

ANEJO N°5

Estudio de Tráfico

Índice

1	Introducción	2
2	Obtención del tráfico objeto del proyecto	3
2.1	Datos de partida	3
2.2	Evolución del tráfico en el tramo en estudio	4
3	Nivel de Servicio Prestado	7

1 Introducción

El objeto de este Anejo es la determinación de las intensidades de tráfico que circulan por el tramo de la carretera BI-630 sobre la que se tiene previsto actuar en el presente **“Proyecto de Construcción de rectificación de trazado y ensanche de la carretera BI-630, Tramo: Traslaviña-Trucios”**, así como la obtención del Nivel de Servicio prestado por la misma.

El estudio se realiza tanto en el momento de puesta en servicio como en el año horizonte. Para definir la evolución del tráfico se ha partido de los datos de aforo registrados en las estaciones de cobertura más próximas a la zona en sus distintas campañas para, a partir de estos datos, proceder a efectuar una previsión del tráfico que discurrirá por esta carretera en los años antes referidos.

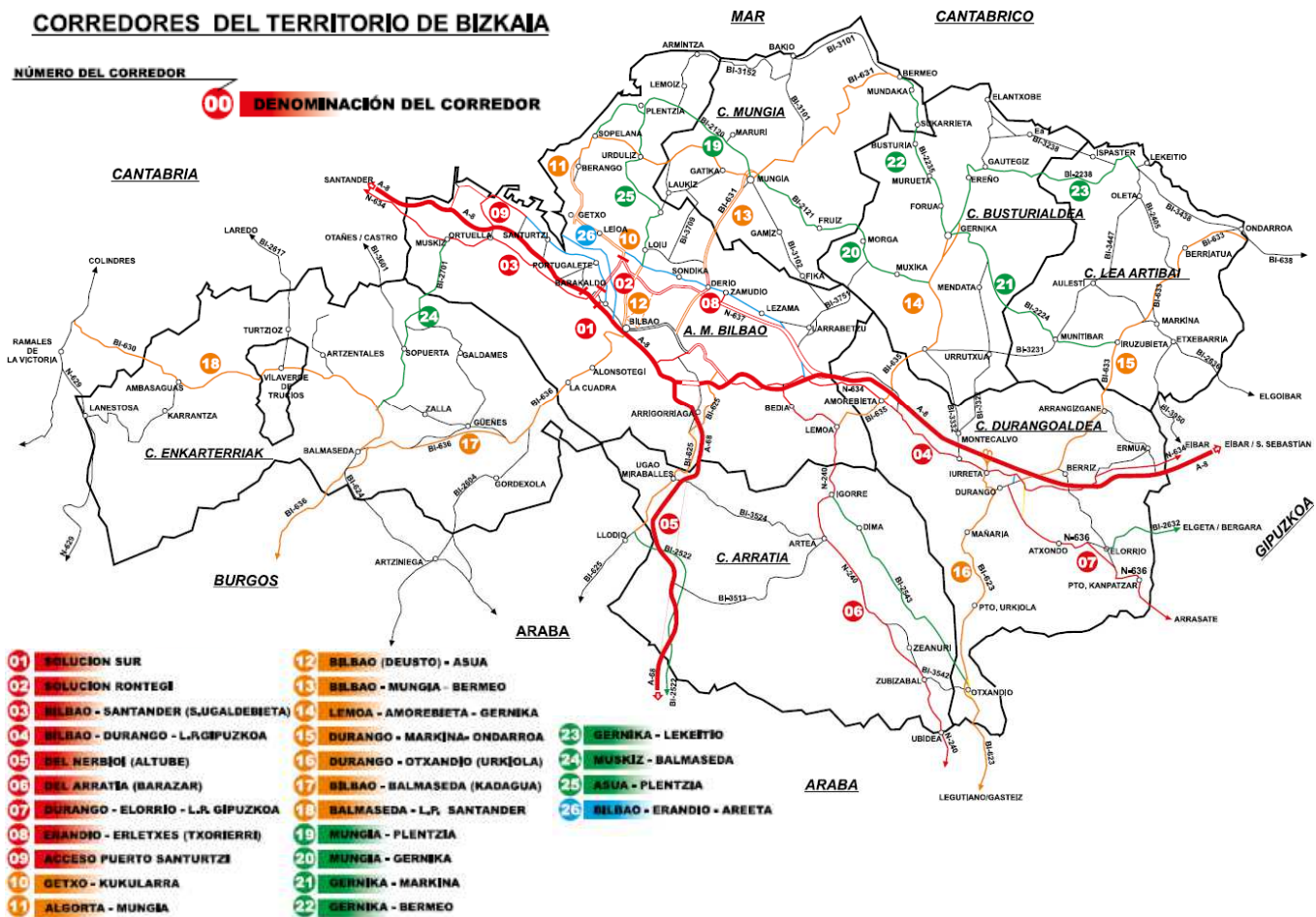
Las conclusiones que se extraigan de este estudio serán determinantes en el posterior dimensionamiento estructural del firme (Anejo nº8).

