

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

2 Impacto medioambiental de viajeros

2.1 Emisión de contaminantes

2.1.1 Datos preliminares y método de cálculo

La implantación del Tren de Alta Velocidad (TAV) en Navarra, al ser un importante modo de transporte masivo de pasajeros, puede suponer un importante esfuerzo para la reducción de las emisiones, consumo energético y de la accidentalidad. Así, en esta sección se buscará analizar el efecto que sobre dichas variables tendría la puesta en marcha del TAV en el año 2016, realizando una comparación con el caso en el que no exista dicho modo de transporte de alta velocidad.

Por tanto, como punto de partida, dado que a la fecha de elaboración del presente Estudio ya se cuenta con los datos oficiales de las IMDs de las distintas carreteras de Navarra, se ha procedido a actualizar el cálculo de emisiones y consumo energético presentados en el Diagnóstico Preliminar (que presenta información para el año 2007).

Asimismo, cabe destacar que el estudio del impacto sobre el medioambiente se ha realizado a partir del análisis de las principales relaciones o corredores que son susceptibles de transformación con la llegada del TAV. Así, se han analizado las siguientes relaciones:

- Navarra-Madrid
- Navarra-Barcelona
- Navarra-Zaragoza
- Navarra-País Vasco
- Pamplona-Tudela

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Para llevar a cabo la estimación de las emisiones en las referidas vías de acceso, se ha decidido realizar un cálculo diferenciado las emisiones en caliente, mucho más importantes que en frío. Dadas las distancias a recorrer, las emisiones en frío aunque también se incluyen en este Informe pueden considerarse poco importantes. Dicha estimación pasa por un primer cálculo de los denominados factores de emisión.

Factores de emisión para emisiones en caliente

Para llevar a cabo este cálculo, teniendo en cuenta datos de la Dirección General de Tráfico así como de las Demarcaciones Territoriales de Carreteras, se ha supuesto una velocidad media de circulación de vehículos de 110 Km/h para turismos y 80 km/h para vehículos pesados.

También se ha diferenciado entre los diferentes tipos de vehículos: ligeros de gasolina, ligeros diesel, pesados diesel y motocicletas.

Vehículos ligeros de gasolina (LDG)

- Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) (gr/Km)

Las expresiones de los coeficientes de emisión son las siguientes:

$$0,112v + 4,32 = 16,64$$

$$27,22 - 0,406v + 0,0032 v^2 = 21,28$$

$$26,26 - 0,440v + 0,0026 v^2 = 9,32$$

$$\text{MEDIA (gr/Km)} = 15,74$$

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 12,00

Por tanto el valor de emisión corregido sería de **13,87**

- Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) (gr/Km)

Las expresiones de los coeficientes de emisión son las siguientes:

$$1,247 = 1,247$$

$$4,85v^{0,318} = 1,087$$

$$1,95 - 0,019v + 0,00009 = 0,949$$

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

MEDIA (gr/Km) = 1,09

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 1,00

Por tanto el valor de emisión corregido sería de **1,04**

- **Emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx) (gr/Km)**

Las expresiones de los coeficientes de emisión son las siguientes:

$$1,173 + 0,0225 v - 0,00014 v^2 = 1,954$$

$$1,360 + 0,0217 v - 0,00004 v^2 = 3,263$$

$$1,5 + 0,03 v - 0,0001 v^2 = 6,01$$

$$1,479 + 0,0037 v + 0,00018 v^2 = 4,064$$

$$1,663 - 0,0038 v + 0,0002 v^2 = 3,665$$

$$1,87 - 0,0039 v + 0,00022 v^2 = 4,103$$

$$1,616 - 0,0084 v + 0,00025 v^2 = 3,717$$

$$1,29 e^{0,0099v} = 3,832$$

$$2,784 - 0,0112v + 0,000294 v^2 = 21,28$$

MEDIA (gr/Km) = 3,968

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 3,20

Por tanto el valor de emisión corregido sería de: **3,58**

- **Emisiones de Metano (CH₄), Monóxido de Nitrógeno (N₂O), Amoníaco (NH₃) (gr/Km)**

Operando de manera similar a las expresiones anteriores, del programa de cálculo se obtienen las siguientes expresiones:

$$CH_4 = 0,025$$

$$N_2O = 0,006$$

$$NH_3 = 0,002$$

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Vehículos ligeros de diésel (LDD)

El cálculo de emisiones para este segundo tipo de vehículos se ha realizado de forma análoga al anterior, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

- **Emisiones de CO (gr/Km)**

$$5,413 v^{-0,574} = 0,6$$

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 2,00

Por tanto el valor de emisión corregido sería de **0,48**

- **Emisiones de VOC (gr/Km)**

$$4,61 v^{-0,937} = 0,056$$

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 0,13

De las tablas tipo obtenemos el siguiente valor: **0,093**

- **Emisiones de NOx (gr/Km)**

$$0,918 - 0,014 v + 0,000101 v^2 = 0,60$$

$$1,331 - 0,018 v + 0,000133 v^2 = 0,96$$

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 1,25

Por tanto el valor de emisión corregido sería de **0,936**

- **Emisiones de Partículas (gr/Km)**

$$0,45 - 0,0086 v + 0,000058 v^2 = 2,09$$

A partir de las Tablas tipo establecidas para llevar a cabo la estimación de dichos valores, el valor obtenido para realizar la ponderación pertinente es de: 0,16

Por tanto el valor de emisión corregido sería de **1,12**

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

- **Emisiones de CH₄, N₂O, NH₃, (gr/Km)**

Operando como en los casos anteriores obtenemos:

$$\text{CH}_4 = 0.005$$

$$\text{N}_2\text{O} = 0.017$$

$$\text{NH}_3 = 0.001$$

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Vehículos pesados diesel (gr/Km) (HDD)

Aquí se consideran todos los camiones de más de 3,5 toneladas, los factores de emisión se obtienen directamente de las tablas tipo existentes, teniendo en cuenta la velocidad media estándar de los vehículos pesados.

