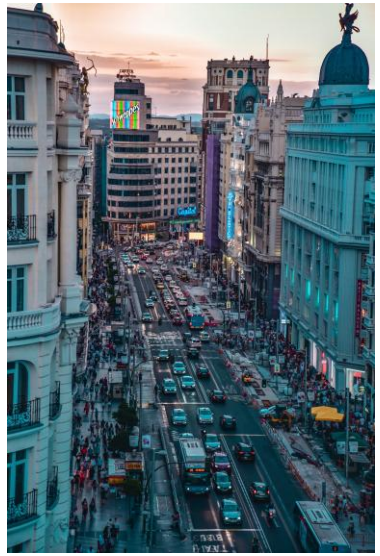
Corporate Use



Protección frente el cambio climatico en proyectos de transporte

Pilar de mitigacion

19 Noviembre 2025

Neri Di Volo

European Investment Bank | Advisory

Jaspers
Joint Assistance to Support Projects in European Regions

European Commission

Mitigación del clima

Screening:	Categories of projects
In general, depending on the scale of the project, carbon footprint assessment WILL NOT be required, unless the project will be leading to significant emissions of CO2 or other greenhouse gases. If this is not the case, the process in principle concludes with phase 1 (screening).	- Telecommunications services - Drinking water supply networks - Rainwater and wastewater collection networks - Small scale industrial waste water treatment and municipal waste water treatment - Property developments - Mechanical/biological waste treatment plants - R&D activities - Pharmaceuticals and biotechnology - Any other project category or scale of project for which the absolute and/or relative emissions generally are below 20,000 tonnes CO2e/year (positive or negative)[1]
In general, carbon footprint assessment WILL be required	- Municipal solid waste landfills - Municipal waste incineration plants - Large waste water treatment plants - Manufacturing Industry - Chemicals and refining - Mining and basic metals - Pulp and paper - Rolling stock, ship, transport fleet purchases - Road and Rail infrastructure, urban transport - Power transmission lines - Renewable sources of energy - Fuel production, processing, storage and transportation - Cement and lime production - Glass production - Heat and power generating plants - District heating networks - Natural gas liquefaction and re-gasification facilities - Gas transmission infrastructure - Any other project category or scale of project for which the absolute and/or relative emissions could exceed 20,000 tonnes CO2e/year (positive or negative)

Exámenes de detección

- Categorías de inversión en las que se espera que las emisiones sean probablemente significativas
- Inversiones con emisiones superiores al umbral recomendado (absolutas/relativas a 20.000 toneladas de CO2e/año - positivas o negativas)

Análisis detallado

- PI de InvestEU para especificar qué metodología del FC se utiliza (las*orientaciones de la CE sobre la protección del clima sugieren la metodología del FC del BEI)*
- Cuantificación y monetización de las emisiones de GEI a través de un coste sombra reconocido del carbono (valores sugeridos por el BEI, como mínimo)
- Inclusión de las emisiones monetizadas de GEI en la evaluación económica

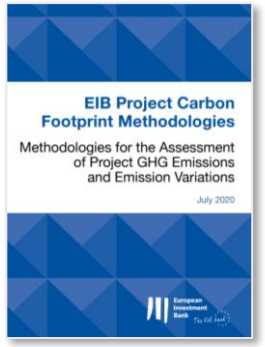
Emisiones de GEI generadas por proyectos – Metodología del BEI

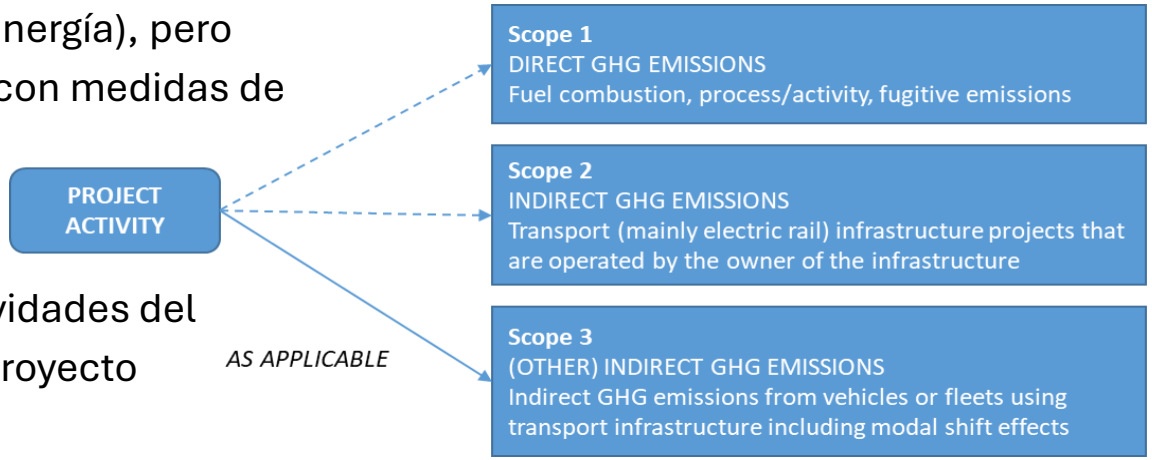
Límites del proyecto

- **Alcance 1** – Emisiones directas de GEI: Emisiones de CO2 que se producen físicamente a partir de fuentes explotadas por el proyecto dentro de los límites del proyecto, por ejemplo, emisiones producidas por la combustión de combustibles fósiles *(normalmente no se aplican en proyectos de infraestructura de transporte, ya que generalmente no hay emisiones directas asociadas a la infraestructura)*

- **Alcance 2** – Emisiones indirectas de GEI: contabilizar las emisiones de GEI procedentes de la generación de electricidad consumida por el proyecto. Las emisiones indirectas se producen fuera de los límites del proyecto (es decir, a nivel de planta de energía), pero dado que un proyecto tiene control sobre el consumo y puede mejorarlo con medidas de eficiencia energética, las emisiones deben asignarse al proyecto.