2 Obtención del tráfico objeto del proyecto

2.1 Datos de partida

La carretera en estudio (BI-630) forma parte de la Red Básica (Naranja), en concreto del Corredor 18 que discurre entre Balmaseda y el límite de provincia con Cantabria.

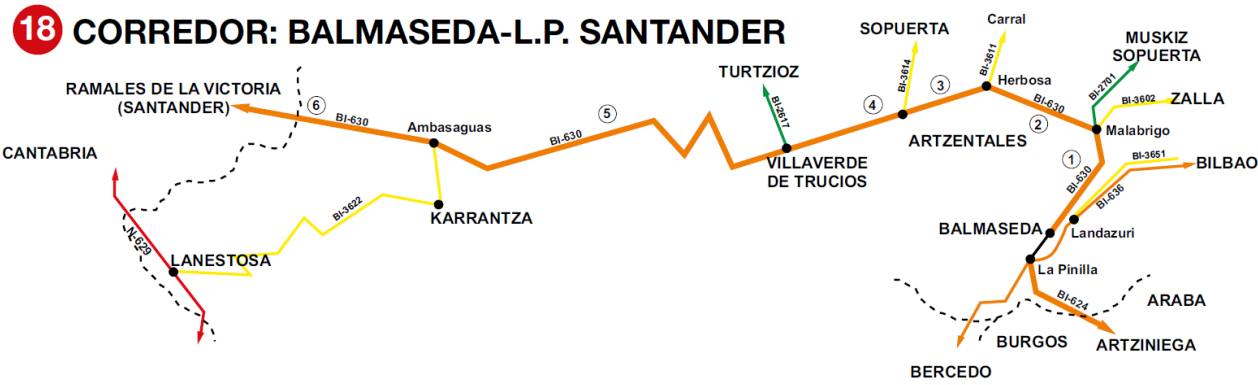
CORREDORES DEL TERRITORIO DE BIZKAIA



El Corredor 18 tiene una longitud total de 30,7 Km y está compuesto por 6 tramos de carretera, estando la zona de actuación prevista en el presente proyecto incluida en el tramo 4 entre Artzentales y Turtzioz. En estos 5 Km de longitud existe una única estación de aforo (de tipo 3) denominada 64A, cuyos datos han servido de base para la realización de este estudio.

