19 Ubicación Secciones de Control


Fuente: modelo de microsimulación.

El grado de ajuste entre los tráfico observados y modelados se han realizado en base a dos métodos diferentes:

- Coefficiente de Correlación:** se alcanza un R^2 superior al 0,99 en el caso de los vehículos Ligeros y superior al 0,98 en el caso de los Pesados que da muestra del buen ajuste logrado.

Figura 20 Ajuste del modelo. Coeficiente de Correlación


Fuente: elaboración propia.

- b) **Estadístico GEH:** se ha logrado que el 94% de los puntos comparados presenten un GEH inferior a 5 para el caso de los vehículos Ligeros. En el caso de los vehículos Pesados el 99% de los valores comparados presentan un estadístico GEH inferior a 5. Todos los puntos que presentan un valor superior a 5 son inferiores a 10.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

Donde M representa el volumen de tráfico por hora del modelo de tráfico y C es tráfico observado de la realidad.

Tabla 5: Calibración del modelo. Estadístico GEH - LIGEROS.

SEC	TRÁFICOS OBSERVADOS				TRÁFICOS MODELADOS				GEH			
	13:00	14:00	15:00	16:00	13:00	14:00	15:00	16:00	13:00	14:00	15:00	16:00
1	3.874	5.916	5.465	3.734	3.869	5.873	5.337	3.527	0,08	0,56	1,74	3,44
2	388	518	565	185	384	467	536	177	0,19	2,28	1,22	0,61
3	3.487	5.399	4.900	3.549	3.474	5.393	4.815	3.363	0,21	0,08	1,23	3,17
4	291	412	354	306	290	436	343	249	0,07	1,18	0,59	3,42
5	3.778	5.811	5.254	3.855	3.760	5.691	5.204	3.711	0,29	1,58	0,70	2,34
6	558	1.712	1.299	760	547	1.601	1.200	775	0,46	2,73	2,79	0,55
7	3.220	4.099	3.956	3.095	3.206	4.070	4.120	3.024	0,25	0,45	2,58	1,29
8	843	1.341	1.093	951	840	1.417	1.066	787	0,11	2,05	0,83	5,55
9	4.063	5.439	5.049	4.046	4.031	5.369	5.252	3.867	0,51	0,96	2,83	2,84
10	1.845	2.479	2.343	1.882	1.700	2.336	2.197	1.786	3,45	2,91	3,07	2,23
11	2.218	2.961	2.706	2.164	2.315	2.954	3.017	2.325	2,04	0,12	5,82	3,39
12	2.245	2.736	2.529	2.140	2.235	2.787	2.578	1.771	0,20	0,98	0,96	8,34
13	1.004	1.262	1.216	943	1.005	1.169	1.222	1.026	0,05	2,67	0,19	2,66
14	5.466	6.958	6.450	5.247	5.526	6.739	6.685	5.219	0,81	2,65	2,89	0,38
15	1.129	1.516	1.465	1.066	1.205	1.467	1.487	1.150	2,22	1,26	0,58	2,51
16	4.337	5.442	4.986	4.180	4.323	5.250	5.404	4.092	0,21	2,63	5,80	1,37
17	1.554	1.749	1.387	1.491	1.465	1.796	1.732	1.312	2,28	1,12	8,73	4,78
18	2.783	3.694	3.599	2.689	2.822	3.443	3.663	2.790	0,74	4,20	1,07	1,92
19	674	771	885	540	697	747	882	694	0,87	0,85	0,11	6,20
20	333	286	174	391	312	309	179	233	1,17	1,30	0,37	8,94
21	4.901	6.162	6.389	5.104	5.077	6.183	6.411	5.180	2,50	0,27	0,28	1,06
22	3.235	4.329	4.401	3.350	3.240	4.200	4.475	3.508	0,09	1,97	1,11	2,70
23	1.666	1.833	1.988	1.754	1.834	1.953	1.925	1.708	4,03	2,75	1,42	1,11
24	719	718	726	693	718	716	724	690	0,04	0,06	0,07	0,11
25	81	101	87	76	79	101	81	77	0,17	0,02	0,60	0,17
26	245	240	246	223	243	239	245	222	0,11	0,08	0,06	0,08
27	2.098	2.469	2.436	1.955	2.080	2.442	2.533	1.936	0,38	0,53	1,95	0,44
28	388	435	428	335	423	505	541	385	1,74	3,22	5,16	2,64
29	1.895	2.112	1.845	1.615	1.893	2.109	1.844	1.612	0,03	0,07	0,01	0,08
30	1.954	2.274	2.254	1.844	1.901	2.176	2.235	1.772	1,21	2,07	0,41	1,68
31	201	243	257	157	199	244	255	156	0,16	0,06	0,11	0,10
32	4.010	5.055	5.162	4.040	3.999	5.042	5.165	4.055	0,17	0,18	0,05	0,24
33	1.946	2.421	2.568	2.142	1.960	2.421	2.563	2.150	0,31	0,01	0,10	0,18
34	2.064	2.634	2.594	1.993	2.038	2.590	2.605	1.921	0,56	0,87	0,23	1,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6: Calibración del modelo. Estadístico GEH - PESADOS.

SEC	TRÁFICOS OBSERVADOS				TRÁFICOS MODELADOS				GEH			
	13:00	14:00	15:00	16:00	13:00	14:00	15:00	16:00	13:00	14:00	15:00	16:00
1	362	288	301	305	391	335	300	365	1,50	2,63	0,08	3,28
2	59	47	49	48	29	31	29	55	4,55	2,56	3,17	0,97
3	303	242	253	257	362	305	270	310	3,25	3,84	1,07	3,15
4	7	7	8	9	4	6	6	6	1,09	0,49	0,58	1,18
5	309	249	260	266	368	311	277	314	3,19	3,72	1,03	2,80
6	37	32	38	28	35	33	39	35	0,32	0,12	0,09	1,34
7	272	216	222	239	337	270	247	279	3,70	3,44	1,65	2,50
8	4	5	12	7	2	3	11	5	1,03	1,11	0,37	0,91
9	276	222	234	246	339	261	257	294	3,59	2,53	1,47	2,92
10	51	56	55	65	48	50	49	55	0,39	0,78	0,88	1,29
11	225	166	179	181	289	184	229	246	3,97	1,36	3,53	4,45
12	65	57	58	58	62	56	56	46	0,31	0,10	0,20	1,60
13	39	40	42	37	38	39	40	35	0,16	0,08	0,23	0,33
14	385	335	346	352	390	267	335	330	0,24	3,91	0,59	1,17
15	41	35	38	40	48	27	28	31	1,13	1,44	1,77	1,56
16	288	227	240	235	343	240	301	303	3,08	0,83	3,74	4,14
17	49	48	42	46	61	50	58	45	1,58	0,32	2,26	0,11
18	239	180	198	189	274	195	241	258	2,18	1,13	2,94	4,59
19	46	29	39	29	16	10	21	21	5,42	4,35	3,29	1,51
20	13	20	12	13	13	15	9	10	0,07	1,14	0,85	0,82
21	392	305	350	371	370	292	327	350	1,11	0,75	1,22	1,11
22	269	199	248	241	301	239	269	277	1,93	2,69	1,31	2,25
23	83	66	74	79	72	58	54	74	1,25	1,00	2,51	0,53
24	39	37	41	40	38	36	40	39	0,12	0,21	0,20	0,12
25	12	7	11	12	10	5	12	11	0,60	0,82	0,37	0,29
26	7	3	4	6	6	2	2	5	0,39	0,77	1,15	0,22
27	84	70	70	62	68	56	67	54	1,78	1,76	0,39	1,08
28	6	7	7	7	8	5	7	4	0,96	0,72	0,19	1,19
29	72	62	78	73	70	59	78	72	0,18	0,43	0,03	0,12
30	85	67	68	61	65	53	62	55	2,31	1,75	0,71	0,79
31	11	11	11	8	9	9	10	6	0,56	0,71	0,31	0,67
32	156	141	149	170	155	138	148	166	0,11	0,23	0,11	0,28
33	80	72	74	89	87	77	76	85	0,80	0,58	0,27	0,43
34	77	69	76	81	67	62	70	81	1,15	0,83	0,66	0,04

Fuente: elaboración propia.

Además de reproducir correctamente el volumen de tráfico y la velocidad, se ha comprobado que la formación y propagación de las colas y, el comportamiento general de los vehículos se asemeja a la realidad visualizada en las visitas realizadas a campo y en las grabaciones de video tomadas en campo.

3.5 Resultados del Análisis de Microsimulación

En este apartado se muestran los principales resultados del análisis de microsimulación realizado para cada uno de los tres escenarios evaluados (E0, E2 y E3) y para los cinco cortes temporales empleados (2019, 2021, 2023, 2025, 2027).