CO	= 3,6
NOx	= 9,95
VOC	= 1,15
Partículas	= 0,78
CH ₄	= 0.045
N ₂ O	= 0.03
NH ₃	= 0,003

Motocicletas (gr/Km)

Para este último caso se han considerado los vehículos de todas las cilindradas:

CO	= 17,3
NOx	= 0,143
VOC	= 8
CH ₄	= 0,15
N ₂ O	= 0.0017
NH ₃	= 0,0017

Una vez estimados estos factores, si queremos conocer las emisiones totales por hora (gr/h) emplearíamos la expresión siguiente:

$$E \text{ (gr/h)} = e \text{ (gr/km)} \cdot \% \text{ veh. por categ} \cdot \text{Km tramo considerado} \cdot \text{IM Horaria (veh/hora)}$$

En este caso, teniendo en cuenta las previsiones actuales, la distribución de vehículos gasolina y diesel es del 52,9% y el 47,1% respectivamente.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Con lo cual nos quedan los siguientes cálculos: (Emisiones en gr/h)

$$E_{CO} = (13,87a + 0,48b + 3,6d + 17,3 e) K$$

$$E_{NOx} = (3,58a + 0,936b + 9,95d + 0,143e) K$$

$$E_{VOC} = (1,04a + 0,093b + 1,15d + 8e) K$$

$$E_{CH4} = (0,025a + 0,005b + 0,045d + 0,15e) K$$

$$E_{N2O} = (0,006a + 0,017b + 0,03d + 0,0017e) K$$

$$E_{NH3} = (0,002a + 0,001b + 0,003d + 0,0017e) K$$

$$E_{particulas} = (1,12b + 0,78d) K$$

a = % vehículos LDG en el tramo considerado

b = % vehículos LDD en el tramo considerado

d = % vehículos HDD en el tramo considerado

e = % motos en el tramo considerado

K = Km tramo considerado · IM Horaria (veh/hora)

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Factores de emisión para emisiones en frío

Tal como se indicó al principio, también se han estimado las posibles emisiones en frío para los tramos estudiados y sobre los vehículos ligeros, ya que los valores de las emisiones en frío de los pesados suelen desestimarse por resultar muy bajos. Para ello se ha empleado la correspondiente correlación:

$$e_{\text{cold}} = B \cdot e_{\text{hot}} [(e_{\text{cold}} / e_{\text{hot}}) - 1]$$

siendo:

B = Fracción del recorrido circulando con los motores en frío.

Con los valores medios considerados, B pasa a valer 0,367

$e_{\text{cold}} / e_{\text{hot}}$ Tomando la misma media de temperatura ambiente obtenemos los siguientes resultados:

Valores de la relación $e_{\text{cold}} / e_{\text{hot}}$ en el cálculo de emisión en frío.

$e_{\text{cold}} / e_{\text{hot}}$	Vehículo ligeros Gasolina	Vehículos ligeros Diesel
CO	2,8	1,6
NOx	1,08	1,17
VOC	2,2	2,2
Partículas	-	2,1

Fuente: Elaboración propia (2008).

Con los datos estimados y recogidos en la Tabla anterior se pueden estimar los valores correspondientes a los diferentes contaminantes e_{cold} :

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Valores estimados de e_{cold} en el cálculo de emisión en frío.

e_{cold}	Vehículo ligeros Gasolina	Vehículos ligeros Diesel
CO	18,31	0,3
NOx	0,071	0,063
VOC	1,33	0,129
Partículas	-	0,202

Fuente: Elaboración propia (2008).

Para obtener los valores de emisión en frío en unidades de gr/h se opera de la misma manera que en el caso de las emisiones en caliente:

$$E \text{ (gr/h)} = e \text{ (gr/km)} \cdot n^{\circ} \text{ veh. por categ} \cdot \text{Km tramo considerado} \cdot \text{IM Horaria (veh/hora)}$$

En consecuencia, las correlaciones a seguir para la estimación de emisiones en gramos por hora, quedarían como sigue:

$$E_{CO} = (9,15a + 0,10b) K$$

$$E_{NOx} = (0,103a + 0,058b) K$$

$$E_{VOC} = (0,45a + 0,04b) K$$

$$E_{partículas} = (0,448b) K$$

Donde:

a = % vehículos LDG en el tramo considerado

b = % vehículos LDD en el tramo considerado

K = Km tramo considerado · IM Horaria (veh/hora)

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

En la siguiente tabla, se exponen los datos de las IMDs ponderadas de las principales autopistas que son objeto de análisis del presente estudio.

Tabla 3. Relación de IMDs para las principales vías de acceso a Navarra - 2008

	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240
LDD	5.382	5.058	6.926	5.258	7.684	6.571	6.269	4.496	2.693
LDG	6.044	5.680	7.778	5.904	8.629	7.379	7.040	5.049	3.024
HDD	799	1.275	6.829	6.989	4.322	2.691	2.661	615	385
Longitud (km)	72,3	36	13,77	19,6	111,95	29,17	27,61	8,93	35,54

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección de Obras Públicas del Gobierno de Navarra

Tal como se mencionó anteriormente, se ha procedido a calcular las emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), Compuestos orgánicos volátiles (VOC), metano (CH₄), monóxido de nitrógeno (N₂O), amoníaco (NH₃) y partículas, tanto en caliente como en frío, a partir de los datos de IMDs del 2008 y siguiendo la metodología descrita en el Diagnóstico Preliminar de la presente consultoría.