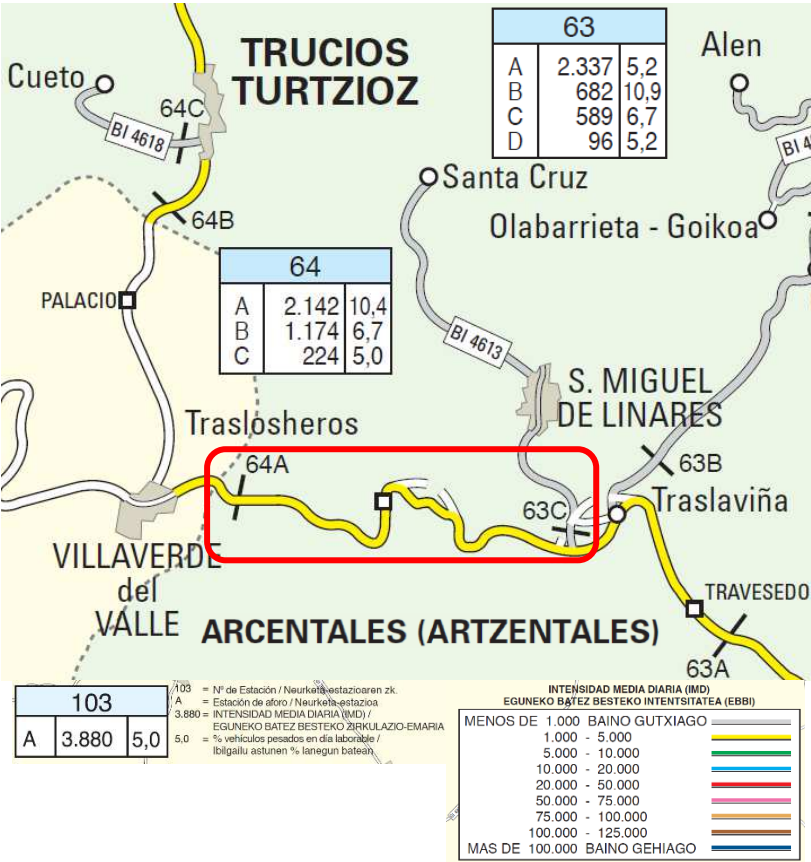
Por otro lado, casi al final del núcleo urbano de Traslaviña, la carretera BI-4613 enlaza con la BI-630 para conectar esta población con el barrio de Santa Cruz. Con una longitud de 4,7 Km, esta carretera de la Red Local (Amarilla) también dispone de una estación de aforo (nuevamente de tipo 3), situada justo antes de su conexión con la BI-630, denominada 63C.

18 CORREDOR: BALMASEDA-L.P. SANTANDER



A continuación se muestra la ubicación de estas dos estaciones de aforo así como los datos de IMD y % de pesados en ellas registrados en los últimos 11 años (periodo 2008-2018):

Estación	Carretera	Localidad	Tramo
64A	BI-630	Artzentales	Artzentales – Villaverde de Trucíos
63C	BI-4613	Artzentales	Traslaviña (BI-630) – Santa Cruz



Año	Carretera BI-630 (Estación de aforo 64A)		Carretera BI-4613 (Estación de aforo 63C)	
	IMD Vehículos/día (Media anual)	% Pesados D. Med.	IMD Vehículos/día (Media anual)	% Pesados D. Med.
2008	2.424	8,0	611	4,0
2009	2.402	8,0	580	4,0
2010	2.377	7,0	613	4,0
2011	2.290	7,0	572	4,0
2012	2.220	7,2	566	4,0
2013	2.235	7,5	537	4,0
2014	2.150	8,0	552	9,8
2015	2.122	9,3	558	7,0
2016	2.232	9,2	568	6,9
2017	2.145	9,7	582	6,6
2018	2.142	10,4	589	6,7

2.2 Evolución del tráfico en el tramo en estudio

Para actualizar la IMD al año previsto de puesta en servicio de la obra se va a emplear el método recogido en la Norma para el Dimensionado de Firmes del País Vasco del año 2012.

En concreto:

IMD_p^APS = IMD_p^AFO · (1 + r)^p

Siendo:

- IMD_p^APS: IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.
- IMD_p^AFO: IMD de vehículos pesados obtenida de aforos de tráfico.
- r: Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico pesado entre el año del aforo y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en tanto por uno.
- p: Periodo comprendido entre el año del aforo y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en años.

Se puede tomar el parámetro r como el mayor de las medias de los cinco o de los tres últimos valores de crecimiento del tráfico recogidos en la serie histórica de los informes anuales de aforos. Si se desconoce la fecha de puesta en servicio del tramo se puede suponer que transcurrirán 3 años a partir de la fecha en que se redacte el proyecto. En consecuencia se adopta como año de puesta en servicio de esta obra 2023.

Así pues, a continuación se analiza el incremento, en tanto por cien, de la IMD respecto al año anterior para establecer una idea de la evolución de los tráficos en el tramo de estudio durante los últimos años.