3.5.1 Velocidades y Tiempos de Recorrido

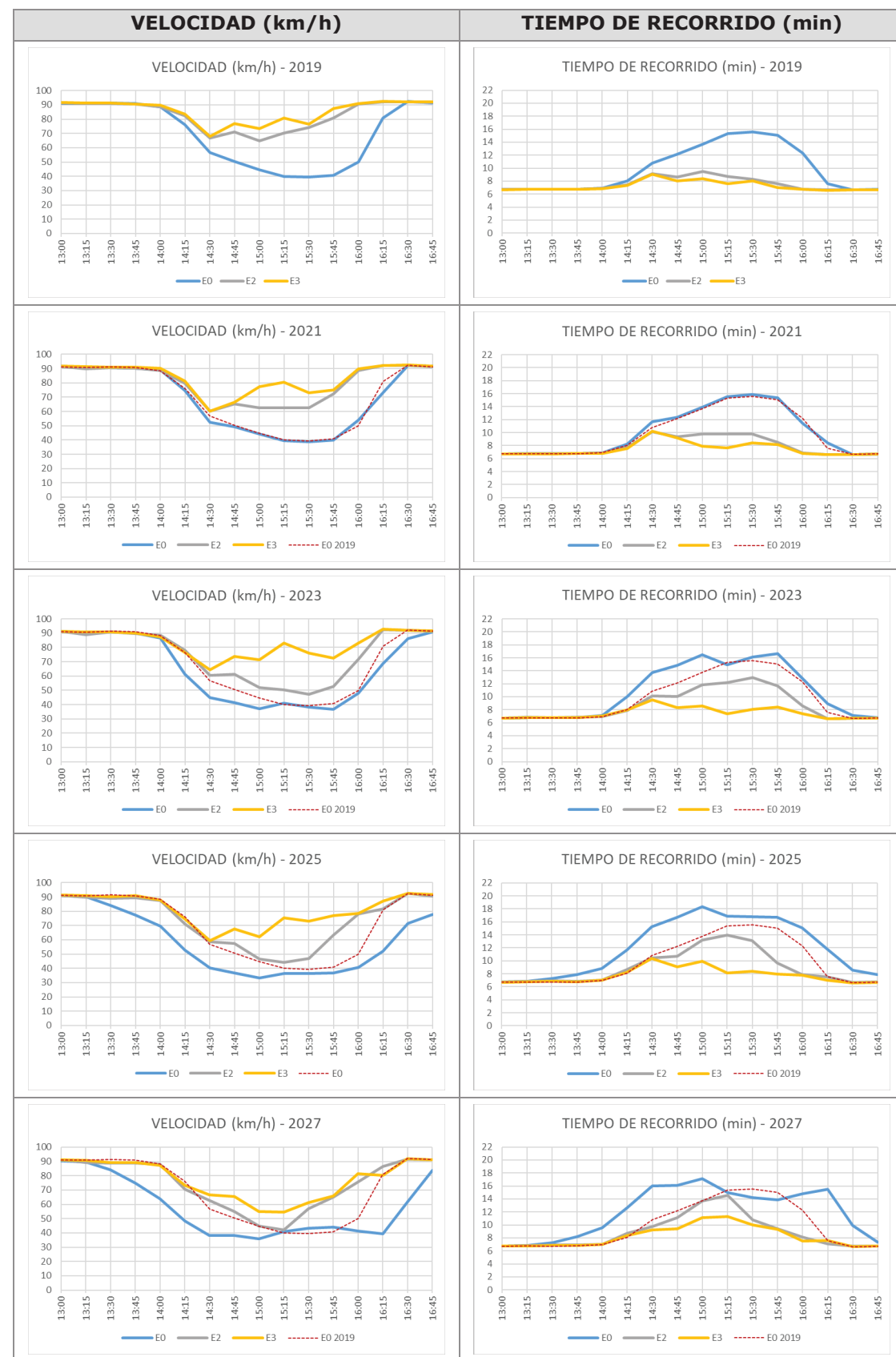
En este apartado se muestran los resultados de Velocidad media de recorrido y el Tiempo de Recorrido medido para cada uno de los escenarios evaluados. Del análisis comparativo de los resultados se puede concluir que:

- La eliminación de la convergencia (E2 y E3) registra un impacto positivo sobre la velocidad media de los usuarios respecto a la situación Actual con convergencia (E0).
- En términos cuantitativos la supresión de la Convergencia aumenta en torno a 20 km/h – 30 km/h la velocidad media de recorrido en los momentos de mayor congestión (15:00 – 16:00h). En la situación Actual (E0) la velocidad media de recorrido llega a caer hasta los 40 km/h. Sin embargo, en el escenario E2 la velocidad media únicamente disminuye hasta los 65-70 km/h.
- Además de la intensidad de la congestión, la supresión de la convergencia tiene un efecto positivo al acortar la duración de los momentos de mayor congestión.
 - Por ejemplo, en el horizonte temporal de 2019, en el escenario Actual (E0) la velocidad media decae de los 50 km/h durante un periodo de hora y media. En los escenarios E2 y E3 esa situación no llega a producirse.
 - Con los tráficos empleados para el año 2025, si se mantiene la Convergencia la velocidad media será inferior a 50 km/h durante cerca de 2 horas. En los escenarios sin convergencia (E2 y E3) ese periodo de mayor congestión se recude a 45 minutos, además de que la caída de velocidad es de menor intensidad tal y como se ha comentado anteriormente.
- En los escenarios futuros, a medida que aumentan los tráficos las condiciones de tráfico empeoran aumentando el tiempo de recorrido y disminuyendo la velocidad media. En ese contexto, se observa que el escenario E3 soporta mejor el incremento de los tráficos, al registrar menores caídas de tráfico.
- Para los tráficos del año 2019 los escenarios E2 y E3 se comportan de manera muy similar. Ligeramente mejor el E3.
- En los años 2021, 2023 y 2025 las prestaciones del escenario E2 decaen en mayor grado que las ofrecidas por el escenario E3. Esto se debe a la activación del segundo cuello de botella en la salida desde Rontegi hacia Barakaldo que ya se ha comentado en estudio anteriores. Es necesario subrayar las prestaciones de los escenarios E2 y E3 son siempre superiores a las que se están registrando en la situación Actual (E0 2019) representada en línea roja discontinua en los gráficos.
- En el año 2027, un mayor incremento de los tráficos provoca que las prestaciones del escenario E3 decaigan hasta asemejarse a las que ofrece el escenario E2. Esto se explica por la activación del tercer cuello de botella debido al alcanzarse la capacidad del tronco de Rontegi.

Tabla 7: Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.

2019			2021			2023			2025			2027		
Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)		
E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3
13:00	91,0	91,3	91,7	91,6	91,4	91,7	91,6	91,4	90,9	90,9	91,4	90,4	91,1	91,3
13:15	90,8	91,1	91,2	90,7	89,9	91,2	90,7	89,0	90,0	89,6	91,0	89,6	89,4	90,8
13:30	91,4	90,8	91,5	90,7	90,7	91,1	90,9	90,9	84,0	88,9	90,1	84,1	88,9	89,3
13:45	90,9	90,5	90,6	90,3	90,2	90,8	90,3	90,2	77,5	89,2	90,9	74,8	88,7	89,4
14:00	88,5	88,7	89,8	88,8	88,6	90,0	88,6	88,7	69,5	87,3	87,8	63,9	88,0	87,2
14:15	76,1	82,4	83,7	74,6	79,7	81,3	74,6	79,7	52,6	71,1	74,6	48,5	70,6	73,4
14:30	56,7	66,9	67,9	52,5	60,3	60,1	44,7	60,6	40,2	58,5	59,2	38,3	62,8	66,6
14:45	50,4	71,2	76,7	49,5	65,3	66,5	41,4	61,2	36,7	57,5	67,5	38,2	55,1	65,4
15:00	44,7	64,9	73,4	44,2	62,7	77,3	44,2	62,7	33,4	46,6	61,9	35,8	44,8	55,1
15:15	40,0	70,5	80,7	39,5	62,4	80,6	38,1	50,3	36,3	44,0	75,2	40,9	42,1	54,5
15:30	39,4	74,3	76,4	38,6	62,5	72,9	38,6	62,5	36,5	46,8	73,0	43,2	57,0	61,2
15:45	40,8	80,8	87,4	39,8	72,3	75,0	47,9	71,6	36,7	63,2	76,8	44,1	65,2	65,8
16:00	50,0	90,7	91,0	53,8	88,8	90,0	47,9	71,6	40,8	78,0	78,5	41,4	75,7	81,4
16:15	80,9	92,2	92,7	72,9	92,1	92,2	68,8	92,3	52,0	81,6	87,1	39,5	86,5	80,3
16:30	92,3	92,2	92,3	92,3	92,2	92,7	86,2	92,2	71,6	92,4	92,6	61,6	91,5	91,9
16:45	91,3	91,9	92,1	91,7	91,4	91,8	91,0	91,1	77,9	90,6	91,6	83,7	91,3	91,1
Tiempo de Recorrido (min)			Tiempo de Recorrido (min)			Tiempo de Recorrido (min)			Tiempo de Recorrido (min)			Tiempo de Recorrido (min)		
E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3	E0	E2	E3
13:00	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,7	6,7	6,8	6,7	6,7
13:15	6,8	6,7	6,7	6,8	6,8	6,7	6,8	6,9	6,8	6,8	6,7	6,8	6,9	6,8
13:30	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8	6,7	6,7	6,8	7,3	6,9	6,8	7,3	6,9	6,9
13:45	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	7,9	6,9	6,8	8,2	6,9	6,9
14:00	6,9	6,9	6,8	6,9	6,9	6,8	7,1	6,9	8,8	7,0	7,0	9,6	7,0	7,0
14:15	8,1	7,5	7,3	8,2	7,7	7,5	10,0	7,9	11,7	8,6	8,2	12,7	8,7	8,4
14:30	10,8	9,2	9,0	11,7	10,2	10,2	13,7	10,1	15,3	10,5	10,4	16,0	9,8	9,2
14:45	12,2	8,6	8,0	12,4	9,4	9,2	14,8	10,0	16,7	10,7	9,1	16,1	11,1	9,4
15:00	13,7	9,5	8,4	13,9	9,8	7,9	16,4	11,8	18,4	13,2	9,9	17,1	13,7	11,1
15:15	15,3	8,7	7,6	15,5	9,8	7,6	14,9	12,2	16,9	13,9	8,2	15,0	14,6	11,3
15:30	15,6	8,3	8,0	15,9	9,8	8,4	16,1	13,0	16,8	13,1	8,4	15,30	14,2	10,8
15:45	15,0	7,6	7,0	15,4	8,5	8,2	16,6	11,7	16,7	9,7	8,0	15,45	13,9	9,4
16:00	12,3	6,8	6,7	16,00	11,4	6,9	12,8	8,6	15,1	7,9	7,8	16,00	14,8	8,1
16:15	7,6	6,7	6,6	8,4	6,7	6,7	8,9	6,6	11,8	7,5	7,0	16,15	15,5	7,1
16:30	6,6	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	7,1	6,7	8,6	6,6	6,6	16,30	10,0	6,7
16:45	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,9	6,8	6,7	16,45	7,3	6,7