- **Alcance 3** – Otras emisiones indirectas de GEI: consecuencia de las actividades del proyecto, pero que se producen a partir de fuentes no explotadas por el proyecto





European Investment Bank | Advisory

Evaluación de las emisiones de GEI – proyectos de transporte (i)

- **La evaluación de los GEI de los proyectos de transporte** se referirá principalmente a las consecuencias de las actividades del proyecto (emisiones indirectas de GEI de los ámbitos 2 y 3), es decir, **los vehículos que circulan por los enlaces de infraestructura física,** o las flotas que salen de un nodo de transporte o llegan a él, se incluyen en los cálculos de las emisiones absolutas y relativas.
  - **Emisiones Absolutas:** emisiones de CO2 por la explotación del proyecto en un año de explotación típico.
  - **Emisiones Relativas:** diferencia (aumento/ahorro) en emisiones de CO2 por la explotación del proyecto entre “Opcion con Proyecto” y “Opción sin Proyecto” en un año de explotación típico. Se calculan sobre la base de: desplazamiento de pasajeros de un tipo de transporte a otro (efectos de desplazamiento modal), cambios en los patrones de viaje (de una carretera a otra o de una hora del día a otra) e inducido aumento de pasajeros / tráfico en un año de funcionamiento típico. Si el proyecto incluye también la sustitución del material rodante, también debe tenerse en cuenta la reducción de emisiones derivada de esta intervención. Esto puede ser tanto directo (por ejemplo, ámbito 1 cuando se sustituyen autobuses) como indirecto (por ejemplo, ámbito 2 cuando se sustituyen tranvías).
- «Opción de Proyecto» y «Opción sin Proyecto» <u>incluyen los mismos límites del proyecto, es decir, la misma red de análisis</u> que para el resto de impactos del análisis de costes y beneficios.

Evaluación de las emisiones de GEI – proyectos de transporte (ii)

Para cada opción, se multiplican los datos del volumen de transporte por los factores de emisión:

- Modos de carretera: el volumen de transporte es el total de veh-km considerado en un determinado período de tiempo (por ejemplo, año)

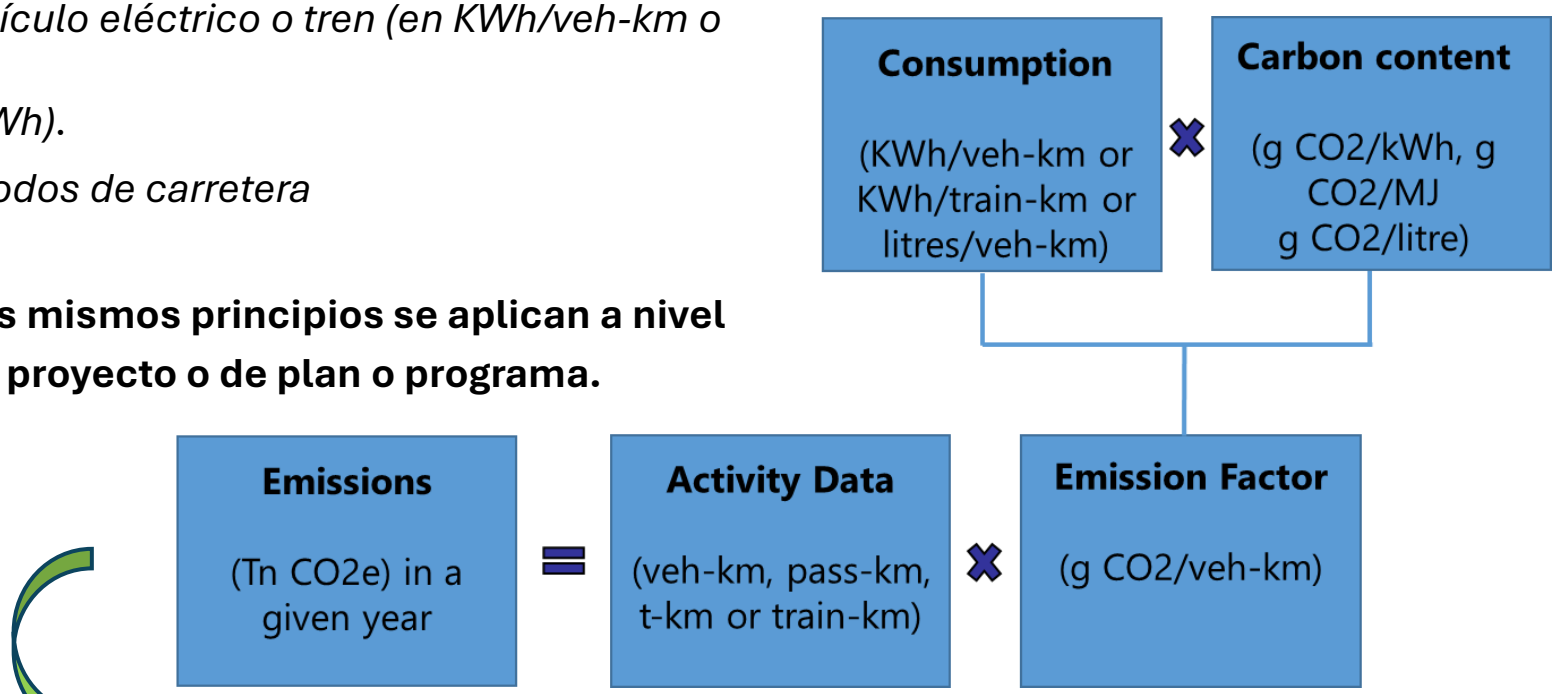
  -> Los factores de emisión dependen del consumo de combustible y, por lo tanto, de la categoría del vehículo, la velocidad, el estado de la carretera y la geometría de la carretera

- Transporte público: volumen de transporte es la producción anual de servicios (veh-km o tren-km), y para el consumo/emisiones

  -> Modos ferroviarios y trolebuses/autobuses eléctricos:
  - la tasa de consumo de energía por vehículo eléctrico o tren (en KWh/veh-km o KWh/tren-km);
  - el factor de emisión de CO2e (tCO2/KWh).

  -> Autobuses: Mismo cálculo que para los modos de carretera

Los mismos principios se aplican a nivel de proyecto o de plan o programa.