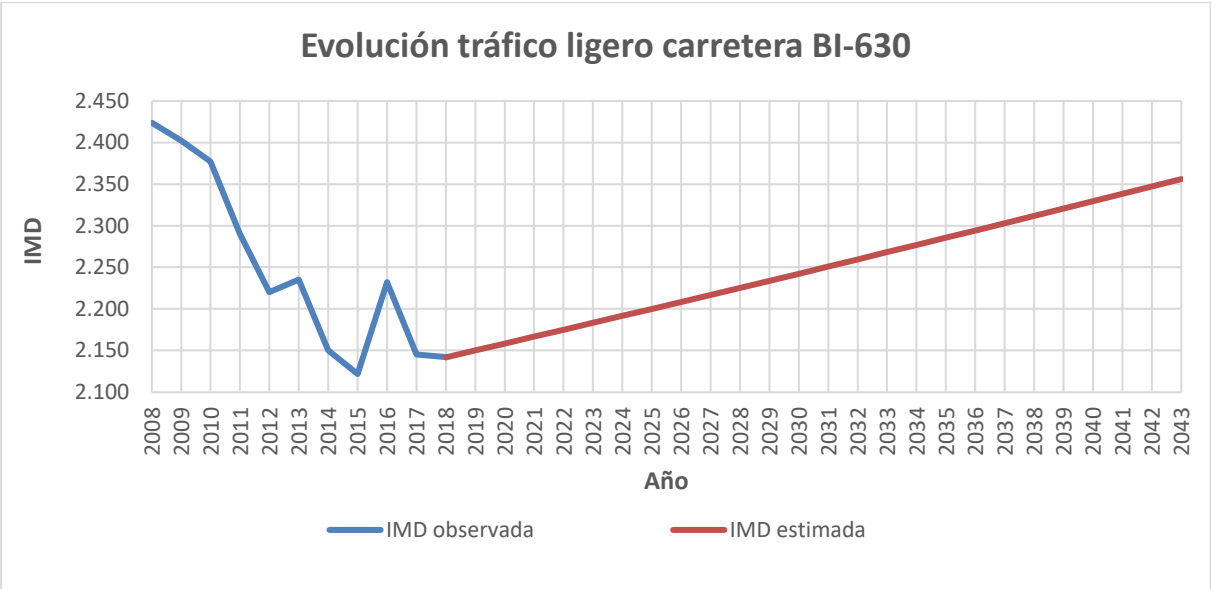
Evolución del tráfico carretera BI-630 (Estación de aforo 64A)					
Año	IMD	Δ tasa anual	% Pesados	IMDp	Δ tasa anual
2008	2.424		8,0	194	
2009	2.402	-0,9	8,0	192	-0,9
2010	2.377	-1,0	7,0	166	-13,4
2011	2.290	-3,7	7,0	160	-3,7
2012	2.220	-3,1	7,2	160	-0,3
2013	2.235	0,7	7,5	168	4,9
2014	2.150	-3,8	8,0	172	2,6
2015	2.122	-1,3	9,3	197	14,7
2016	2.232	5,2	9,2	205	4,1
2017	2.145	-3,9	9,7	208	1,3
2018	2.142	-0,1	10,4	223	7,1

Evolución del tráfico carretera BI-4613 (Estación de aforo 63C)					
Año	IMD	Δ tasa anual	% Pesados	IMDp	Δ tasa anual
2008	611		4,0	24	
2009	580	-5,1	4,0	23	-5,1
2010	613	5,7	4,0	25	5,7
2011	572	-6,7	4,0	23	-6,7
2012	566	-1,0	4,0	23	-1,0
2013	537	-5,1	4,0	21	-5,1
2014	552	2,8	9,8	54	151,8
2015	558	1,1	7,0	39	-27,8
2016	568	1,8	6,9	39	0,3
2017	582	2,5	6,6	38	-2,0
2018	589	1,2	6,7	39	2,7