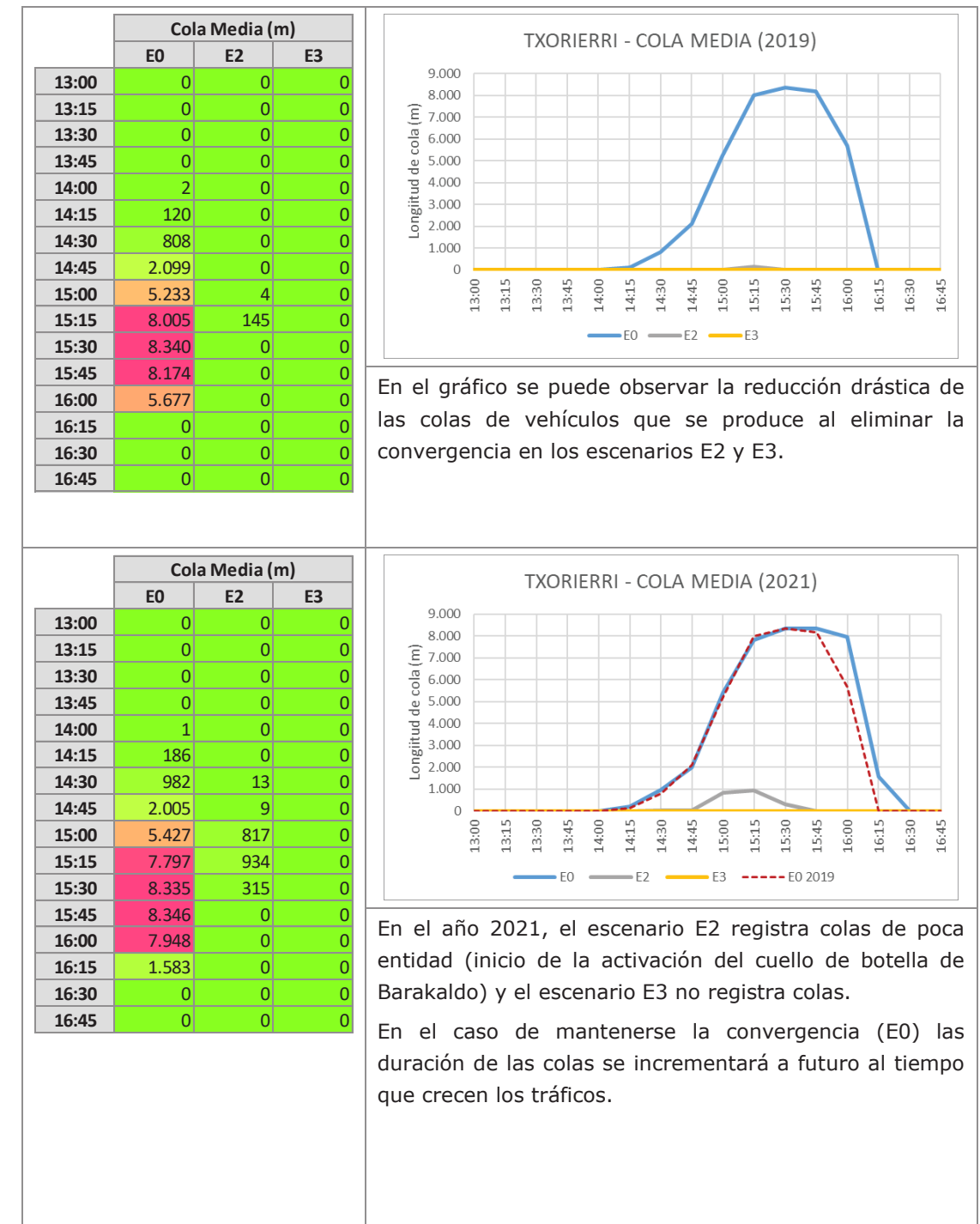
Fuente: modelo de microsimulación

Figura 21: Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.


Fuente: modelo de microsimulación

3.5.2 Colas

En este apartado se muestran los resultados de la formación de colas de cada escenario.

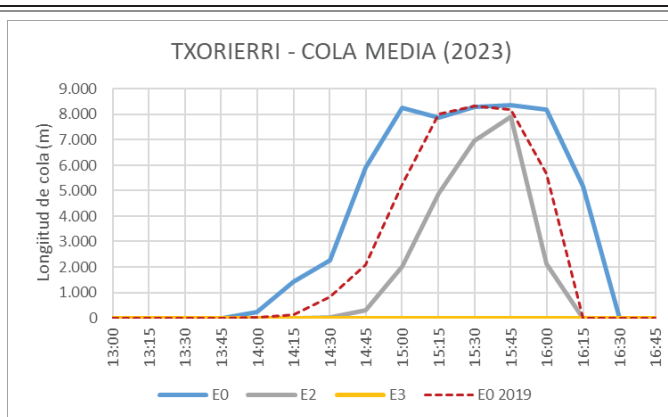
Figura 22: Resultados. Colas.


En el gráfico se puede observar la reducción drástica de las colas de vehículos que se produce al eliminar la convergencia en los escenarios E2 y E3.

En el año 2021, el escenario E2 registra colas de poca entidad (inicio de la activación del cuello de botella de Barakaldo) y el escenario E3 no registra colas.

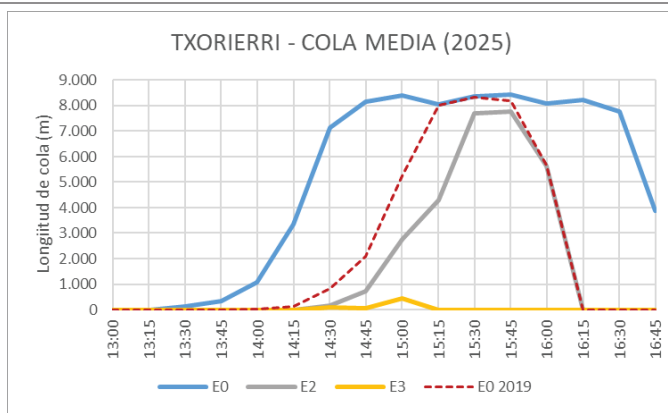
En el caso de mantenerse la convergencia (E0) las duración de las colas se incrementará a futuro al tiempo que crecen los tráficos.

	Cola Media (m)		
	E0	E2	E3
13:00	0	0	0
13:15	0	0	0
13:30	0	0	0
13:45	0	0	0
14:00	221	0	0
14:15	1.414	0	0
14:30	2.261	11	0
14:45	5.915	306	0
15:00	8.275	2.002	0
15:15	7.873	4.900	0
15:30	8.311	6.967	0
15:45	8.371	7.905	0
16:00	8.207	2.107	0
16:15	5.168	0	0
16:30	0	0	0
16:45	0	0	0



El escenario E2 registra colas que alcanzan los 8 kms de longitud, pero la duración de las colas de mayor entidad se limita a 45 minutos - 1 hora, no a 2 horas como en el escenario E0. El escenario E3 no registra colas.

	Cola Media (m)		
	E0	E2	E3
13:00	0	0	0
13:15	0	0	0
13:30	126	0	0
13:45	318	0	0
14:00	1.066	0	0
14:15	3.338	0	0
14:30	7.125	176	72
14:45	8.152	734	36
15:00	8.395	2.738	427
15:15	8.055	4.314	0
15:30	8.369	7.695	0
15:45	8.448	7.766	0
16:00	8.078	5.615	0
16:15	8.232	0	0
16:30	7.783	0	0
16:45	3.877	0	0

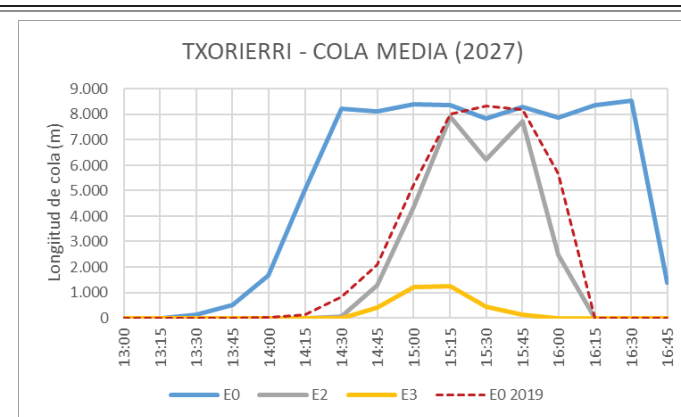


Situación muy similar a la del horizonte temporal 2023. En este caso, la duración de las colas del escenario E0 aumenta de forma importante (3 horas).

El escenario E2 registra unas colas ligeramente inferiores a las que se registran en la situación actual (E0 2019).

En el escenario E3 apenas se forman colas.

	Cola Media (m)		
	E0	E2	E3
13:00	0	0	0
13:15	0	0	0
13:30	112	0	0
13:45	504	0	0
14:00	1.679	0	0
14:15	5.036	0	0
14:30	8.215	55	0
14:45	8.121	1.277	415
15:00	8.387	4.369	1.218
15:15	8.375	7.913	1.231
15:30	7.848	6.227	446
15:45	8.301	7.729	133
16:00	7.871	2.461	0
16:15	8.356	0	0
16:30	8.557	0	0
16:45	1.384	0	0



En el escenario E0 el aumento de tráfico se traduce en mayores colas. La limitación del software a la hora de medir colas superiores a 8.700 metros genera un sesgo en la longitud de la cola en el escenario E0. La duración medida es correcta y puede observarse que aumenta a medida que se incrementan los tráfico.

El escenario E2 registra una colas con similar longitud y duración a las que se registran en la situación Actual (E0 - 2019).