Tabla 4. Relación de valores totales de emisión en caliente estimados en Tn/año (2008)

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	2.356,90	1.123,33	677,38	804,08	5.638,81	1.217,32	1.124,78	242,50	579,45	13.764,54
E _{Nox}	912,43	504,29	523,91	645,21	3.387,67	649,26	553,31	90,73	220,34	7.487,15
E _{VOC}	203,23	103,68	84,09	102,10	604,44	122,43	108,56	20,60	49,57	1.398,71
E _{CH4}	5,64	2,98	2,73	3,34	18,62	3,67	3,19	0,57	1,37	42,12
E _{N2O}	4,00	2,10	1,88	2,30	12,93	2,56	2,24	0,40	0,97	29,39
E _{NH3}	0,52	0,27	0,22	0,26	1,56	0,32	0,28	0,05	0,13	3,62
E _{partículas}	175,47	87,78	66,09	79,84	491,82	101,29	90,79	17,86	42,89	1.153,84

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 5. Relación de valores de emisión en caliente solo vehículos ligeros estimados en Tn/año (2008)

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	2.280,41	1.059,17	549,15	642,38	4.967,96	1.105,94	1.040,83	236,03	562,56	12.444,42
E _{Nox}	703,94	326,95	169,52	198,30	1.533,51	341,40	321,29	72,86	173,65	3.841,42
E _{VOC}	179,09	83,18	43,13	50,45	390,14	86,85	81,74	18,54	44,18	977,29
E _{CH4}	4,70	2,18	1,13	1,32	10,23	2,28	2,14	0,49	1,16	25,63
E _{N20}	3,37	1,57	0,81	0,95	7,34	1,64	1,54	0,35	0,83	18,40
E _{NH3}	0,46	0,21	0,11	0,13	1,00	0,22	0,21	0,05	0,11	2,52
E _{partículas}	159,08	73,88	38,31	44,81	346,47	77,15	72,60	16,46	39,23	867,99

Tabla 6. Relación de valores de emisión en caliente solo vehículos pesados estimados en Tn/año (2008)

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	76,49	64,16	128,22	161,70	670,85	111,39	83,95	6,47	16,89	1.320,12
E _{Nox}	208,48	177,34	354,39	446,91	1.854,16	307,86	232,02	17,87	46,69	3.645,73
E _{VOC}	24,15	20,50	40,96	51,65	214,30	35,58	26,82	2,07	5,40	421,42
E _{CH4}	0,94	0,80	1,60	2,02	8,39	1,39	1,05	0,08	0,21	16,49
E _{N20}	0,63	0,53	1,07	1,35	5,59	0,93	0,70	0,05	0,14	10,99
E _{NH3}	0,06	0,05	0,11	0,13	0,56	0,09	0,07	0,01	0,01	1,10
E _{partículas}	16,40	13,90	27,78	35,03	145,35	24,13	18,19	1,40	3,66	285,85

Tabla 7. Relación de valores de emisión en frío estimados en Tn/año (2008)

Emisiones	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	12,23	11,49	15,74	11,95	17,46	14,93	14,24	10,22	6,12	114,38
E _{Nox}	0,20	0,19	0,26	0,20	0,29	0,25	0,24	0,17	0,10	1,91
E _{voc}	0,64	0,60	0,83	0,63	0,92	0,78	0,75	0,54	0,32	6,01
E _{partículas}	0,53	0,22	0,68	0,52	0,75	0,64	0,62	0,44	0,26	4,66

De igual forma, en las siguientes tablas se presenta el número de viajeros –ya presentado en el Estudio de Demanda-y de ocupación media por cada corredor y modo de transporte, que servirán de referencia para el análisis de consumo energético.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 8. Viajeros por modo en las principales relaciones con (2008)

RELACIÓN	2008				Total
	Autobús	Avión	Coche	Tren	
Navarra-Madrid	134.985	323.688	579.689	361.473	1.399.835
Navarra-Zaragoza	175.930	0	1.548.659	81.760	1.806.349
Navarra-Barcelona	54.020	86.044	663.711	75.920	879.695
Navarra-País Vasco	599.330	0	5.021.813	74.460	5.695.603
Pamplona-Tudela	79.037	0	928.765	54.020	1.061.822
Navarra-Francia	64.447	82.860	764.153	9.207	920.667

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Viajeros por modo en las principales relaciones con Navarra. Escenario 2016 sin TAV

RELACIÓN	2016 sin TAV				Total
	Autobús	Avión	Coche	Tren	
Navarra-Madrid	138.623	337.251	625.286	410.537	1.511.697
Navarra-Zaragoza	185.217	0	1.680.915	102.678	1.968.810
Navarra-Barcelona	56.871	91.134	720.392	117.992	986.389
Navarra-País Vasco	630.966	0	5.450.675	83.332	6.164.973
Pamplona-Tudela	81.286	0	1.008.081	60.436	1.149.803
Navarra-Francia	67.699	87.762	841.998	9.871	1.007.330

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 10. Viajeros por modo en las principales relaciones con Navarra. Escenario con TAV

RELACIÓN	2016 con TAV				
	Autobús	Avión	Coche	Tren	Total
Navarra-Madrid	133.113	293.884	533.912	566.373	1.527.281
Navarra-Zaragoza	177.043	0	1.587.650	215.388	1.980.080
Navarra- Barcelona	54.362	70.219	606.081	271.032	1.001.694
Navarra-País Vasco	603.120	0	5.394.663	176.506	6.174.289
Pamplona-Tudela	77.941	0	964.035	113.094	1.155.069
Navarra-Franca	1.045.578	364.103	9.086.342	1.342.392	11.838.414

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Ocupación media por modo y relaciones.

RELACIÓN	Autobús	Avión	Coche	Tren
Navarra-Madrid	18	65	1,4	78
Navarra-Zaragoza	20		1,56	16
Navarra- Barcelona	25	24	1,56	52
Navarra-País Vasco	22		1,51	26
Pamplona-Tudela	13		1,4	0

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que la ocupación media ha sido obtenida a través de los datos de las encuestas realizadas para el presente documento.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

2.1.2 Emisiones año 2016 (con/sin TAV)

En esta sección se calcularán las emisiones que se obtendrían en el 2016, tanto en el escenario en el que se implementa el TAV, como en el caso en que no se lleve a cabo dicha infraestructura, para de esta forma poder tener una aproximación a la diferencia en el volumen de emisiones entre ambos casos.