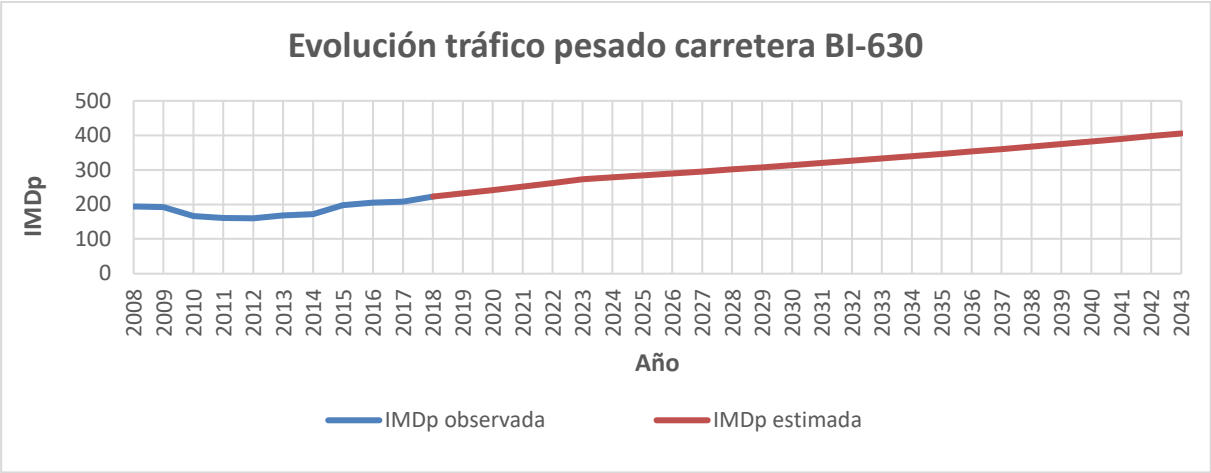
A partir de estos datos se procede a obtener el incremento de la tasa anual de los tráficos ligero y pesado en los periodos correspondientes a los últimos 11, 5 y 3 años.

Periodo	Δ tasa anual (%)			
	BI-630 (Est aforo 64A)		BI-4613 (Est aforo 63C)	
	IMD	IMDp	IMD	IMDp
2009/2018	-1,2	1,6	-0,3	11,3
2014/2018	-0,8	6,0	1,9	25,0
2016/2018	0,4	4,1	1,8	0,4
Media	-0,5	3,9	1,1	12,2

A la vista de los resultados obtenidos para la carretera BI-630, se adopta como valor de r de vehículos ligeros el correspondiente a los últimos 3 años (periodo 2016/2018) por resultar el más desfavorable de los estudiados. En base a ello, a continuación se muestra la gráfica con la evolución de la IMD (0,4%), tanto observada como estimada, desde el año 2008 hasta el año horizonte (2043) de esta carretera.



Respecto a los vehículos pesados, los datos obtenidos en el análisis anterior no resultan del todo fiables (se observa cierta dispersión y porcentajes algo altos), especialmente a largo plazo. En consecuencia, desde el año 2008 hasta el año de puesta en servicio (2023) del lado de la seguridad se adopta como valor de r el correspondiente a los últimos 3 años (periodo 2016/2018: 4,1%) por ser el valor más alto cercano a la media (adoptar un 6% resultaría excesivamente conservador). Sin embargo, tal y como estipula en estos casos la Norma para el Dimensionado de Firmes del País Vasco, a partir de ese momento (2023) y hasta el año horizonte (2043) se opta por emplear una tasa constante del 2% (IMDp en el año de puesta en servicio inferior a 1.600), lo cual arroja una progresión mucho más razonable.



Evolución tráfico carretera BI-630		
Año	IMD	IMDp
2018	2.142	223
2023	2.183	273
2043	2.356	406

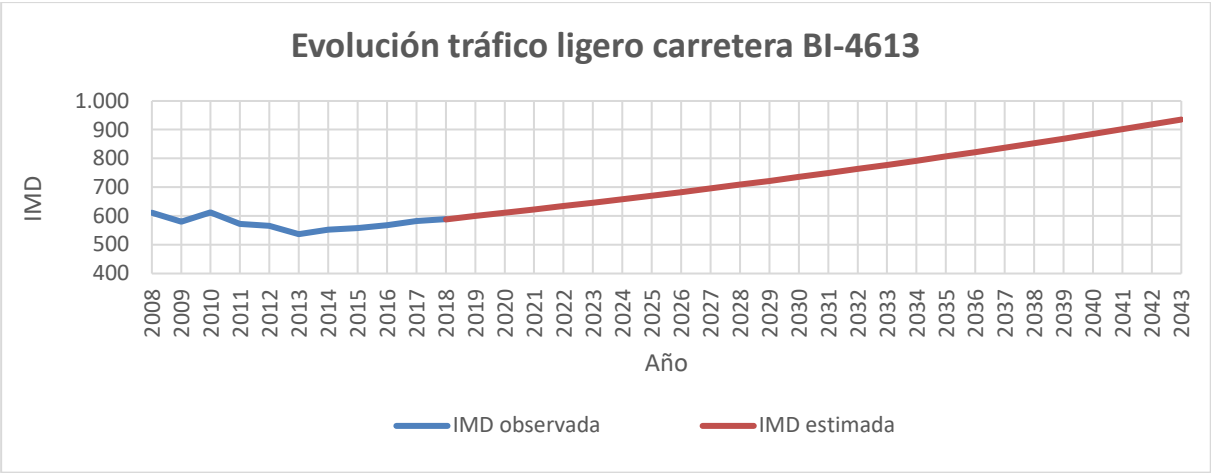
A partir del resultado obtenido para la IMD, en el siguiente apartado de este anejo se va a proceder a analizar el Nivel de Servicio que prestará la carretera BI-630 en el año horizonte (2043) con el fin de determinar si resulta necesario establecer tratamientos destinados a la mejora de la circulación, como puede ser la disposición de carriles especiales para vehículos lentos. Por otro lado, la IMDp va a servir de base para el dimensionamiento de la sección estructural del firme de la nueva carretera, cuyo estudio pormenorizado se encuentra recogido en el Anejo nº8 (Estudio de Firmes y Pavimentos).