Se trata (casi) de cuánta energía se consume para moverse…

Corporate Use

Evaluación de las emisiones de GEI: planes/programas de transporte (i)

- ***El impacto del cambio climático en términos de emisiones de GEI de un plan*** *(o un programa de inversión) puede calcularse por analogía con el de un proyecto.*
- **Límites**: sistemas de transporte y ámbito cubierto por el ámbito de aplicación del Plan (incluidos todos los modos), en general los mismos que para el resto de otros análisis de impacto
- **Modelo de tráfico** para la zona/red, pero no solo…
- **Plan Principal (Escenario) CC Mitigation KPIs:**
  - **PMUS (Plan) Emisiones Absolutas Actuales: emisiones totales producidas en el año de base, asociadas a las operaciones de todos los modos considerados pertinentes dentro de los límites considerados**
  - **Emisiones Absolutas del PMUS (Plan) = emisiones totales producidas en la hipótesis del PMUS seleccionada, también asociadas a las operaciones de todos los modos considerados pertinentes dentro de los límites considerados, para un horizonte temporal determinado/seleccionado (año).**
  - **A partir de estos dos indicadores, puede calcularse el principal indicador de emisiones (relativas) del PMUS:**
  - **PMUS (Plan) Emisiones Actuales vs Plan = diferencia entre las emisiones absolutas actuales y las emisiones absolutas del plan para el horizonte temporal y el escenario/opción definidos del PMUS.**

Corporate Use

Evaluación de las emisiones de GEI: planes/programas de transporte (ii)

Plan Emissions Volume *($t\ CO_{2e}$) in a given year* (private modes component) = 365 × $\sum_{i,j=1 \text{ to } n}$ **Traffic volume** *OD couple i,j* (veh/day) × **Avg. OD distance** *(km)* × **Emission factor** *($Tn\ CO_{2e}$/vehkm)* (dependent on fuel consumption)

(*n* = number of O/Ds in the SUMP area)

Plan Emissions Volume *($t\ CO_{2e}$) in a given year* (private modes component) = 365 × $\sum_{i=1 \text{ to } n}$ **Traffic volume** *sect. i (AADT, veh/day)* × **Length of road** *sect. i (km)* × **Emission factor** *($Tn\ CO_{2e}$/vehkm)* (dependent on fuel consumption)

(*n* = number of links in the Plan Area)

Plan Emissions Volume *($Tn\ CO_{2e}$) in a given year* (Public Transport component) = $\sum_{i=1 \text{ to } z}$ **Total Service production** *(Veh-km or Train-km)* × **Energy consumption** *(Trams/Trolleybuses: KWh/veh-km or KWh/train-km) Buses: litres/veh-km* × **Emission factor** *(Trams/Trolleybuses: Tn CO_{2e}/KWh Buses: Tn CO2/litre)*

(*z* = number of (relevant) PT modes considered in the Plan/Area)

European Investment Bank | Advisory

Cálculo de las emisiones (i)

Principios de cálculo

Volumen de emisiones

(Tn CO2e) en un año determinado

=

Datos de actividad

Fuentes:

- Modelo de transporte
- Hipótesis
- Cálculos

×

Factor de emisión

(g C02/veh-km)

- **Datos de entrada clave** para el cálculo de las emisiones de GEI, en particular, cualquier cambio modal o de desplazamiento
- Basado en los resultados **del análisis de la demanda de transporte** (por ejemplo, modelo de transporte); el nivel de complejidad del modelo definirá los cálculos de emisiones de detalle/exactitud correspondientes.
- Los modelos de tráfico ya pueden incluir un módulo para el cálculo de las emisiones de CO2
- También existen herramientas disponibles para el cálculo de las emisiones que requieren la introducción de datos de actividad (por ejemplo, COPERT).
- Mismos principios aplicados que para la ACB

Cálculo de las emisiones (ii)

Los factores de emisión dependen de:

- Consumo de combustible (por ejemplo, modos de conducción por carretera: categoría del vehículo, velocidad, estado de la carretera y geometría de la carretera)
- Características del combustible (emisiones por litro consumido)
- Factor de emisión de la red eléctrica
- .....

Algunos valores predeterminados:

Tables A1.7 Transport Emissions Factors

Road transport		EC (MJ/vkm)	TTW g CO_2e/ vkm	Avarage Occupation / load	EC (MJ/pkm)	TTW CO_2e/ pkm or tkm
Cars						
Car average	Average	2.51	180	1.4	1.79	128
	Urban	3.36	240	1.4	2.40	172
Car diesel	Average	2.38	169	1.4	1.70	121
	Urban	3.11	220	1.4	2.22	157
Car gasoline	Average	2.68	195	1.4	1.91	139
	Urban	3.67	268	1.4	2.62	191
Car LPG	Average	2.68	180	1.4	1.91	129
	Urban	3.39	228	1.4	2.42	163
Car CNG	Average	2.86	170	1.4	2.04	121
	Urban	3.86	229	1.4	2.76	164
Hybrid petrol	Average	1.81	128	1.4	1.30	92
	Urban	2.37	168	1.4	1.69	120
Car electric average size)	Average	0.84	0	1.4	0.60	-
	Urban	0.73	0	1.4	0.52	-
Buses						
Average urban bus	Average	12.18	862	8.9	1.38	97
Urban Buses Midi <=15 t	Average	9.96	705	6.7	1.50	106
Urban Buses Standard 15 - 18 t	Average	13.45	952	9.5	1.42	100
Urban Buses Articulated >18 t	Average	16.89	1196	19.0	0.89	63
Urban CNG buses (standard)	Average	21.60	1284	9.5	2.27	135
Urb. buses diesel hyb. (standard)	Average	11.42	809	9.5	1.20	85
Urb. buses electric (standard)	Average	7.83	0	9.5	0.82	-
Coaches						
Coaches average	Average	11.06	783	34.4	0.32	23