La estimación se realiza en base a los datos y metodología presentados en la sección anterior.

A continuación se presentan las estimaciones del volumen de emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), Compuestos orgánicos volátiles (VOC), metano (CH₄), monóxido de nitrógeno (N₂O), amoníaco (NH₃) y partículas, tanto en caliente como en frío para los escenarios 2016 que implican o no la implementación del TAV⁶.

⁶ Monóxido de carbono: gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Lo despiden los vehículos detenidos con el motor encendido.

Óxidos de Nitrógeno: Se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. El proceso de formación más habitual de estos compuestos inorgánicos es la combustión a altas temperaturas, proceso en el cual habitualmente el aire es el comburente.

Compuestos orgánicos volátiles: Son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, 1-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. Tienen un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.).

Monóxido de nitrógeno: es un gas incoloro y poco soluble en agua presente en pequeñas cantidades en los mamíferos. Está también extendido por el aire siendo producido en automóviles y plantas de energía. Se lo considera un agente tóxico.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Se puede apreciar que el volumen de emisiones es menor en el caso del escenario en el que se implementa el TAV. Esto está relacionado a que en el caso de implementarse el TAV habría un traspase de viajeros del coche al tren, lo que contribuiría a que se reduzcan los niveles de contaminación generados por dichos vehículos.

Tabla 12. Relación de valores totales de emisión en caliente estimados en Tn/año. Escenario 2016 sin TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	2.452,72	1.478,10	750,36	1.153,91	7.800,06	1.438,39	1.310,71	290,07	724,55	17.398,86
E _{Nox}	949,52	663,56	580,36	925,92	4.686,10	767,16	644,78	108,53	275,51	9.601,44
E _{VOC}	211,50	136,42	93,15	146,52	836,11	144,67	126,50	24,64	61,99	1.781,50
E _{CH4}	5,87	3,93	3,03	4,80	25,76	4,34	3,72	0,68	1,71	53,83
E _{N20}	4,16	2,76	2,08	3,30	17,89	3,03	2,61	0,48	1,22	37,53
E _{NH3}	0,55	0,35	0,24	0,38	2,16	0,37	0,33	0,06	0,16	4,60
E _{partículas}	182,61	115,51	73,21	114,58	680,33	119,68	105,80	21,37	53,63	1.466,71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Relación de valores totales de emisión en frío estimados en Tn/año. Escenario 2016 sin TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	12,73	15,12	17,43	17,14	24,15	17,64	16,60	12,22	7,65	140,69
E _{Nox}	0,21	0,25	0,29	0,29	0,40	0,30	0,28	0,20	0,13	2,35
E _{VOC}	0,67	0,79	0,92	0,90	1,27	0,93	0,87	0,64	0,40	7,40
E _{partículas}	0,55	0,29	0,75	0,74	1,04	0,75	0,72	0,53	0,33	5,71

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 14. Relación de valores totales de emisión en caliente estimados en Tn/año. Escenario 2016 con TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	2.316,16	1.411,87	744,68	1.122,53	7.643,90	1.425,19	1.298,01	273,16	657,29	16.892,80
E _{Nox}	896,66	633,83	575,97	900,74	4.592,29	760,13	638,53	102,21	249,93	9.350,28
E _{voc}	199,72	130,31	92,44	142,54	819,38	143,34	125,27	23,21	56,23	1.732,44
E _{CH4}	5,54	3,75	3,01	4,67	25,24	4,30	3,69	0,64	1,55	52,38
E _{N2O}	3,93	2,64	2,07	3,21	17,53	3,00	2,58	0,45	1,10	36,52
E _{NH3}	0,51	0,34	0,24	0,37	2,12	0,37	0,32	0,06	0,14	4,48
E _{particulas}	172,44	110,33	72,66	111,46	666,71	118,58	104,77	20,12	48,65	1.425,73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Relación de valores totales de emisión en frío estimados en Tn/año. Escenario 2016 con TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	12,05	14,45	17,32	16,47	23,63	17,53	16,49	11,55	6,98	136,47
E _{Nox}	0,20	0,24	0,29	0,28	0,40	0,29	0,28	0,19	0,12	2,28
E _{voc}	0,63	0,76	0,91	0,87	1,24	0,92	0,87	0,61	0,37	7,17
E _{particulas}	0,52	0,28	0,75	0,71	1,02	0,75	0,71	0,50	0,30	5,54

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se compara el volumen de emisiones del año base (2008) con los estimados de emisiones que se obtendrían en los escenarios del año 2016, tanto sin la presencia del TAV como con la puesta en marcha del mismo. Como es de esperarse, los volúmenes de emisiones en caliente y frío se incrementan en el 2016 (tanto con TAV como sin él) con respecto al 2008, debido al incremento natural del tráfico durante dichos años. Sin embargo, cabe destacar que en el escenario con TAV, se logra un ahorro en la disminución de emisiones con respecto a la situación en la que no se llevara a cabo dicha infraestructura, debido nuevamente, a la captación de viajeros de la carretera que podría realizar el TAV.

Por tanto, la presencia del TAV contribuiría a reducir los niveles de contaminación por emisiones en cerca de 3%, en contraposición al caso en el que no se implementara la alta velocidad en Navarra.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 16. Comparativa por escenarios de los valores de emisiones en caliente en Tn/año.

Emisiones en caliente	2008	2016 sin tav		2016 con tav		Ahorro con/sin TAV	
	valor	valor	% Δ	valor	% Δ	valor	% ahorro
E _{co}	13.764,54	17.398,86	26%	16.892,80	23%	506,06	2,91%
E _{Nox}	7.487,15	9.601,44	28%	9.350,28	25%	251,17	2,62%
E _{VOC}	1.398,71	1.781,50	27%	1.732,44	24%	49,06	2,75%
E _{CH4}	42,12	53,83	28%	52,38	24%	1,45	2,69%
E _{N2O}	29,39	37,53	28%	36,52	24%	1,01	2,70%
E _{NH3}	3,62	4,60	27%	4,48	24%	0,13	2,75%
E _{partículas}	1.153,84	1.466,71	27%	1.425,73	24%	40,98	2,79%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Comparativa por escenarios de los valores de emisiones en frío en Tn/año.