En cuanto a la carretera BI-4613, el porcentaje de vehículos pesados observado en el año 2014 resulta tremendamente elevado en comparación al resto de años aforados, lo que hace que se desvirtúen en exceso los resultados obtenidos para la tasa anual de pesados en los periodos afectados (últimos 11 y 5 años). En consecuencia se procede a realizar de nuevo el mismo análisis obviando ese año, con el siguiente resultado:

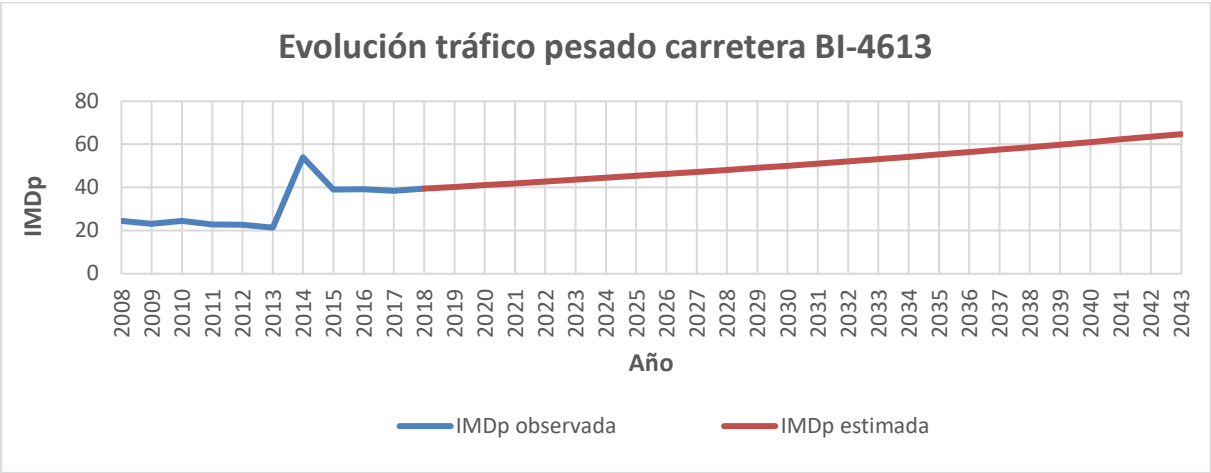
Evolución del tráfico carretera BI-4613 (Estación de aforo 63C)					
Año	IMD	Δ tasa anual	% Pesados	IMDp	Δ tasa anual
2008	611		4,0	24	
2009	580	-5,1	4,0	23	-5,1
2010	613	5,7	4,0	25	5,7
2011	572	-6,7	4,0	23	-6,7
2012	566	-1,0	4,0	23	-1,0
2013	537	-5,1	4,0	21	-5,1
2015	558	3,9	7,0	39	81,8
2016	568	1,8	6,9	39	0,3
2017	582	2,5	6,6	38	-2,0
2018	589	1,2	6,7	39	2,7

Periodo	Δ tasa anual (%)	
	IMD	IMDp
2009/2018	-0,3	7,9
2014/2018	0,8	15,6
2016/2018	1,8	0,4
Media	0,8	7,9

Con los datos ya corregidos, para esta carretera BI-4613 se adopta como valor de r para la IMD el correspondiente a los últimos 5 años sin corregir (periodo 2014/2018), el cual prácticamente coincide con el obtenido en el periodo 2016/2018 (últimos 3 años) corregido. En base a ello, a continuación se muestra la gráfica con la evolución del tráfico ligero (1,9%), tanto observada como estimada, desde el año 2008 hasta el año horizonte (2043) de esta carretera.