Rail passenger		EC (MJ/seatm)	TTW g CO_2e/ seat-km	Average occ . Rate (%)	EC (MJ/tkm)	TTW CO_2e/ pkm
Electric	Average	0.11	-	35%	0.31	0.0
	Regional/ Suburban	0.09	-	25%	0.35	0.0
	Intercity	0.12	-	36%	0.34	0.0
	Highspeed	0.11	-	48%	0.22	0.0
Diesel	Average	0.26	18.5	24%	1.09	76.9
	Regional/ Suburban	0.22	15.4	20%	1.10	76.9
	Intercity	0.31	21.7	28%	1.09	76.9
Average	Average	0.00	0.0			6.4

Source: UIC

Rail freight		EC (MJ/vkm)	TTW g CO_2e/ vkm	Load (tonne)	EC (MJ/tkm)	TTW CO_2e/ ton-km
El. average	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	516	0.116	0.0
El. bulk	Av. train (1000t - 18W)	59.8	-	597	0.100	0.0
El. volume	Av. train (1000t - 26W)	59.8	-	400	0.150	0.0
El. container	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	563	0.106	0.0
Diesel average	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	516	0.313	22.2
Diesel bulk	Av. train (1000t - 18W)	161.5	11,434	597	0.271	19.2
Diesel volume	Av. train (1000t - 26W)	161.5	11,434	400	0.404	28.6
Diesel container	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	563	0.287	20.3

Source: Ecotransit 2018

Emission Factors in gCO_2/kWh (The impact of non-CO_2 GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO_2e.)					
Country / Territory / Island	Combined Margin Intermittent Electricity Generation	Combined Margin Firm Electricity Generation/ Electricity Consumption	Electricity Consumption/ Network Losses HV Grid +2%	Electricity Consumption/ Network Losses MV Grid +4%	Electricity Consumption/ Network Losses LV Grid +7%
Poland	765	568	579	591	608

Fuente: Metodologías de la huella de carbono del BEI. Basado en COPERT.

Table 28 - Marginal climate change costs road tra

Vehicle category	Fuel type	Size	Emission class			
Passenger transport (€-cent per pkm)						
Passenger Cars	Petrol	Mini < 0.8 l	Euro 4			
			Euro 5			
			Euro 6			
		Small 0.8-1.4 l	Euro 0			
			Euro 1			
			Euro 2			
			Euro 3			
			Euro 4			
			Euro 5			
			Euro 6			
		Medium 1.4-2.0 l	Euro 0			
			Euro 1			
			Euro 2			
			Euro 3			
			Euro 4			
			Euro 5			
			Euro 6			
		Large-SUV-Executive > 2.0 l	Euro 0			
			Euro 1			
			Euro 2	1.34	1.70	1.27
			Euro 3	1.14	1.54	1.11
			Euro 4	1.31	1.89	1.31
			Euro 5	1.31	1.89	1.31
			Euro 6	1.31	1.89	1.31
	Diesel	Mini < 0.8 l	Euro 4	0.78	0.69	0.66
			Euro 5	0.78	0.69	0.66
			Euro 6	0.78	0.69	0.66
		Small 0.8-1.4 l	Euro 0	1.05	1.10	0.87
			Euro 1	1.05	1.10	0.87
			Euro 2	1.05	1.17	0.90
			Euro 3	0.97	1.11	0.88
			Euro 4	0.97	1.11	0.88
			Euro 5	0.97	1.11	0.88
			Euro 6	0.97	1.11	0.88
		Medium 1.4-2.0 l	Euro 0	1.22	1.29	1.02
			Euro 1	1.22	1.29	1.02
			Euro 2	1.23	1.33	1.04

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu – tCO2/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,000267	0,000999
11-20	0,000242	0,000900
21-30	0,000222	0,000825
31-40	0,000206	0,000772
41-50	0,000195	0,000741
51-60	0,000188	0,000732
61-70	0,000186	0,000746
71-80	0,000188	0,000783
81-90	0,000195	0,000842
91-100	0,000206	0,000923
101-110	0,000222	0,001027
111-120	0,000242	0,001154
121-130	0,000267	
131-140	0,000296	

Fuentes: (arriba) Niebieksa Ksienga, 2015; (izquierda) Manual sobre los costes externos del transporte, 2019, teniendo en cuenta 100 EUR/tC02e y la base de datos COPERT.

Cálculo de las emisiones (iii)

Principios de cálculo – Transporte por carretera

Volumen de emisiones

(Tn CO2e) en un año determinado

=

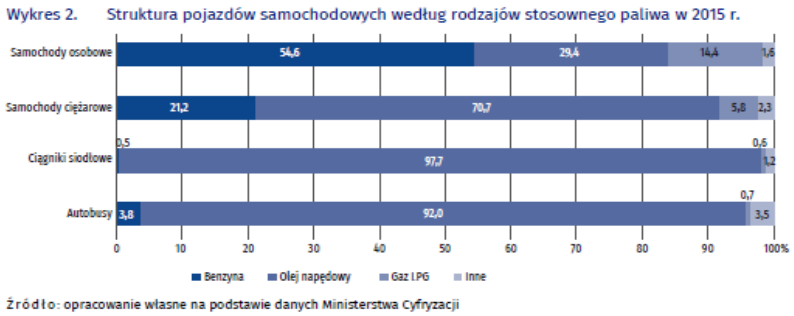
Datos de actividad
(veh-km, pas-km, ton-km o tren-km)

x

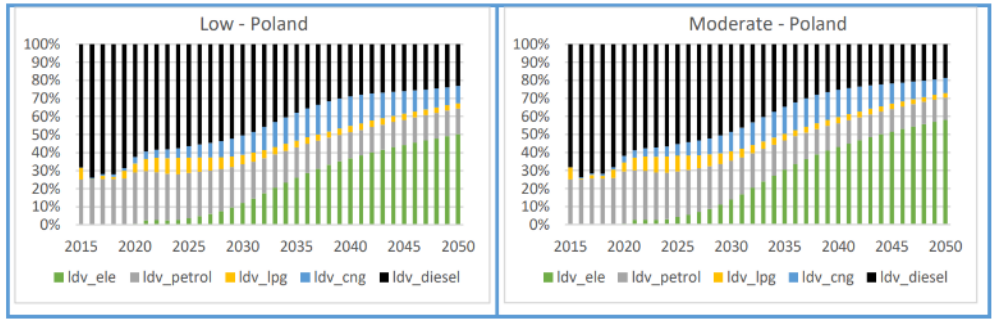
Factor de emisión

(g C02/veh-km)

Los factores de emisión pueden estar más desagregados a la **composición real y prevista de la flota** de acuerdo con el nivel de detalle, los objetivos del cálculo y/o la disponibilidad de datos.