Emisiones en frío	2008	2016 sin tav		2016 con tav		Ahorro con/sin TAV	
	valor	valor	% Δ	valor	% Δ	valor	% ahorro
E _{co}	114,38	140,69	23%	136,47	19%	4,22	3,00%
E _{Nox}	1,91	2,35	23%	2,28	19%	0,07	3,00%
E _{VOC}	6,01	7,40	23%	7,17	19%	0,22	3,00%
E _{partículas}	4,66	5,71	23%	5,54	19%	0,17	2,91%

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Las **emisiones de CO₂** se estiman en base al consumo de combustible y a otras emisiones –en caliente y en frío– de átomos de Carbono como CO, COV y emisiones de partículas. Se han calculado las emisiones de CO₂ en vehículos ligeros, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 18. Comparativa por escenarios de la emisión de CO₂ de vehículos ligeros (tn/año)

Emisiones	2008	2016 sin tav		2016 con tav		Ahorro con/sin TAV	
	valor	valor	% Δ	valor	% Δ	valor	% ahorro
CO ₂	282.871	356.342	25,97%	345.656	22,20%	10.687	3,00%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en el escenario con TAV, se lograría un ahorro de emisiones de CO₂ del orden del 3%, lo que representaría un impacto positivo en el medioambiente.

En cuanto al consumo de las emisiones de CO₂ debido al **avión**, se han realizado los siguientes cálculos e hipótesis.

En primer lugar es necesario establecer un aprovechamiento del medio de transporte, que ha sido calculado a través de la capacidad media de los mismos y la ocupación media observada en los aforos realizados. Luego para aviones de 170 plazas se obtiene un aprovechamiento del 28%.

Según un estudio de emisiones de aviones publicado en la revista "Vía Libre" núm. 515, en enero de 2008, para un aprovechamiento de este tipo, la emisión es de **0,3909 Kg de CO₂ por kilómetro y viajero**. Para hacer esta aproximación se han tenido que tomar algunas hipótesis como que se asemeje un vuelo de distancia similar, y que la flota de aviones sea un mix de aviones de tipo antiguo (15%) y un 85% de aviones nuevos más eficientes (A 320).

Además, para el cálculo final se ha supuesto un aumento del 10% sobre la distancia ortodrómica, con lo que se ha estimado una distancia de recorrido media entre los vuelos a Madrid y Barcelona ponderado según su frecuencia de 366,40 km. Con ello se obtiene que la emisión es de **143,22 Kg de CO₂ por viajero**.

Por tanto, los resultados para cada uno de los escenarios son los siguientes:

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 19. Comparativa por escenarios de la emisión de CO₂ por el avión.

Escenario	nº viajeros avión anuales	CO ₂ (Tn/año)	Ahorro respecto año cero (%)
2008	409.732	58.682	
2016 sin TAV	428.385	61.353	-5%
2016 con TAV	364.103	52.147	11%

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla anterior, se ha estimado que habría 9.206.468 kg CO₂ menos emitidos por los vuelos con origen o destino Navarra si se instaurase el TAV en Navarra, lo que supone a título meramente informativo un 0,13% de ahorro con respecto a lo emitido en España en el año 2006.

Por último, conviene destacar que las emisiones del avión son considerablemente mayores a la de los vehículos y que el ahorro, por tanto, también es mucho mayor.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA Impacto Social y Medioambiental

2.2 Accidentalidad

2.2.1 Datos preliminares y método de cálculo

Tal y como se apuntó en el estudio de la situación actual de los efectos medioambientales (Documento Preliminar), el índice de peligrosidad debido a los accidentes de tráfico en las carreteras presenta una tendencia general decreciente en los últimos años.

Tabla 20. Accidentalidad en autopistas, autovías y vías desdobladas en Navarra

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Longitud (km)	223	272	258	315	345	346	369
Accidentes con víctimas (nº)	66	87	55	84	55	64	86
IMD (veh/día)	13.095	15.434	16.358	16.017	17.211	16.933	16.775
Índice Peligrosidad	6,19	5,68	3,57	4,56	2,54	2,99	3,81
Tasa Anual Acumulada respecto año 2000		-2,8%	-12,9%	-5,9%	-13,8%	-9,9%	-5,9%

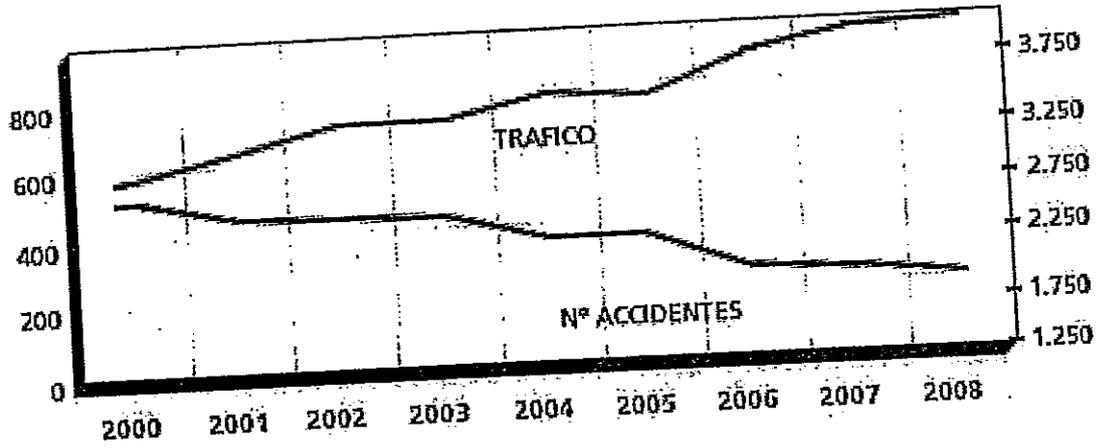
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Obras Públicas de Navarra y del Ministerio de Fomento.