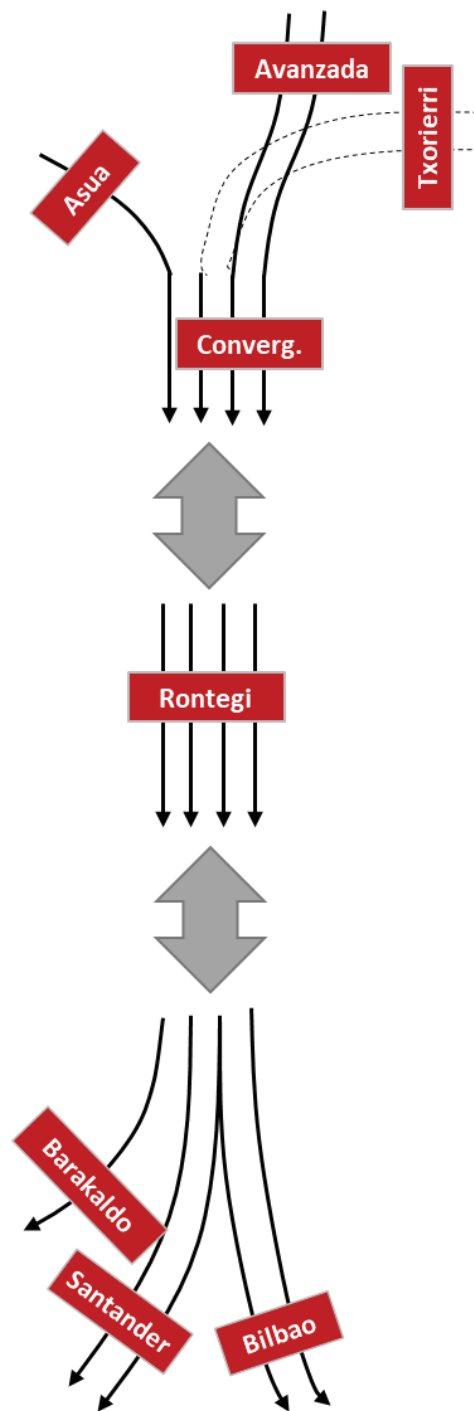
El escenario E3 registra colas de poca entidad.

Fuente: modelo de microsimulación

3.5.3 Intensidad - Capacidad

En este apartado se analizan los resultados relativos a las intensidades. La misma se ha evaluado en las ocho secciones de control de la red del ámbito de estudio que figuran en la imagen siguiente.

Figura 23 Seccione de Control de Intensidad



Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se muestra la intensidad que circula por la sección de Rontegi en cada cuarto de hora de la simulación representado en términos horarios y para cada escenario y horizonte temporal de análisis.

Figura 24: Resultados. Intensidades. Sección de Rontegi.



Fuente: modelo de microsimulación

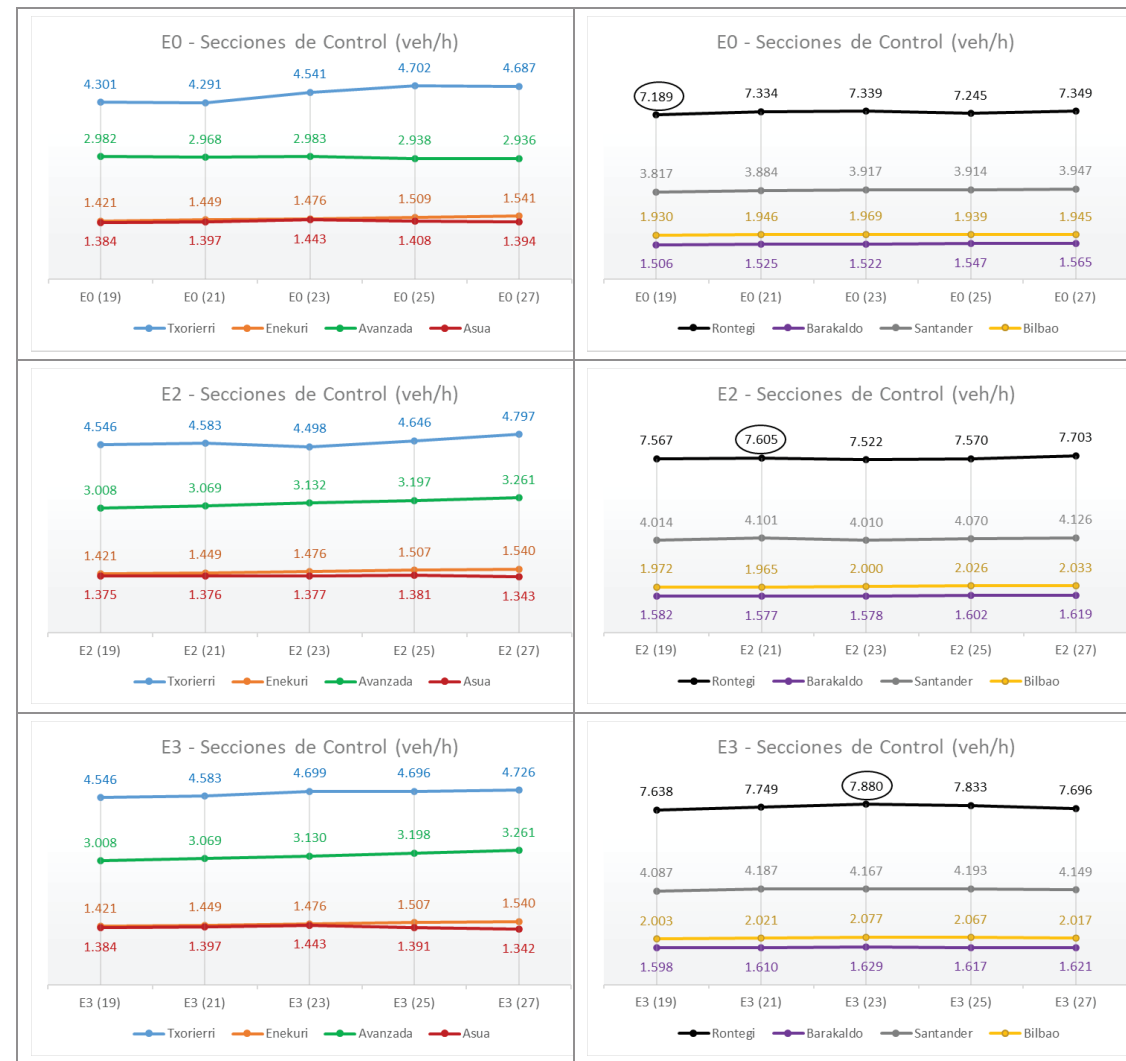
Del análisis comparativo de los tres escenarios evaluados (E0, E2, E3) en cada uno de los horizontes temporales se concluye que al eliminar la convergencia se incrementa el tráfico pasante por el puente de Rontegi. Este hecho provoca una deslaminación de los tráficos favoreciendo que no se los mismos pasen antes por la sección de Rontegi.

Esta realidad se puede observar también en las mayores intensidades que registra el escenario E0 en los últimos cuartos de hora de cada horizonte temporal. En este escenario, dado que la convergencia limita la capacidad de acceso a Rontegi, se genera una acumulación de vehículos (colas) que se ven forzados a pasar más tarde de lo que quisieran (demora) por Rontegi.

En cuanto a la comparación entre los escenarios E2 y E3, los datos revelan que el escenario E3 consigue hacer pasar más tráfico que el escenario E2, pero la diferencia es mínima. En el horizonte temporal de 2023, se puede apreciar como en el E2 se registran mayores intensidades que en escenario E3 entre las 15:45 y las 16:15. Esto se debe a las retenciones que se generan en el E2 y que no se producen en el escenario E3. Estas retenciones obligan a parte del tráfico a pasar por Rontegi más tarde de lo que desearían.

Por conocer lo que ocurre en el resto de las secciones de control y determinar el incremento de capacidad que genera la supresión de la convergencia, a continuación, se muestran las intensidades horarias máxima registradas en cada sección.

Figura 25: Resultados. Intensidades Máximas. Secciones de Control.



Fuente: modelo de microsimulación

La principal conclusión de este análisis es que debido a la supresión de la convergencia el puente de Rontegi aumenta su capacidad en 400 vehículos-hora (v/h) aproximadamente, pasando de los 7.189 v/h actuales (E0 2019) a los 7.605 v/h registrados en el escenario E2 2021. En sendos escenarios no se consideran las intensidades registradas en horizontes temporales posteriores debido a que algunas de las secciones ubicadas aguas arriba de Rontegi alcanzan su capacidad.

Una segunda conclusión es que el escenario E3 alcanza una capacidad en Rontegi de 7.880 v/h, lo que supone casi 250 v/h más que la configuración del escenario E2. Puede decirse que esta es la capacidad máxima que puede ofrecer la sección de cuatro carriles del puente de Rontegi. Se trata de un umbral que es imposible de ampliar con mejoras en las entradas y salidas del puente. En esta situación se estaría registrando el aprovechamiento máximo de la sección del puente de Rontegi en términos de capacidad de tráfico.

Otra conclusión es que las secciones de Enekuri y Asua no tienen margen de capacidad en las condiciones de tráfico actuales.

3.5.4 Indicadores Globales de Red

En este apartado se recogen los indicadores globales de red que como se ha comentado son el resultado de sumar o promediar el total de los vehículos que atraviesan el ámbito de red simulado durante las cuatro horas de simulación.

Figura 26: Resultados. Velocidades y Tiempos de Recorrido.