Fuente: Desarrollo de la metodología y estimación de los costes externos de las emisiones contaminantes al aire atmosférico procedentes del transporte por carretera a nivel nacional, Oficina Central de Estadística, 2019.



Fuente: Potencial de reducción de las emisiones de CO2 en el sector del transporte en Polonia y la UE hasta 2050, proyecto LIFE CAKE, 2019.

European Investment Bank | Advisory

Cálculo de las emisiones (iv)

Principios de cálculo – Transporte público & Ferrocarril

Volumen de Emisiones
(Tn CO2e) en un año determinado

=

Datos de actividad Producción de servicios
(tren-km, veh-km o paso-km / tonelada-km)

x

Consumo

Tranvías/trolebuses: KWh/veh-km o KWh/tren-km
Autobuses: litros/veh-km
Trenes: KWh/tren-km o gasóleo: litros/veh-km

x

Contenido de carbono

Tranvías/Trolleybuses/ Trenes:
Tn CO2e/KWh
Autobuses o trenes diésel:
Tn CO2/litro)

Algunos valores predeterminados:

Rail passenger						
		EC (MJ/seatm)	TTW g CO_2e/ seat-km	Average occ . Rate (%)	EC (MJ/tkm)	TTW CO_2e/ pkm
Electric	Average	0.11	-	35%	0.31	0.0
	Regional/ Suburban	0.09	-	25%	0.35	0.0
	Intercity	0.12	-	36%	0.34	0.0
	Highspeed	0.11	-	48%	0.22	0.0
Diesel	Average	0.26	18.5	24%	1.09	76.9
	Regional/ Suburban	0.22	15.4	20%	1.10	76.9
	Intercity	0.31	21.7	28%	1.09	76.9
Average	Average	0.00	0.0			6.4

Source: UIC

Rail freight						
		EC (MJ/vkm)	TTW g CO_2e/ vkm	Load (tonne)	EC (MJ/tkm)	TTW CO_2e/ ton-km
El. average	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	516	0.116	0.0
El. bulk	Av. train (1000t - 18W)	59.8	-	597	0.100	0.0
El. volume	Av. train (1000t - 26W)	59.8	-	400	0.150	0.0
El. container	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	563	0.106	0.0
Diesel average	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	516	0.313	22.2
Diesel bulk	Av. train (1000t - 18W)	161.5	11,434	597	0.271	19.2
Diesel volume	Av. train (1000t - 26W)	161.5	11,434	400	0.404	28.6
Diesel container	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	563	0.287	20.3

Source: Ecotransit 2018

Fuente: Metodologías de la huella de carbono del BEI

Emission factors in gCO_2/kWh (The impact of non-CO_2 GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO_2e.)					
Country/territory/island	Combined margin intermittent electricity generation	Combined margin firm electricity generation/ electricity consumption	Electricity consumption/ network losses HV grid +2%	Electricity consumption/ network losses MV grid +4%	Electricity consumption/ network losses LV grid +7%
Spain	329	209	213	217	223

Fuente: Metodologías de la huella de carbono del BEI, 20203

Emisiones de GEI: estimación del impacto de los costes (ACB)

Pasos:

Cuantificación de las emisiones

ahorradas/emitidas a la atmósfera

↓

Cálculo del CO_2e

↓

Evaluación de los costes externos utilizando

coste unitario del CO_{2e}

Factores de emisión

Coste de las emisiones de GEI =

VGHG x CGHG

Volumen incremental de emisiones de GEI producidas por el Proyecto (tCO_{2e})

Precio sombra unitario de CO_{2eq}

Year	EUR / tCO_2e	Year	EUR / tCO_2e	Year	EUR / tCO_2e	Year	EUR / tCO_2e
		2021	42	2031	54	2041	80
		2022	43	2032	57	2042	84
		2023	44	2033	59	2043	89
		2024	45	2034	61	2044	94
2015	35	2025	46	2035	64	2045	98
2016	36	2026	47	2036	66	2046	103
2017	37	2027	49	2037	68	2047	107
2018	38	2028	50	2038	70	2048	112
2019	39	2029	51	2039	73	2049	117
2020	40	2030	52	2040	75	2050	121

Table 4. Carbon shadow price, EUR/t CO2e, in 2015 prices, central estimate

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (i)

Construcción de un nuevo tramo de carretera de unos 16 km

- Nuevo tramo de carretera urbana
- El tráfico en la carretera existente ha alcanzado su límite de capacidad
- Principalmente tráfico de tránsito
- Las carreteras existentes que atraviesan ciudades pequeñas y medianas se cruzan con carreteras de categoría inferior y causan efectos relacionados con la congestión y reducen las condiciones de seguridad del tráfico.

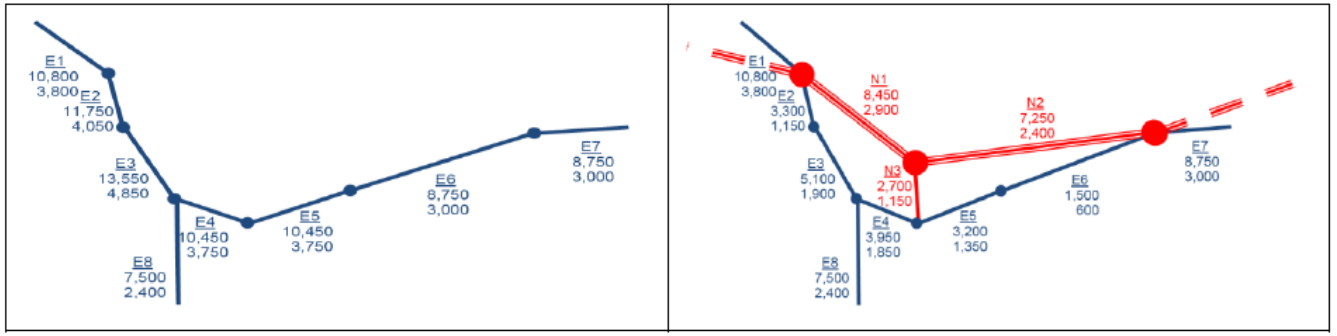
Metodo de cálculo

- El impacto del cambio climático se estima como parte de los impactos económicos del proyecto en el ACB.
- Enfoque incremental
- «Opción con Proyecto» y «Opción sin Proyecto» se definen de la misma manera (incluir la misma red de análisis) que para el resto del análisis de costes y beneficios.