Este fenómeno es fruto, principalmente, de los planes de mejora de la seguridad vial que se han puesto en marcha por parte del Gobierno de la Comunidad Foral, produciéndose una disminución del número de accidentes pese al incremento del tráfico, como ilustra la figura adjunta para el conjunto de la red de carreteras de Navarra.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Figura 25. Evolución del tráfico y accidentes en las carreteras de Navarra



Fuente: Departamento de Obras Públicas de Navarra.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

2.2.2 Accidentalidad año 2016 (sin/con TAV)

Con el fin de estimar en cada uno de los escenarios el número accidentes con víctimas, se ha establecido una hipótesis sobre el descenso progresivo del índice de peligrosidad, supuesto un mantenimiento y evolución positiva de las mejoras de prevención de accidentes de tráfico en las carreteras.

Así, se propone un índice de peligrosidad para el año 2016 proyectando el valor de 2008 con una tasa anual acumulada de -8,5%, tomada como el promedio de las tasas anuales acumuladas en el período 2003-2008 y referidas a variaciones respecto del año 2000.

El cálculo del número de víctimas se obtiene de la siguiente expresión:

$$IP_{\text{anual}} = (\text{n}^{\circ} \text{ accidentes con víctimas} * 10^8) / (\text{IMD} * 365 * \text{Longitud carreteras -km-})$$

Es necesario señalar que el número de víctimas aquí obtenido no es el total de las carreteras navarras, sino el de las carreteras sobre las que se trabaja la IMD en el presente Estudio, es decir, el correspondiente a las principales vías que cubren las 5 relaciones de estudio.

Las estimaciones arrojan un fuerte descenso de la peligrosidad en 2016 por el efecto de las políticas de mejora de la seguridad vial en carretera, con un efecto adicional por la puesta en marcha del TAV equivalente al descenso esperado en el tráfico por carretera, al reducir el número de accidentes con víctimas de 48 a 46 (2,8%).

Tabla 21. Tabla de cálculo de accidentes con víctimas en vías navarras.

ESCENARIO	IMD	longitud (km)	I. Peligrosidad	Accidentes con víctimas
2008	15.534	354,87	3,81	86
2016 sin TAV	19.699	354,87	1,86	48
2016 con TAV	19.138	354,87	1,86	46

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA Impacto Social y Medioambiental

2.3 Balance energético

2.3.1 Datos preliminares y método de cálculo

Para calcular el balance energético, se toma como punto de referencia el año 2008; se define el consumo de energía en este año como la UNIDAD de referencia y se calcula la variación del gasto energético en cada uno de los dos escenarios objeto del estudio, referidos al mencionado escenario inicial.

Para ello, se analiza por separado el consumo energético de cada uno de los modos de transporte y su peso dentro del cómputo global.

Incrementos de consumo energético

MODO : AVIÓN

Tabla 22. Número de vuelos anuales

ESCENARIO	Madrid	Barcelona	Total
2008	4.980	3.585	8.565
2016 sin TAV	5.188	3.797	8.986
2016 con TAV	4.521	2.926	7.447

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente puede apreciarse la variación que se produce entre el escenario 2016 con TAV y los anteriores.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 23. Variación porcentual de la prognosis de los dos escenarios en modo Avión

ESCENARIO	Variación (%)
2008	0
2016 sin TAV	5
2016 con TAV	-17

Fuente: Elaboración propia

MODO: AUTOBÚS

Tabla 24. Número de expediciones en autobús anuales

ESCENARIO	Madrid	Barcelona	Zaragoza	País Vasco	Tudela	Total
2008	7.444	2.161	8.800	27.227	6.077	51.709
2016 sin TAV	7.666	2.240	9.250	28.682	6.231	54.069
2016 con TAV	7.388	2.160	8.850	27.409	6.012	51.819

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente puede apreciarse la variación que se produce entre el escenario 2016 con TAV y los anteriores.

Tabla 25. Variación porcentual de la prognosis de los dos escenarios en modo Autobús

ESCENARIO	Variación (%)
CERO	0
2016 sin TAV	4,6
2016 con TAV	0,2

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

MODO: AUTOMÓVIL

A continuación se muestra la tabla de los vehículos que realizan anualmente el recorrido con origen o destino Navarra y cada una de las localizaciones de la siguiente tabla (origen o destino Pamplona en la relación con Tudela).

Tabla 26. Viajes en automóvil anuales

ESCENARIO	Madrid	Barcelona	Zaragoza	País vasco	Tudela	Total
2008	414.288	428.205	992.730	3.866.225	662.857	6.364.305
2016 sin TAV	446.428	461.538	1.076.923	4.196.688	720.056	6.901.633
2016 con TAV	378.571	385.897	1.010.897	4.133.113	683.571	6.592.049

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente puede apreciarse la variación que se produce entre el escenario 2016 con TAV y los anteriores.

Tabla 27. Variación porcentual de la prognosis de los dos escenarios en automóvil

ESCENARIO	Variación (%)
2008	0
2016 sin TAV	8,4
2016 con TAV	3,6

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

MODO: TREN

Tabla 28. Número de expediciones en tren anuales

ESCENARIO	Madrid	Barcelona	Zaragoza	País vasco	Tudela	total
2008	4.633	1.460	5.110	2.862	3.376	17.441
2016 sin TAV	5.263	2.269	6.375	3.205	3.777	20.889
2016 con TAV	6.791	5.211	13.460	6.889	7.068	39.419

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente puede apreciarse la variación que se produce entre el escenario 2016 con TAV y los anteriores.