Respecto a los vehículos pesados, los datos obtenidos para los diferentes periodos estudiados, tanto corregidos como sin corregir, resultan muy dispares entre sí, con valores excesivamente altos y poco creíbles como para realizar con ellos estimaciones fiables de crecimiento futuro. En consecuencia, tal y como establece la Norma para el Dimensionado de Firms del País Vasco, se adopta una tasa constante del 2% en todo el periodo analizado (2019-2043) por ser la IMDp en el año de puesta en servicio inferior a 1.600.



Evolución tráfico carretera BI-4613		
Año	IMD	IMDp
2018	589	39
2023	646	44
2043	936	65

Dada la entidad de esta carretera, en este caso se obvia analizar el Nivel de Servicio prestado en el año horizonte, por lo que únicamente se empleará la IMDp para dimensionar la sección estructural del firme en el tramo sobre el que se actúa (no llega a 200 m), cuyo estudio pormenorizado se encuentra recogido en el Anejo nº8 (Estudio de Firms y Pavimentos).

3 Nivel de Servicio Prestado

En este apartado se va a obtener el Nivel de Servicio que prestará la carretera en el año horizonte (2043). Con ello se pretende determinar si resulta necesario establecer tratamientos destinados a la mejora de la circulación, como puede ser la disposición de carriles especiales para vehículos lentos.

Para la obtención del Nivel de Servicio se procede a aplicar los contenidos del Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010 así como de la Instrucción de Trazado 3.1-IC del Ministerio de Fomento.

En concreto, para el presente proyecto resulta de aplicación la metodología establecida para carreteras de 2 carriles (Two-Lane Highways) del tipo definido como Clase II, en la cual no se espera circular a grandes velocidades. En este caso el Nivel de Servicio se basa sólo en el resultado obtenido para el porcentaje de demora en tiempo, ya que la movilidad (velocidad) no es un parámetro decisivo en este tipo de carreteras de velocidad de proyecto baja.

Para realizar este análisis el nuevo trazado proyectado se divide previamente en 3 tramos al objeto de determinar las características específicas de cada uno de ellos y, a la vista de los datos, obtener el Nivel de Servicio en aquel que resulte más desfavorable.

Tramificación nuevo trazado carretera BI-630						
Tramo	PK _{inicio}	PK _{fin}	Longitud (m)	Inclinación media	Nº de accesos	% Prohibición adelantamiento
1	1+000	1+606	606	1,06 (<3%) ascendente	2	62 (s/PKs crecientes)
2	1+606	2+778	1172	4,6 (>3%) ascendente	8	75 (s/PKs crecientes)
3	2+778	4+461	1683	3,3 (>3%) descendente	7	48 (s/PKs decrecientes)

A continuación se procede a obtener el Nivel de Servicio prestado en el tramo 2 por resultar pésimo frente al resto.

Datos de partida:

- Clasificación de la carretera: Two-Lane Highways Clase II.
- Ancho de carriles: 3,5 m.
- Ancho de arcenes: 1,0 m.
- Densidad de accesos: 8 accesos (~11 acc/milla).
- Tipo de terreno: con rampas especiales.
- % prohibición de adelantamiento: 75 %.
- Velocidad de proyecto: 60 km/h.