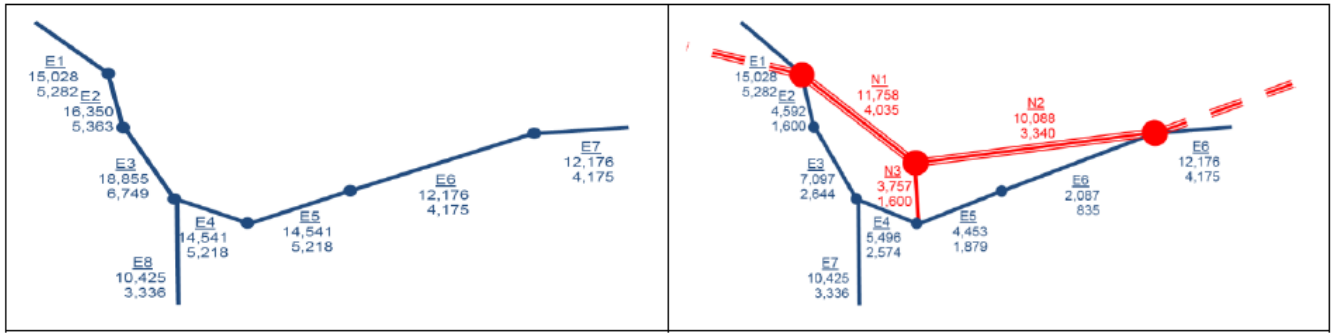
Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (ii)

Datos de entrada: Previsiones de tráfico

Year 1



Year 20



Legend: blue - existing sections, red - new sections. Section name, a.a.d.t. cars, a.a.d.t. LGV+HGV.

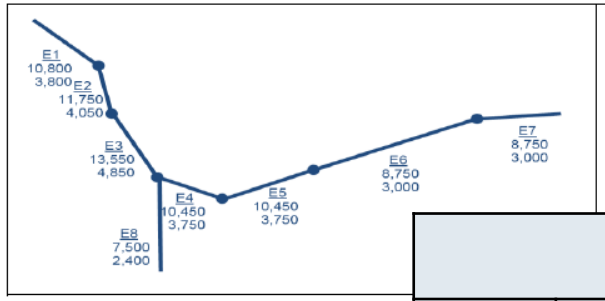
- Fuente: Resultados del Modelo de Tráfico
- Sin tráfico inducido

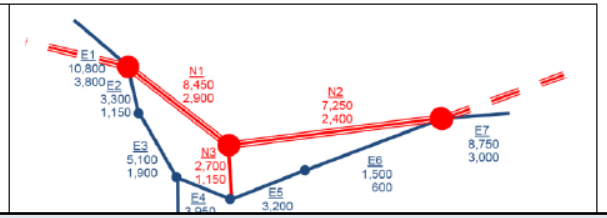
Corporate Use

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (iii)

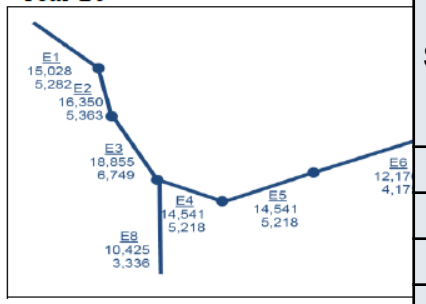
Datos de entrada: Velocidades medias

Year 1





Year 20



Legend: blue - existing secti

PASO MEDIO (km/h)									
Sección	Longitud (km)	Sin proyecto				Con el proyecto			
		Año 1		Año 20		Año 1		Año 20	
		LV	VHG	LV	VHG	LV	VHG	LV	VHG
E2	1.7	51.4	46.5	41.0	40.2	64.7	53.8	62.5	53.4
E3	3.6	35.2	35.2	31.9	31.9	38.8	38.6	32.5	32.4
E4	3.1	42.7	42.1	32.3	31.8	57.2	53.0	52.9	49.6
E5	3.7	40.6	39.3	34.5	33.9	54.8	51.0	53.9	50.2
E6	5.6	69.0	57.6	55.1	47.5	79.1	63.6	78.7	63.6
N1	5.7					104.8	75.2	98.4	72.4
N2	10.7					113.0	74.5	107.7	72.5
N3	2					79.7	70.0	78.7	69.6

- Fuente: Resultados del Modelo de Tráfico

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (iv)

Cálculo de los volúmenes anuales de emisión para cada opción

Volumen de emisiones *(t CO2e) en un año determinado* = 365 ✖ Volumen de tráfico (IMD, veh/día) ✖ Longitud de la carretera *(km)* ✖ Factor de emisión *(Tn CO2e/vehkm)* (funcion del consumo de combustible)

Factores de emisión - Supuestos considerados:

Consumo de combustible (l/100 km) – terreno plano y buen estado de la carretera

v (km/h)	LV	VHG
10	10.85	38.46
20	9.85	34.68
30	9.03	31.77
40	8.39	29.72
50	7.93	28.54
60	7.66	28.23
70	7.57	28.78
80	7.66	30.19
90	7.94	32.48
100	8.40	35.62
110	9.04	
120	9.86	
130	10.87	

Viene de los COV (basado en los datos de la flota nacional) Dependiendo de
- **Vehículo**
- **Geometría de la carretera**
- **Estado de la carretera**

✖

Porcentaje tipo de vehículos

	LV	VHG
Diesel	50%	100%
Gasolina	50%	-

✖

Emisiones de CO2 diésel (g/litro)	**2,338**
Emisiones de CO2 Gas (g/litro)	**2,611**