	E0 (2019)	E2 (2019)	E3 (2019)	E2-E0	E3-E0
Tiempo de Viaje Total (h)	5.077	4.205	4.107	-872	-970
Distancia Total (km)	328.550	328.505	328.634	-45	84
Vehículos Totales Simulados	72.197	72.197	72.201	0	4
Demora Total (h)	1.594	722	613	-872	-981
Demora/T_Viaje (%)	31%	17%	15%	-14%	-16%
Demora Total en Parada (h)	378	151	133	-227	-245
Velocidad Media (km/h)	71,7	81,0	82,3	9,3	10,6
Demora Media (s)	53,8	25,4	21,9	-28,4	-31,9
Nº Medio de Paradas	2,1	0,7	0,5	-1,5	-1,6

	E0 (2021)	E2 (2021)	E3 (2021)	E2-E0	E3-E0
Tiempo de Viaje Total (h)	5.325	4.462	4.326	-863	-998
Distancia Total (km)	335.348	335.199	335.344	-150	-5
Vehículos Totales Simulados	73.628	73.641	73.640	13	12
Demora Total (h)	1.768	907	760	-861	-1.008
Demora/T_Viaje (%)	33%	20%	18%	-13%	-16%
Demora Total en Parada (h)	459	192	155	-267	-304
Velocidad Media (km/h)	70,2	78,7	80,4	8,6	10,3
Demora Media (s)	58,4	31,1	26,3	-27,3	-32,1
Nº Medio de Paradas	2,3	0,9	0,7	-1,4	-1,6

	E0 (2023)	E2 (2023)	E3 (2023)	E2-E0	E3-E0
Tiempo de Viaje Total (h)	5.851	5.053	4.624	-798	-1.227
Distancia Total (km)	342.468	342.152	342.295	-316	-173
Vehículos Totales Simulados	75.129	75.142	75.145	13	16
Demora Total (h)	2.221	1.425	983	-796	-1.237
Demora/T_Viaje (%)	38%	28%	21%	-10%	-17%
Demora Total en Parada (h)	559	323	210	-235	-349
Velocidad Media (km/h)	66,1	72,7	77,0	6,6	10,9
Demora Media (s)	71,9	47,7	34,0	-24,2	-37,9
Nº Medio de Paradas	2,8	1,6	0,9	-1,3	-2,0

	E0 (2025)	E2 (2025)	E3 (2025)	E2-E0	E3-E0
Tiempo de Viaje Total (h)	6.524	5.247	4.862	-1.277	-1.662
Distancia Total (km)	349.765	349.110	349.255	-655	-510
Vehículos Totales Simulados	76.607	76.658	76.649	51	42
Demora Total (h)	2.816	1.546	1.148	-1.270	-1.668
Demora/T_Viaje (%)	43%	29%	24%	-14%	-20%
Demora Total en Parada (h)	797	385	275	-411	-521
Velocidad Media (km/h)	60,2	71,8	75,5	11,6	15,3
Demora Media (s)	90,1	50,5	38,4	-39,6	-51,8
Nº Medio de Paradas	3,6	1,7	1,1	-1,9	-2,5

	E0 (2027)	E2 (2027)	E3 (2027)	E2-E0	E3-E0
Tiempo de Viaje Total (h)	6.644	5.329	5.173	-1.315	-1.471
Distancia Total (km)	355.942	356.170	356.368	228	426
Vehículos Totales Simulados	77.990	78.193	78.200	203	210
Demora Total (h)	2.871	1.552	1.384	-1.319	-1.487
Demora/T_Viaje (%)	43%	29%	27%	-14%	-16%
Demora Total en Parada (h)	811	373	308	-438	-503
Velocidad Media (km/h)	59,4	71,7	72,6	12,4	13,3
Demora Media (s)	91,6	50,2	45,8	-41,3	-45,8
Nº Medio de Paradas	3,6	1,8	1,5	-1,8	-2,1

Fuente: modelo de microsimulación

Del análisis comparativo de los datos se puede afirmar que:

- El **Tiempo de Viaje** es menor en los escenarios E2 y E3 que en el escenario E0 a medida que la congestión disminuye. Por el contrario, a medida que el tráfico se incrementa en los horizontes temporales futuros el tiempo de viaje también aumenta.
- La **Distancia Total Recorrida** y el **Número de Vehículos Simulados** permanecen constantes entre los escenarios de cada horizonte temporal. Esto es así debido a que se ha simulado todo el periodo punta en su globalidad, desde antes del inicio de la congestión hasta una vez terminada la misma y, por tanto, el número de vehículos que completan su recorrido son los mismos. A pesar de que, en los momentos de congestión, la falta de capacidad de algunas secciones genera la acumulación de vehículos, se ha dejado el tiempo suficiente como para que se “resuelva” la congestión y lograr pasar el total de vehículos que quieren pasar.

A medida que aumenta el tráfico en los horizontes temporales futuros ambos indicadores se ven incrementados.

- En cuanto a los indicadores de **Demora** hay que destacar que estos reflejan el hecho de que en el escenario con convergencia E0 la demora es mayor que en los escenarios sin convergencia (E2 y E3). El Escenario E3 presenta a su vez demoras ligeramente inferiores a las del escenario E2. Así pues, para los tráficos del año 2019, la demora supone un 31% del total del tiempo de viaje para el escenario E0, y se reduce a 17% y un 15% respectivamente en los escenarios E2 y E3 como consecuencia del beneficio que supone reducir la congestión.

En términos absolutos, la supresión de la convergencia supone una reducción de la demora de 1.000 horas en el año 2023 y a medida que pase el tiempo y aumenten los niveles de tráfico puede suponer ahorros de tiempo de 1.400 horas durante cada periodo punta de tarde laborable o de mediodía de los viernes.

- En el apartado de indicadores promedio, la **Velocidad Media** muestra valores comparativamente más bajos en el escenario E0 que en los escenarios E2 y E3 como consecuencia de registrar mayores niveles de congestión. La velocidad media de toda la red disminuye a medida que se incrementan los tráficos en los escenarios futuros.
- En sentido contrario, la **Demora Media de cada usuario de la red** es menor en los escenarios E2 y E3 al reducirse la congestión. Esta demora promedio aumenta con el tiempo como consecuencia de incrementarse los tráficos.
- Por último, el **Número de Paradas** también se ve influenciado como resultado de reducir la congestión en los escenarios E2 y E3 (se reduce el número de parada que cada usuario se ve obligado a realizar) y como resultado de incrementar los tráficos a futuro (con el incremento de los tráficos y la congestión aumenta también el número de paradas que realiza cada usuario).

3.5.5 Imágenes de la Microsimulación

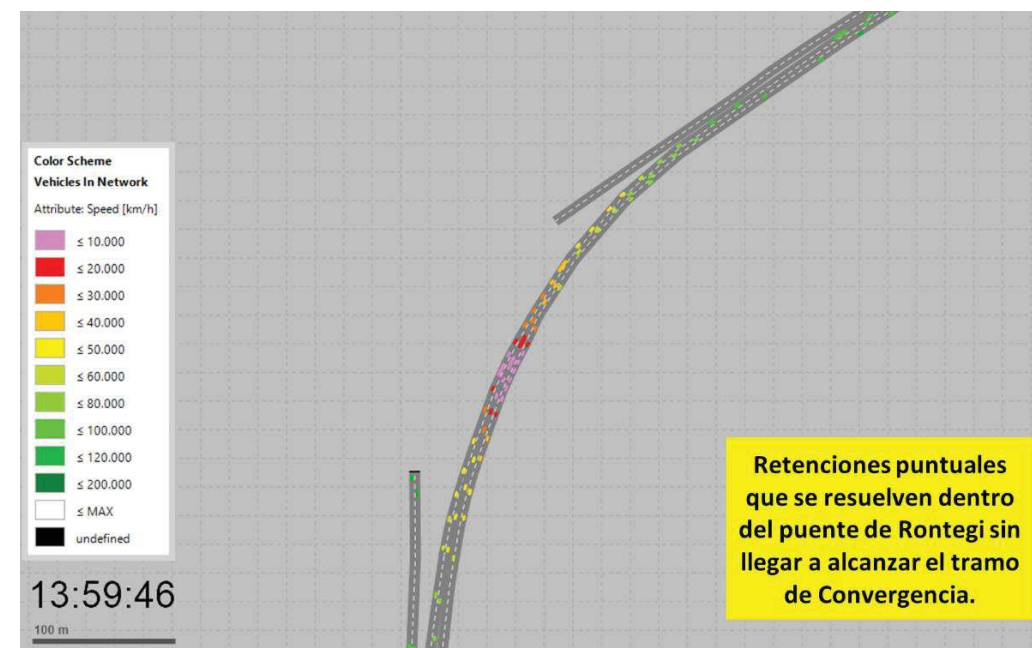
En este apartado se recogen varias imágenes obtenidas de las microsimulaciones con el objetivo de ilustrar mejor y facilitar la comprensión de los resultados mostrados en los previamente.

SITUACIÓN ACTUAL DE CONGESTIÓN (E0 2019)

Se ilustra la formación de colas puntuales que se resuelven de forma local sin propagarse al resto de la red:

- a) Tramo de continuidad de 3 carriles tras la salida hacia Barakaldo.

Figura 27: Resultados. Formación de colas. E0 - Barakaldo.



Fuente: modelo de microsimulación

- b) La salida desde Erletxes hacia Enekuri a lo largo del carril exterior derecho;

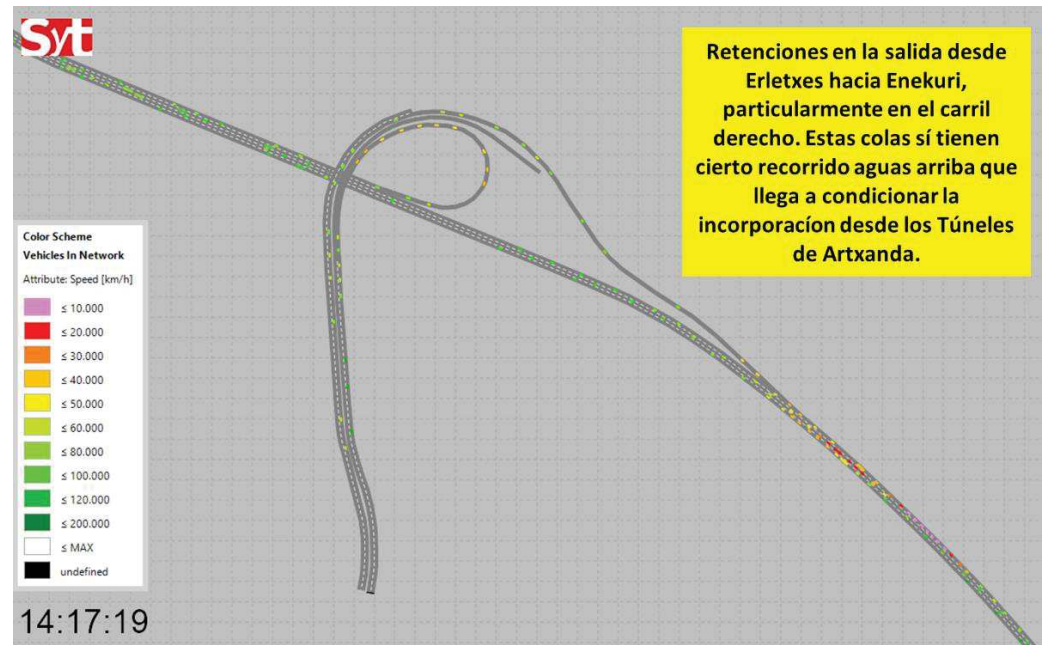
Figura 28: Resultados. Formación de colas. E0 - Trenzado Enekuri/Kukularra.