Tabla 29. Variación porcentual de la prognosis de los dos escenarios en modo Tren

ESCENARIO	Variación (%)
2008	0
2016 sin TAV	19,77
2016 con TAV	126,01

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA Impacto Social y Medioambiental

2.3.2 Consumo energético año 2016 (sin/con TAV)

Una vez se tienen los diferentes incrementos de los desplazamientos en cada uno de los modos de transporte, se introduce la eficiencia energética como una medida que permita unificar los distintos consumos que se realizan entre dichos modos.

Conviene aclarar que a mayor eficiencia energética menor cantidad de energía necesaria para el transporte, independientemente de las fuentes de energía y emisiones posteriores.

La tabla siguiente resume el gasto energético de los distintos modos de transporte terrestre, siendo evidente que el transporte público por carretera es bastante más eficiente que el resto de modos de transporte terrestre mecanizado (siempre y cuando su ocupación sea la óptima). Cabe añadir que la ocupación referida en la tabla es siempre una ocupación media.

Tabla 30. Eficiencia energética del transporte terrestre

Modo de transporte	Gasto energético (*)	Índice relativo	Grado de eficiencia
Bicicleta	0,06	1	Muy eficiente
Ir a pie	0,16	2,7	Muy eficiente
Autocar dos pisos	0,17	2,8	Muy eficiente
Tren de cercanías	0,35	5,8	Eficiente
Minibús	0,47	7,8	Eficiente
Autocar de línea	0,5	8,3	Eficiente
Autobús urbano	0,58	9,7	Eficiente
Tren TGV	0,62	10	Eficiente
Tren Express rápido	0,66	11	Poco eficiente
Coche gasoil <1,4 l	2,26	38	Poco eficiente
Coche gasolina <1,4 l	2,61	43	Poco eficiente
Coche gasoil 1,4-2,0 l	2,76	46	Poco eficiente
Coche gasolina 1,4-2,0 l	2,98	50	Poco eficiente
Coche gasoil >2,0 l	3,66	61	Poco eficiente
Coche gasolina >2,0 l	4,66	78	Muy ineficiente
Avión	5,18	86,3	Muy ineficiente

Fuente: la PTP

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Nota: (*) En Megajoules (MJ) de energía primaria/viajero·km.

Si se analiza la variación relativa de cada uno de los modos de transporte con respecto al automóvil y se pondera con los índices relativos de gasto energético, se puede obtener una medida del consumo energético, tal como se presenta en la siguiente tabla.

A la vista de los datos el índice final ponderado es superior sin TAV que con él, por lo que la implementación del TAV mejora en 2% el gasto energético total.

Tabla 31. Consumo energético por escenarios y modos de transporte (TEPs/año)

ESCENARIO	AVIÓN	AUTOBÚS	AUTOMÓVIL	TAV	TOTAL	VARIACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO
2008	54.346	13.309	89.619	9.954	167.227	
2016 sin TAV	65.973	16.188	112.900	13.830	208.891	25%
2016 con TAV	56.938	15.725	109.515	24.325	206.502	23%

Fuente: Elaboración propia

(c)

3 Impacto medioambiental de mercancías

3.1 Emisión de contaminantes

En esta sección se calculan las emisiones en caliente para el tráfico de vehículos pesados. Dichos cálculos se realizan en base a la estimación de la IMD de pesados de las vías navarras que son mercado potencial del TAV. Cabe señalar que en el escenario con TAV se ha estimado una reducción de la IMD en concordancia con lo analizado en el estudio de demanda de mercancías, donde se espera que con la presencia del TAV, la carretera pierda parte de su cuota de mercado.

Al igual que en el caso del transporte de viajeros, los resultados muestran que en un escenario con TAV, el nivel de emisiones será menor que en el caso que no se implemente el tren.

Tabla 32. Relación de valores de emisión en caliente de pesados estimados en Tn/año. 2008

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	76,49	64,16	128,22	161,70	670,85	111,39	83,95	6,47	16,89	1.320,12
E _{Nox}	208,48	177,34	354,39	446,91	1.854,16	307,86	232,02	17,87	46,69	3.645,73
E _{VOC}	24,15	20,50	40,96	51,65	214,30	35,58	26,82	2,07	5,40	421,42
E _{CH4}	0,94	0,80	1,60	2,02	8,39	1,39	1,05	0,08	0,21	16,49
E _{N20}	0,63	0,53	1,07	1,35	5,59	0,93	0,70	0,05	0,14	10,99
E _{NH3}	0,06	0,05	0,11	0,13	0,56	0,09	0,07	0,01	0,01	1,10
E _{particulas}	16,40	13,90	27,78	35,03	145,35	24,13	18,19	1,40	3,66	285,85

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Las tablas adjuntas muestran la estimación de emisiones de contaminantes en 2016.

Tabla 33. Relación de valores de emisión en caliente de pesados estimados en Tn/año. Escenario 2016 sin TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	79,55	84,44	142,04	232,05	927,89	131,63	97,83	7,74	21,10	1.724,28
E _{Nox}	216,83	233,39	392,59	641,37	2.564,60	363,80	270,38	21,39	58,33	4.762,69
E _{VOC}	25,11	26,98	45,37	74,13	296,41	42,05	31,25	2,47	6,74	550,51
E _{CH4}	0,98	1,06	1,78	2,90	11,60	1,65	1,22	0,10	0,26	21,54
E _{N20}	0,65	0,70	1,18	1,93	7,73	1,10	0,82	0,06	0,18	14,36
E _{NH3}	0,07	0,07	0,12	0,19	0,77	0,11	0,08	0,01	0,02	1,44
E _{partículas}	17,05	18,30	30,78	50,28	201,04	28,52	21,20	1,68	4,57	373,41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Relación de valores de emisión en caliente de pesados estimados en Tn/año. Escenario 2016 con TAV.