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (v)

Cálculo de las emisiones absolutas y relativas del proyecto

	1	2	3	..	...	25	Total
Emisión de CO2 SIN proyecto							
Emisión de CO2 CON el proyecto							
Emisión de CO2 Diferencia							

Emisiones de CO2 (tC02e) - Año de funcionamiento medio

Sección	Longitud (km)	Sin proyecto		Con el proyecto	
		LV	VHG	LV	VHG
E2	1.7	2,384.54	2,851.99	561.81	823.17
E3	3.6	6,158.03	7,914.86	2,042.18	2,696.30
E4	3.1	4,089.48	5,269.47	1,243.47	2,170.52
E5	3.7	4,881.00	6,289.37	1,202.49	1,870.24
E6	5.6	5,648.26	7,313.67	853.27	1,282.42
N1	5.7	-	-	5,362.02	6,618.22
N2	10.7	-	-	9,277.36	10,283.78
N3	2	-	-	548.59	877.62

Emisiones relativas =
(21 091,18 t + 26 622,27 t) –
(23 161,31 t + 29 639,36 t) = - 5,09 $ktCO_2e$
(ahorro)

Emisiones absolutas =
(15,187.97 t + 17,779.62 t) = 32.97 $kTCO_2e$

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto vial (vi)

Conclusiones y consideraciones

- El cálculo presentado se basa en determinados supuestos (COV – flujos de velocidad, modelo de consumo de combustible, tráfico no inducido), que dependen del proyecto/país
- El cálculo presentado supone algunas simplificaciones que pueden mejorarse (por ejemplo, la eficiencia de los vehículos a lo largo del tiempo)
- Los modelos de tráfico u otros modelos específicos (por ejemplo, HDM) ya pueden incluir un módulo para los cálculos de CO2; entonces, es necesario presentar y justificar supuestos considerados
- Si bien el ejemplo dio lugar a una reducción de las emisiones de CO2, los proyectos de infraestructuras viarias a menudo dan lugar a aumentos de las emisiones de CO2.

Corporate Use

Ejemplo 2: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (sustitución de la electrificación de la flota de autobuses) i)

Sustitución parcial (renovación) de la flota urbana de PT — Datos de entrada

- 50 autobuses eléctricos nuevos (1 a 1 reemplazo sin aumento, despidiendo 50 autobuses diesel viejos)
- Kilometraje medio de los autobuses sustituidos (considerado sin cambios también para los nuevos) = 50.000 km/año
- Consumo: **Autobús diesel avg, ~ 50 l/100km**
  Autobús eléctrico avg. ~ 1,4 KWh/km de vehículo
- Factores de emisión: **Producción de energía eléctrica 0,209 kgCO2/KWh (ES)**
  Tracción diésel 2,6 kgCO2/l

Producción del proyecto (tanto pre & post-Proyecto) 2,5 m vehic-km/año

<u>Otras hipótesis:</u>

- demanda constante
- sin transferencia modal

Corporate Use

Ejemplo 2: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (sustitución de la electrificación de la flota de autobuses) (ii)

Sustitución parcial (renovación) de la flota urbana de PT — Datos de entrada/resultados

- Emisiones Absolutas del Proyecto =
  2,5 m vehic-km x 1,4 KWh/km vehico x 0,209 kgCO2/KWh/1000
  = **732 toneladas de CO2/año**

- Emisiones Relativas del Proyecto =

  a. Diferencia en emisiones de la operación del Proyecto en si mismo (mismas líneas & producción anual que sin el Proyecto, pero menos emisiones/km de vehículos gracias a la electrificación) =
  a1. Emisiones pre-proyecto (flota antigua) = 2,5 m vehic-km x 1,3 kgCO2/vehic-km/1000 = 3,250 toneladas CO2/año
  a2. Emisiones post-proyecto (nueva flota) = 732 toneladas de CO2/año (véase más arriba)
  (= a2 – a1)

Emisiones relativas del proyecto = Diferencia post/pre-proyecto → **el proyecto reduce las emisiones de CO2 (!)**

(= a2 – a1) = 732-3.250 = **- 2.518 toneladas de CO2/año**

Corporate Use

Ejemplo 3: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (caso urbano) (i)

Método de cálculo (1)

- El impacto del cambio climático se estima como parte de los impactos económicos de los proyectos en el análisis de costes y beneficios: «Opción de proyecto» y «Opción sin proyecto» son los mismos e incluyen la misma red de análisis que para el resto del análisis de costes y beneficios.
- Emisiones Absolutas = Emisiones por la explotación del Proyecto

Volumen de emisiones *(Tn CO2e) en un año determinado* = Producción de servicios *(Veh-km o Tren-km)* ✖ Consumo de energía *(Tranvías/trolebuses: KWh/veh-km o KWh/tren-km) Autobuses: litros/veh-km* ✖ Factor de emisión *(Tranvías/trolebuses: Tn CO2e/KWh Autobuses: Tn CO2/litro)*

Emissions (g/veh-km) - URBAN CYCLE

Bus	**Urban Buses**						
	Conventional	Euro I - 91/441/EEC	Euro II - 94/12/EC	Euro III - 98/69/EC Stage2000	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	Euro V (post 2005)	Euro VI
NoX	17.928	12.550	8.964	6.286	6.980	4.905	0.000
VOC	2.005	1.504	1.403	0.977	0.684	0.684	0.000
SO2	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.000
PM	0.879	0.602	0.404	0.314	0.314	0.314	0.000
CO2	1132.855	1132.876	1132.829	1133.150	1188.857	1188.857	0.000

Corporate Use

Ejemplo 3: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (caso urbano) ii)

Método de cálculo (2)

- Emisiones relativas (en comparación con una base de referencia) **= a + b+ c**

a. diferencia en las emisiones procedentes a la explotación del Proyecto:

+ proyecto es una nueva línea o una extensión de una línea o un aumento en frecuencia de servicio & producción

- el proyecto mantiene la misma producción total pero con una renovación del material rodante o una mejora en la gestión del tráfico (carriles de autobús, nuevos semáforos, ...) con un aumento de la Vc media-> reducción del factor de consumo/factor de emisión por vehic-km)

b. diferencia en las emisiones de la reducción/aumento en otros servicios de PT relacionados con el Proyecto (+/-) (puede ser pertinente para los servicios de commuting)

c. emisiones evitadas debido a la transferencia modal de los vehículos privados a PT (**-**)=

(Evitado)
Volumen de emisiones
(Tn CO2e) en un año determinado

=

(Evitado)
Volumen de tráfico
(vehículos/año)
pasajeros/año que se desplazan de privado a TP/tasa media de ocupación vehic. priv.