Fuente: modelo de microsimulación

- c) La salida desde Erletxes hacia Enekuri a lo largo del carril exterior derecho;

Figura 29: Resultados. Formación de colas. E0 - Salida de Enekuri.



Fuente: modelo de microsimulación

- d) La incorporación desde los Túneles de Artxanda al Corredor del Txorierrri, sentido Kukularra

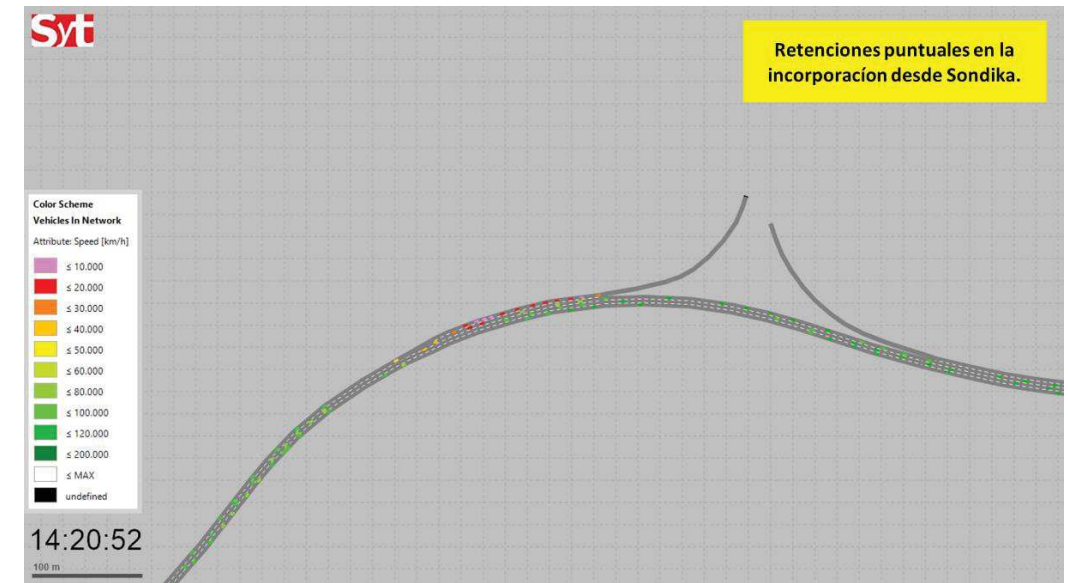
Figura 30: Resultados. Formación de colas. E0 - Incorporación T. Artxanda.



Fuente: modelo de microsimulación

- e) La incorporación desde Sondika al Corredor del Txorierrri, sentido Kukularra

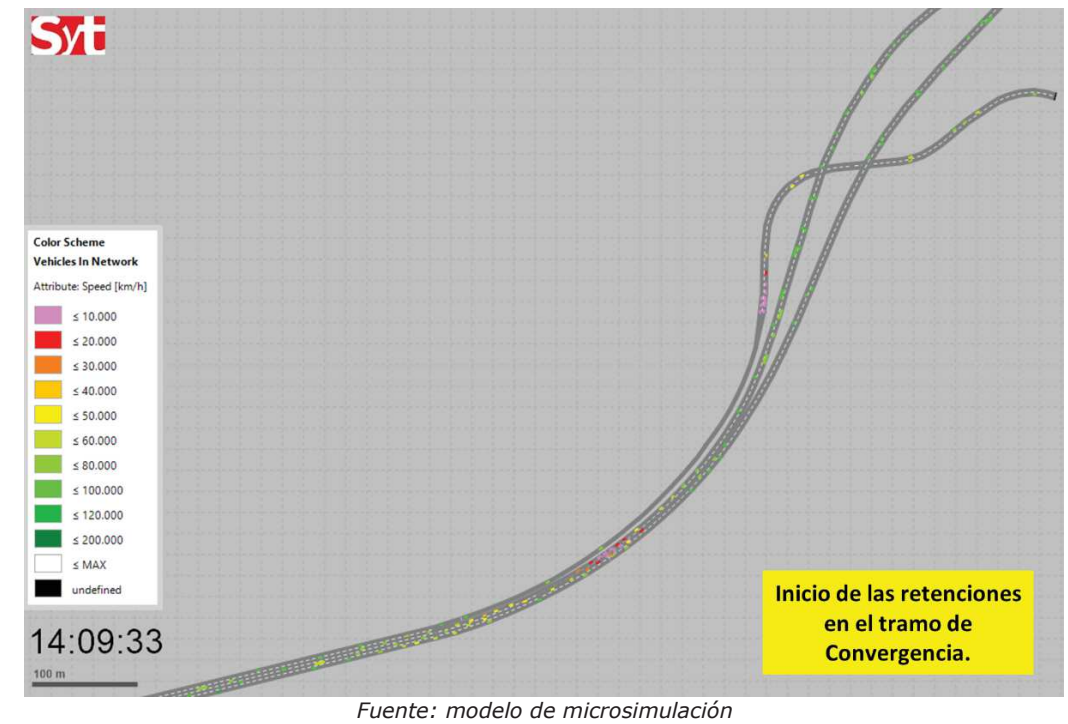
Figura 31: Resultados. Formación de colas. E0 - Incorporación de Sondika.



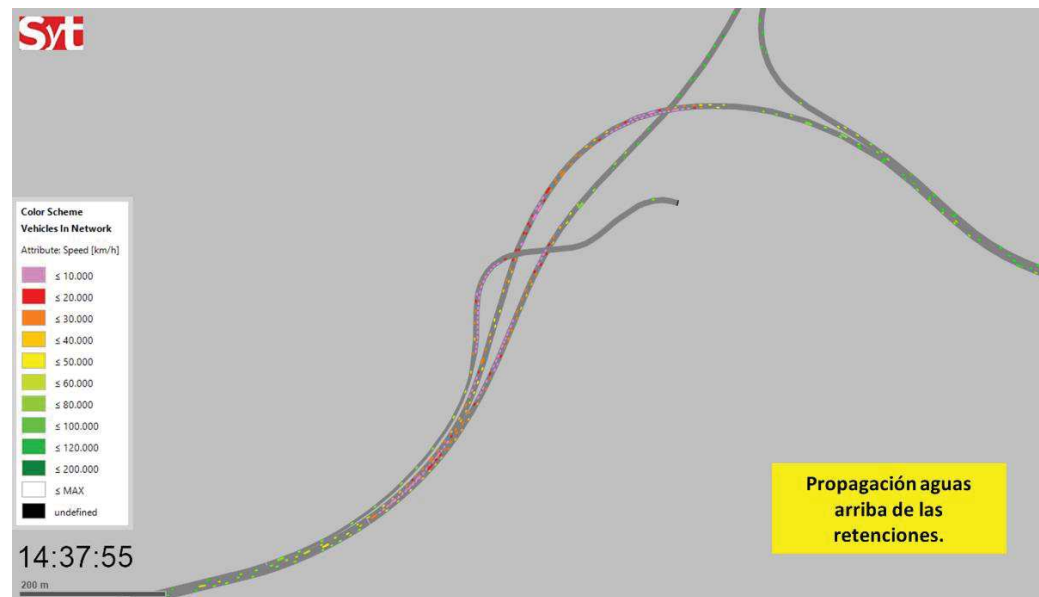
Fuente: modelo de microsimulación

En contraste a las retenciones anteriores, se ilustra ahora la formación y propagación de la cola generada por la falta de capacidad de la Convergencia Avanzada/Kukularra que debido a su magnitud logra propagarse aguas arriba y afecta a la circulación del resto de la red.

Figura 32: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (1).



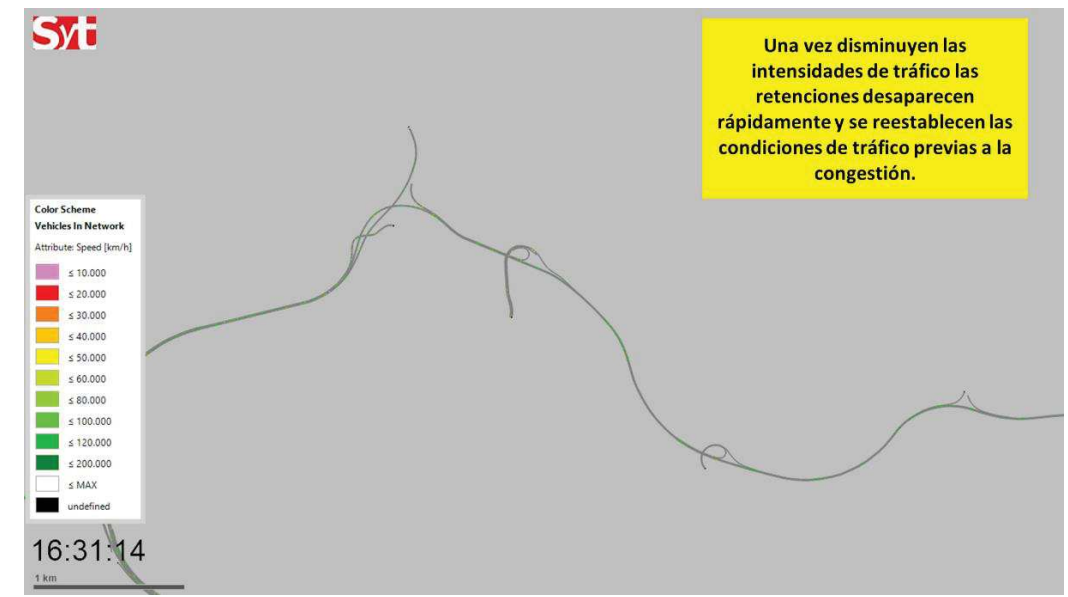
Fuente: modelo de microsimulación

Figura 33: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (2).