Emi.	A-12	AP-68	A-1	A-68	AP-15	A-10	A-15	A-21	N-240	Total
E _{co}	72,02	80,48	140,56	230,23	915,67	128,37	95,34	6,91	17,65	1.687,24
E _{Nox}	196,29	222,44	388,50	636,33	2.530,82	354,80	263,52	19,10	48,78	4.660,58
E _{VOC}	22,73	25,71	44,90	73,55	292,51	41,01	30,46	2,21	5,64	538,71
E _{CH4}	0,89	1,01	1,76	2,88	11,45	1,60	1,19	0,09	0,22	21,08
E _{N20}	0,59	0,67	1,17	1,92	7,63	1,07	0,79	0,06	0,15	14,05
E _{NH3}	0,06	0,07	0,12	0,19	0,76	0,11	0,08	0,01	0,01	1,41
E _{partículas}	15,44	17,44	30,46	49,88	198,40	27,81	20,66	1,50	3,82	365,40

Fuente: Elaboración propia

La reducción de emisiones en el caso que se implante el TAV será aproximadamente de 2,14%, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla, destacando las reducciones de monóxido de carbono y partículas:

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tabla 35. Comparativa por escenarios de los valores de emisiones en caliente en Tn/año.

Emisiones en caliente	CERO	2016 sin tav		2016 con tav		Ahorro con/sin TAV	
	valor	valor	% Δ	valor	% Δ	valor	% ahorro
E _{co}	1.320,12	1.724,28	31%	1.687,24	28%	37,05	2,15%
E _{Nox}	3.645,73	4.762,69	31%	4.660,58	28%	102,11	2,14%
E _{VOC}	421,42	550,51	31%	538,71	28%	11,81	2,14%
E _{CH4}	16,49	21,54	31%	21,08	28%	0,46	2,14%
E _{N20}	10,99	14,36	31%	14,05	28%	0,31	2,14%
E _{NH3}	1,10	1,44	31%	1,41	28%	0,03	2,14%
E _{partículas}	285,85	373,41	31%	365,40	28%	8,01	2,15%

Fuente: Elaboración propia

Las **emisiones de CO₂** se estiman en base al consumo de combustible y a otras emisiones –en caliente y en frío– de átomos de Carbono como CO, COV y emisiones de partículas. Se han calculado las emisiones de CO₂ en vehículos pesados. De dicho análisis, se puede observar que en el escenario con TAV, se lograría un ahorro de emisiones de CO₂ del orden del 2,16%, lo que representaría un impacto positivo en el medioambiente.

Tabla 36. Comparativa por escenarios de la emisión de CO₂ de vehículos pesados (tn/año)

Emisiones	2008	2016 sin tav		2016 con tav		Ahorro con/sin TAV	
	valor	valor	% Δ	valor	% Δ	valor	% ahorro
CO ₂	249.754	326.171	30,60%	319.118	27,77%	7.053	2,16%

Fuente: Elaboración propia

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

3.2 Balance energético

Para el cálculo de la energía empleada en el transporte de mercancías en Navarra, se compara la energía consumida por los desplazamientos en carretera y ferrocarril, bajo el supuesto que existirá un trasvase de un modo de transporte al otro una vez se implante la alta velocidad y las vías actuales del tren queden a disposición del transporte para mercancías.

Para la siguiente estimación, se ha calculado una IMD media ponderada de mercancías, que se ha obtenido restando los vehículos pesados de transporte colectivo al total. Dichos valores se han proyectado a 2016 respetando las tasas de crecimiento de los últimos años, y para el caso del escenario con TAV, se aplica una tasa de captación del modo ferroviario.

Tabla 37. Mercancías en Navarra por carretera y consumo energético

ESCENARIO	IMD ponderada mercancías	veh*km/año	Consumo (tep)
2008	2.647	342.857.415	4.008.003
2016 sin TAV	3.494	452.550.460	5.290.315
2016 con TAV	3.422	443.181.343	5.180.790

Fuente: Elaboración propia

En relación al consumo energético del ferrocarril, como se analizó en el estudio de demanda, se prevé que con la implementación del TAV, cerca de 2,9 millones de toneladas adicionales se transporten en el sistema ferroviario. En base a dicha estimación, se ha procedido al cálculo del consumo energético en ambos escenarios futuros.

Además, se ha utilizado el dato de 458 tn medias por tren (no incluye la tara) para poder realizar el cálculo, además de una distancia media de recorrido de 214km.

En cuanto a los consumos energéticos, se han tomado valores de referencia del estudio del "Consumo de energía por el transporte en España y tendencias de emisión", publicado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el año 2008.

(c)

IMPACTO DEL TAV EN NAVARRA
Impacto Social y Medioambiental

Tal como se puede apreciar a continuación, dado que en el escenario 2016 con TAV se espera una mayor demanda de transporte de mercancías por tren, el consumo energético se incrementa considerablemente.

Tabla 38. Mercancías en Navarra por ferrocarril y consumo energético

ESCENARIO	tn/año	tn*km/año	tren*km/día	tren/día	consumo energético (tep)
2006	414.958				
2008	364.073	77.875.124	466	2	7.437,07
2016 sin TAV	215,735	46.145.823	276	1	4.406,93
2016 con TAV	3.114.153	666.117.434	3.985	19	63.614,21

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, tal como se puede apreciar en la tabla 36, dicho consumo adicional sería más eficiente desde el punto de vista del impacto ambiental, que si se transportara por la carretera (escenario sin TAV). Así, a modo de balance se presenta la siguiente tabla, en la que se puede apreciar un ahorro en el consumo energético con la implantación del TAV, lo que contribuiría positivamente en el impacto ambiental del proyecto.

Tabla 39. Resumen del consumo energético por carretera y ferrocarril

ESCENARIO	consumo energético carretera (tep)	consumo energético ffcc (tep)	consumo energético total (tep)
2008	4.008.003	7.437	4.015.440
2016 sin TAV	5.290.315	4.407	5.294.722
2016 con TAV	5.180.790	63.614	5.244.404

Fuente: Elaboración propia