- Volumen de tráfico horario: 8% de la IMD correspondiente a día laborable, esto es: $2356 \times 0,08 = 188,5$ v/h.
- Reparto por sentidos en hora punta: 60/40 (dada la ausencia de datos reales se adopta el valor por defecto recomendado en la tabla 15-5 del manual).
- Factor de hora punta: a falta de datos se toma por defecto el valor 0,88, según la tabla 15-5.
- % vehículos pesados: $17\% (IMD_p^{2043} / IMD^{2043} = 406 / 2.356)$

Estimación de la Velocidad en flujo libre (FFS):

Aplicando la ecuación 15-2:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

En este caso, $f_{LS} = 4,8$ km/h y $f_A = 4,4$ km/h , por lo que:

$$FFS = 50,8 \text{ km/h}$$

Ajuste de la demanda para PTSF:

Aplicando la ecuación 15-7:

$$v_i = V_i / (PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF})$$

En este caso, para el sentido de circulación analizado (ascendente), y teniendo en cuenta el reparto considerado (60/40), se tiene:

$$V_d = 188,5 \times 0,6 = 113,1 \text{ v/h}$$

$$PHF = 0,88 \text{ (factor de hora punta)}$$

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (factor de ajuste por pendientes, obtenido de la tabla 15-17)}$$

$$f_{HV,PTSF} = 1 / [1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)] \text{ (factor de ajuste por vehículos pesados)}$$

De acuerdo a la tabla 15-19, $E_T = 1$ y $E_R = 1$. Como $P_T = 0,17$, se obtiene:

$$f_{HV,PTSF} = 1$$

Y por tanto:

$$v_d = 113,1 / (0,88 \times 1 \times 1) = 128,52 \text{ vl/h}$$

Para el sentido contrario de circulación (descendente) se tiene:

$$V_o = 188,5 \times 0,4 = 75,4 \text{ v/h}$$

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (tabla 15-16)}$$

$$ET = 1.1 \text{ y } ER = 1$$

$$f_{HV,PTSF} = 0,983$$

$$v_o = 75,4 / (0,88 \times 1 \times 0,983) = 87,16 \text{ vl/h}$$

Estimación del porcentaje de tiempo en cola (PTSF):

Aplicando la ecuación 15-9:

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \times v_{d,PTSF} / (v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF})$$

$$BPTSF_d = 100 \times (1 - \exp(a v_d^b))$$

Donde a y b son coeficientes obtenidos interpolando en la tabla 15-20:

$$a = -0,0014 \text{ y } b = 0,973$$

$$BPTSF_d = 14,6 \%$$

$$f_{np,PTSF} = 51,93 \text{ (obtenido de la tabla 15-21)}$$

Por lo que $PTSF_d = 45,5 \%$

Determinación del Nivel de Servicio:

Teniendo en cuenta los criterios definidos en la Tabla 15-3 del HCM-2010 se puede concluir que, en el año horizonte (2043), el presente tramo operará en **Nivel de Servicio B** ($40 < PTSF_d < 55$).

Carril adicional en rampa:

De acuerdo al apartado 8.5.1 de la Instrucción de Trazado 3.1-IC, el establecimiento de un carril adicional en rampa en una carretera convencional exigirá el cumplimiento simultáneo de las tres condiciones siguientes:

- La intensidad de vehículos en el sentido de subida es mayor que 200 vehículos por hora. En este caso, $v_d = 128,5 < 200$ v/h, por lo que no se cumple.
- La intensidad de vehículos pesados en el sentido de subida es mayor que 20 vehículos por hora. Considerando un porcentaje de vehículos pesados del 17%, se obtienen $0,17 \times 128,5 = 21,8 > 20$ vp/h, por lo que esta segunda condición si se cumple.
- Se produce alguna de las tres circunstancias siguientes:
 - o Reducción de la velocidad de los vehículos pesados en 15 Km/h o más, respecto a la velocidad de proyecto. En el tramo analizado, con un 4,6% de pendiente media, la reducción sería de 9 km/h respecto a la velocidad de proyecto (60 km/h), de acuerdo a la gráfica 8.16 de la Norma 3.1-IC.
 - o Nivel de servicio D o E en la rampa. Como se ha determinado anteriormente, el nivel de servicio es B en este caso.
 - o Pérdida de dos niveles de servicio respecto al existente en el tramo de aproximación. Tampoco se cumple.

Por tanto, en esta carretera NO resulta necesario la disposición de un carril adicional en rampa.

Conclusión:

Los resultados obtenidos se ajustan a lo indicado en la tabla 7.1 de la Instrucción 3.1-I.C para carreteras C-60, la cual exige como mínimo un Nivel de Servicio E en el año horizonte. En consecuencia, la carretera objeto de este proyecto no requiere adoptar medidas adicionales de mejora de la circulación.