Fuente: modelo de microsimulación

Figura 34: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (3).

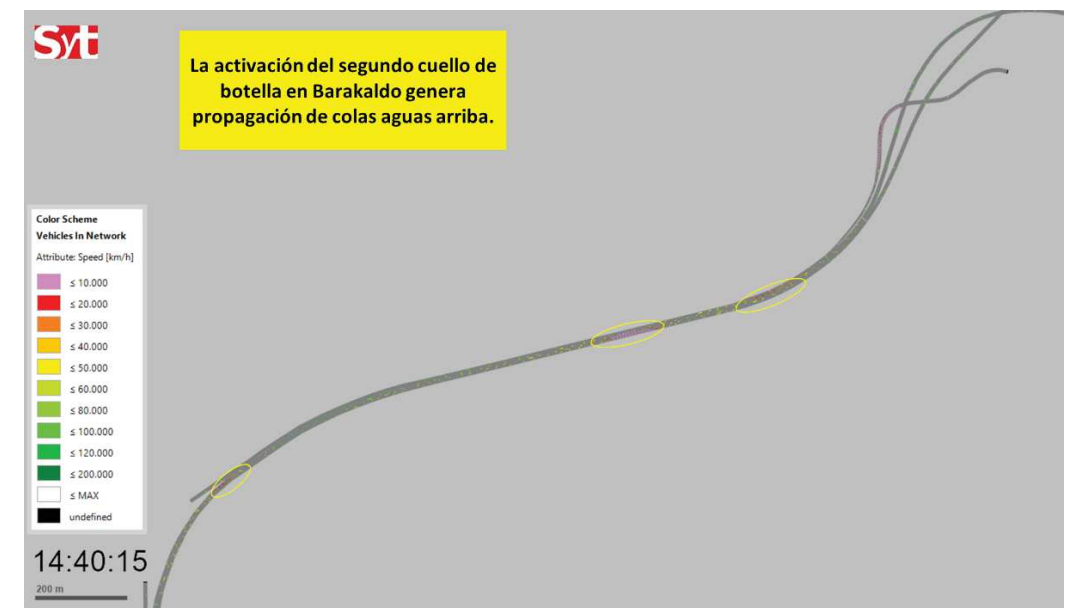

Fuente: modelo de microsimulación

Figura 35: Resultados. Formación de colas. E0 - Convergencia (4).


Fuente: modelo de microsimulación

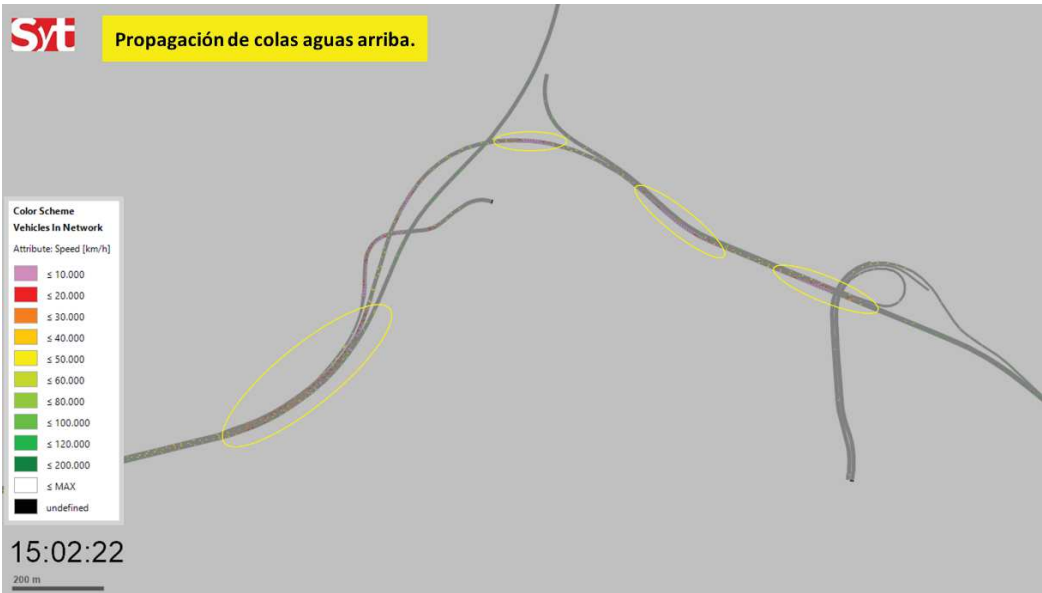
ESCENARIO E2: RETENCIONES EN 2023

Se ilustra las condiciones del tráfico en escenario E2 durante el horizonte temporal 2023 a consecuencia de la activación del segundo cuello de botella en Barakaldo por la falta de capacidad de la sección de 3 carriles que da continuidad a los flujos que se dirigen hacia Bilbao y Max Center.

Figura 36: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (1).


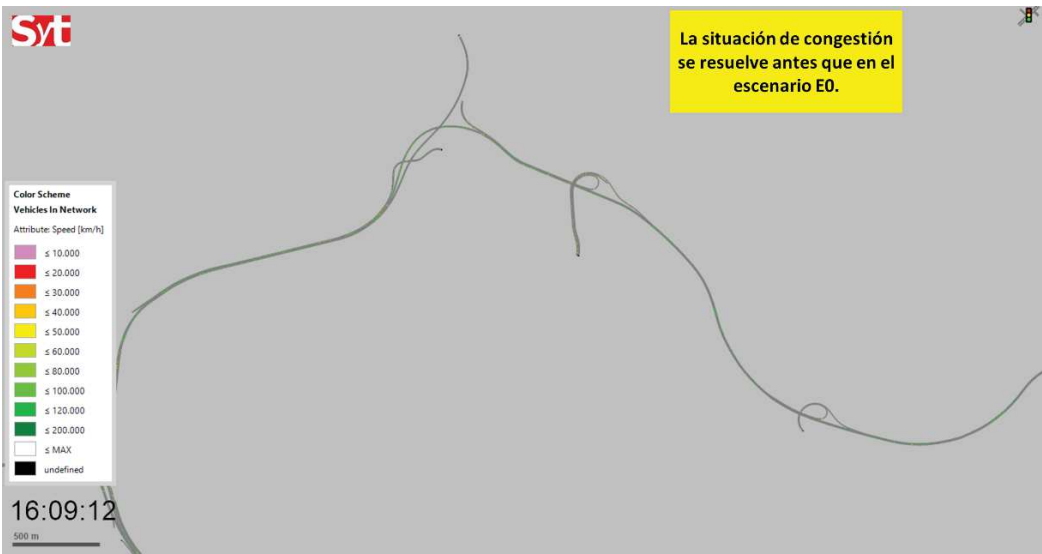
Fuente: modelo de microsimulación

Figura 37: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (2).



Fuente: modelo de microsimulación

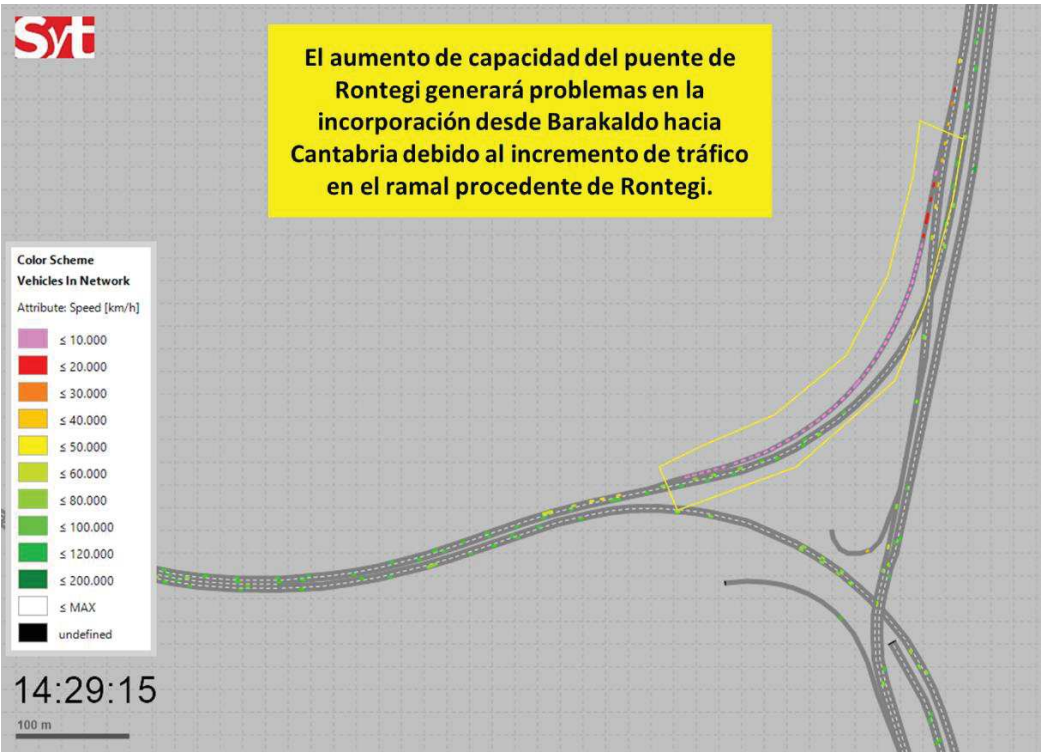
Figura 38: Resultados. Activación cuello de botella Barakaldo. E2 2023 (2).



Fuente: modelo de microsimulación

Una de las consecuencias que tendrá eliminar el cuello de botella de la Convergencia es la intensificación de los problemas en la incorporación desde Barakaldo hacia Cantabria.

Figura 39: Resultados. Agravación problemas de Incorporación Barakaldo.