×

Longitud media viaje pasajeros
(km)

×

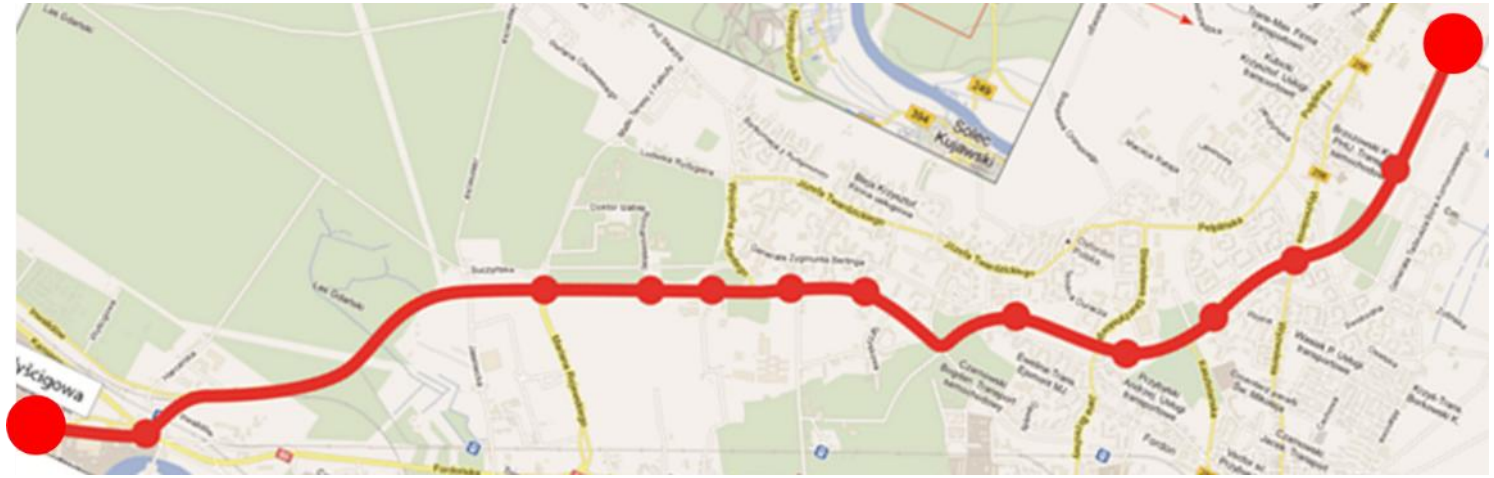
Factor de emisión
(Tn CO2e/vehic-km)

Corporate Use

Ejemplo 3: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (caso urbano) (iii)

Construcción de una nueva línea de tranvía urbano que conecte el centro de la ciudad con un distrito principal en las afueras - Datos de entrada (1)

- longitud de la nueva línea = 9,6 km (con 13 paradas)



Régimen operativo del servicio (frecuencias, etc.) → **Producción del proyecto 1,1 m veh-km/año**

Rediseño del resto de la red PT en torno al proyecto → **Producción de autobuses**
*** antes de 17 m veh-km/año**
*** después de 15,9 veh-km/año**

Corporate Use

Ejemplo 3: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (caso urbano) (iv)

Construcción de una nueva línea de tranvía urbano que conecte el centro de la ciudad con un distrito principal en las afueras - Datos de entrada (2)

- demanda del proyecto (año de referencia):

7m pasajeros/año

79% viene de los autobuses

16% vienen de vehículos privados (automóviles)

5% demanda generada

- longitud media del viaje de los pasajeros: **4,8 km**
- tasa media de ocupación de vehículos privados: **1.3 pase/vehículo**
- consumo medio: **autobuses media ~ 50 l/100 km**
  tranvías 1,2 KWh/veh-km
  automóviles (datos nacionales sobre composición media de la flota)
- factor de emisión: **producción de electricidad 0,659 kgCO2/KWh**
  tracción diésel 2,6 kgCO2/l
  coches privados avg. 0,277 kgCO2/km

- **Fuente de datos de tráfico/demanda: Modelo de tráfico (en particular para la transferencia modal)**

Corporate Use

Ejemplo 3: Cálculo de las emisiones de GEI – Proyecto de transporte público (caso urbano) (v)

Construcción de una nueva línea de tranvía urbano que conecte el centro de la ciudad con un distrito principal en las afueras - Datos de salida/resultados:

- Emisiones absolutas del proyecto =
  1,1 m vehic-km x 1,2 KWh/vehic-km x 0,659 kgCO2/KWh/1000
  = **870 toneladas de CO2/año**
- Emisiones relativas del Proyecto =

  a. diferencia en las emisiones de la explotación del proyecto (nueva línea)
  = +**870 toneladas de CO2/año** +

  b. diferencia en las emisiones por reducción/aumento en otros servicios TP relacionados con el proyecto (reducción de los servicios de autobús)
  = (15,9 – 17,0) m vehic-km x 1,138 kgCO2/vehic-km
  = -**1252 toneladas de CO2/año** +

  c. emisiones evitadas debido a la transferencia modal de los vehículos privados a PT
  = 0,16 x 7m pasajeros/año/1,3 x 4,8 km x 0,277 kgCO2/vehic-km/1000
  = **-1146 toneladas de CO2/año**

= **- 1528 toneladas de CO2/año** → **el proyecto ahorra CO2 (!)**

Gracias!

Neri Di Volo
Especialista Principal en Transporte
n.divolo@eib.org

European Investment Bank | Advisory

Jaspers
Joint Assistance to Support Projects in European Regions

European Commission