Fuente: modelo de microsimulación

4 Resumen y Conclusiones

4.1 Resumen

- El Puente de Rontegi es uno de los tramos viarios más sensibles de la red viaria de Bizkaia, tanto por las elevadas intensidades de tráfico que soporta como por su importancia estratégica a la hora de canalizar y distribuir los tráficos entre las dos márgenes de la ría del Nervión-Ibaizabal.
- Desde que se inaugurara en 1983 el volumen de tráfico que circula a diario por sus cuatro carriles por sentido ha crecido de manera continuada. La caída de tráficos que se registró en los años posteriores a la crisis financiera del 2008 alivió en cierta medida el grado de saturación que venía soportando, pero la activación económica de los últimos años (precrisis del Covid-19) ha vuelto a poner de manifiesto la falta de capacidad de la que adolece la única conexión vial de alta capacidad que conecta ambas márgenes de la ría del Nervión, y que registra un tráfico diario de 150.000 vehículos.
- Las retenciones se registran en las horas de máxima demanda: sentido Santander-Txorierrri (sentido Este) durante el periodo Punta de Mañana, y en sentido contrario, Txorierrri-Santander (sentido Oeste), durante la Punta de Tarde.
- En este contexto, en el año 2018 SyT llevó a cabo un estudio de tráfico de los flujos del Puente de Rontegi en sentido Oeste. En dicho estudio se analizaron, entre otros, dos escenarios, asociados a la supresión de la Convergencia Actual de los ramales procedentes de la Avanzada y del Txorierrri.
 - **Escenario E2:** ACCESO CON CARRIL DE INCORPORACIÓN desde Asua. En este escenario, se garantiza la continuidad de los 2 carriles procedentes tanto del Txorierrri, como de La Avanzada. El ramal de acceso desde Asua (Playabarro) será el que ceda el paso a los vehículos que proceden del Txorierrri con un carril de aceleración de 220 metros de longitud.
 - **Escenario E3:** CUATRO CARRILES DE CONTINUACIÓN TRAS LA SALIDA HACIA BARAKALDO. Al escenario E2 se le modifica la salida de Barakaldo de forma que los 4 carriles de Rontegi continúan hacia Santander y Bilbao. En este escenario el carril de salida hacia Barakaldo se abre una vez pasado el tablero del puente de Rontegi.
- En el presente estudio se ha abordado el análisis en mayor detalle del impacto que la configuración recogida en el Escenario 2 (supresión de la Convergencia) tendrá en la capacidad de Rontegi y en los tráficos de la red vial del ámbito de estudio, particularmente en el Corredor del Txorierrri.
- En este contexto y debido a cuestiones de plazos del Cliente se planteó dividir el estudio en 2 Etapas:
 - **ETAPA 1:** Entregado en forma de Nota de Trabajo con fecha de 19/02/2020, se realizó un análisis con la misma información y modelo de microsimulación construido para el Estudio de 2018.
 - **ETAPA 2:** Se proponía realizar el mismo análisis previa actualización del modelo de microsimulación empleado en el estudio de 2018.
- El presente documento recoge el análisis correspondiente a la ETAPA 2 que, gracias a

las actualizaciones llevadas a cabo en el modelo de microsimulación, supone el estudio de tráfico con mayor grado de detalle realizado hasta la fecha por SyT sobre el impacto que generará la supresión de la Convergencia Avanzada/Kukularra en la red vial del entorno.

- Son 7 las principales **actualizaciones** que se han llevado a cabo en este estudio respecto a los anteriores.
 1. **Simulación del Periodo Punta Completo (4horas)** en lugar de una única hora punta.
 2. **Extensión del ámbito de estudio** (+3.5 km en el Corredor del Txorierrri) a fin de medir correctamente las colas producidas por la congestión.
 3. **Actualización de Tráficos** a octubre de 2019.
 4. Simulación de **tráficos a nivel de cuarto de hora** en lugar de a nivel horario.
 5. Actualización de la distribución de tráficos que se da en el **Trenzado de Rontegi** a partir de datos de trayectorias GPS.
 6. Se han establecido **nuevos horizontes temporales de análisis** por diversos motivos ya explicados: año 2019, 2021, 2023, 2025 y 2027.
 7. Se ha actualizado el **modelo de crecimiento** con tráficos del año 2019.

4.2 Conclusiones

Del análisis Micro llevado a cabo para cada escenario de análisis se concluye que:

- En el **ESCENARIO ACTUAL (E0 2019)**, correspondiente a la situación previa a la crisis generada por el virus COVID-19, la red vial del entorno del puente de Rontegi registra retenciones importantes durante los periodos punta de máxima demanda. En el caso particular del sentido de circulación Oeste, el periodo punta más crítico se sitúa en el mediodía de los viernes y la tarde de los días Laborables.

El origen de la congestión se produce en el tramo de convergencia entre los 2 carriles procedentes de la Avanzada (BI-637) y los 2 carriles procedentes del Corredor del Txorierrri (N-637). La reducción de capacidad vial que existe al pasar de 4 a 3 carriles genera **retenciones** que se extienden aguas arriba y **llegan a superar los 8 kilómetros de longitud** (desde la convergencia hasta el Enlace de Derio). Como consecuencia de la congestión también se produce una **caída importante de la velocidad de circulación de 50 km/h** aproximadamente: desde los 90 km/h que se registran en la situación sin congestión a los 40 km/h que se han alcanzan en los momentos más críticos. Además de la magnitud de la congestión hay que destacar que la misma tiene una **duración aproximada de 2 horas**.

Con la configuración vial actual, es decir, con la convergencia, se registra en el puente de Rontegi una **capacidad de 7.189 veh/h**.

En el caso de no llevar a cabo ninguna acción esta situación de congestión se irá agravando en el futuro siempre y cuando tras la crisis del COVID-19 se recupere el crecimiento tendencial histórico que se ha venido registrando en el ámbito de estudio.

La situación de congestión que se registra en el escenario Actual (E0 2019) tiene un impacto en **horas perdidas de 1.594 durante las cuatro horas del periodo punta analizado**. En el futuro, siempre y cuando el tráfico se recupere y siga creciendo como

se ha previsto, la cantidad de horas perdidas en cada punta irá en aumento hasta alcanzar las **2.871 veh/h en el año 2027**.

- Con la **SUPRESIÓN DE LA CONVERGENCIA (ESCENARIO E2)** se logra un **aumento de capacidad en el puente de Rontegi de 400 veh/h** aproximadamente, hasta alcanzar los **7.605 veh/h**.

Este aumento de capacidad trae consigo la **reducción de la congestión** que se traduce en la disminución de la cola de vehículos y en una **menor caída de la velocidad de circulación** (65 km/h en los momentos más críticos en lugar de 40 km/h). Además, se consigue **acortar la duración de la congestión a 1 hora en lugar de 2 horas**. Las colas también se reducen de los 8 kms de la situación actual a la centena de metros (145 m) medidos en el escenario E2.

En términos de demora, para los tráficos del año 2019, al eliminar la convergencia **se logra reducir la demora actual a la mitad** aproximadamente (de 1.594 horas del E0 2019 a las 722 horas del E2 2019). Dicho de otra manera, se lograría un ahorro de tiempo de **872 horas en cada periodo punta** de mediodía de los viernes, y en menor medida en las puntas de tarde de los días Laborables. A futuro, siempre y cuando se registren mayores niveles de tráfico, el ahorro de tiempo que produciría la supresión de la convergencia respecto a la situación con convergencia iría en aumento hasta alcanzar las 1.300 horas de ahorro al día en el año 2027.

Una cuestión a destacar es que con el crecimiento de tráficos empleado **se estima que para el año 2023 las prestaciones del escenario E2 sufrirán un deterioro durante los momentos de mayor nivel de tráfico**, como consecuencia de **la activación del segundo cuello de botella localizado en la salida hacia Barakaldo**, en el extremo oeste del puente de Rontegi.

Este deterioro de prestaciones se refleja en velocidades de circulación de 40-50 km/h y colas de vehículos cercanas a 8 km. Condiciones de tráfico similares a las que se han venido registrando hasta ahora. Sin embargo, es de subrayar que **con el escenario E2 el impacto de la congestión (caída de velocidad y formación de colas) dura menos que en el escenario actual (E0 2019)**: se tarda más tiempo en que decaiga la velocidad y formarse las retenciones, al tiempo que se restituyen antes y de forma más ágil los impactos derivados de la congestión.

Se quiere dejar claro que **las prestaciones que ofrece el escenario E2 son siempre superiores a las que ofrece la configuración vial Actual (E0)**. Como muestra se puede destacar que con tráficos estimados para el año 2027 la congestión que se daría con el escenario E2 será menor que la congestión que se registra hoy en día (configuración vial actual con tráficos 2019). Dicho de otra forma, **la construcción del escenario E2 permitirá llegar al año de puesta en servicio del Subfluvial de Lamiako (2027) con niveles de congestión similares o ligeramente inferiores a los que se registran actualmente**.

- La construcción del **ESCENARIO E3** (dar continuidad a los cuatro carriles hacia Bilbao y Santander) **dota al puente de Rontegi de una capacidad adicional de 250 v/h** aproximadamente respecto al escenario E2, que permite alcanzar los **7.880 v/h**. **Esta capacidad puede establecerse como la capacidad tope que pueden ofrecer los**

cuatro carriles del puente.

- Dicha capacidad extra permite que esta configuración vial soporte mejor el incremento de tráfico proyectado a futuro. Con ello se **favorece que la caída de velocidad y la formación de colas no sean tan acusados como en el escenario E2**.
- En términos de demora, para los tráficos del año 2019, el **escenario E3 reduce la demora en 981 horas respecto al escenario E0; 100 horas respecto al escenario E2**. Con tráficos del año 2023 estos mismos ahorros serían de 1.237 horas respecto al E0 y de 441 horas respecto al E2.
- Las prestaciones del escenario E3 se reducen en gran medida en el año 2027 como consecuencia de la activación del tercer y último cuello de botella localizado en la propia sección de cuatro carriles de Rontegi**. Este hecho se puede observar en el dato de demora el año horizonte 2027. El escenario E3 ofrece un ahorro de 1.487 horas respecto al escenario E0; cifra similar a la que reporta el escenario E2, 1.319 horas.
- Visto de otra manera, **los beneficios adicionales que ofrece el escenario E3 respecto al escenario E2 serán visibles principalmente entre los años 2023 y 2027**.