

***Análisis de escenarios para la reducción
del consumo de energía
y emisiones de CO₂ en el transporte en Euskadi***

Gorka Bueno – UPV/EHU

**LA UVA EN CURSO - El futuro de la Energía:
avances tecnológicos y prospectiva**

Valladolid, 19 de septiembre de 2012

La humanidad debe hacer frente a dos grandes amenazas.

Estos dos problemas nos obligan reducir el consumo de energía:

La humanidad debe hacer frente a dos grandes amenazas.

Estos dos problemas nos obligan reducir el consumo de energía:

X La producción mundial de petróleo convencional tocó techo en 2006 (70 Mb/día).

La IEA acepta que en las explotaciones que han superado su techo la tasa de agotamiento es superior al 7%.

La humanidad debe hacer frente a dos grandes amenazas.

Estos dos problemas nos obligan reducir el consumo de energía:

- ✗ La producción mundial de petróleo convencional tocó techo en 2006 (70 Mb/día).
La IEA acepta que en las explotaciones que han superado su techo la tasa de agotamiento es superior al 7%.
- ✗ Si queremos evitar un cambio climático de consecuencias catastróficas:
 - La temperatura global del planeta no debe superar los 2 °C por encima de los niveles preindustriales.
 - La concentración de CO₂ en la atmósfera debe estabilizarse por debajo de 350 ppm.
 - Las emisiones de CO₂ deben reducirse entre el 85% y el 95% en el mundo, en 2050.

La humanidad debe hacer frente a dos grandes amenazas.

Estos dos problemas nos obligan reducir el consumo de energía:

- ✗ La producción mundial de petróleo convencional tocó techo en 2006 (70 Mb/día).
La IEA acepta que en las explotaciones que han superado su techo la tasa de agotamiento es superior al 7%.
- ✗ Si queremos evitar un cambio climático de consecuencias catastróficas:
 - La temperatura global del planeta no debe superar los 2 °C por encima de los niveles preindustriales.
 - La concentración de CO₂ en la atmósfera debe estabilizarse por debajo de 350 ppm.
 - Las emisiones de CO₂ deben reducirse entre el 85% y el 95% en el mundo, en 2050.

¿Qué vías hay para reducir tanto el consumo de energía y las emisiones en el sector del transporte?

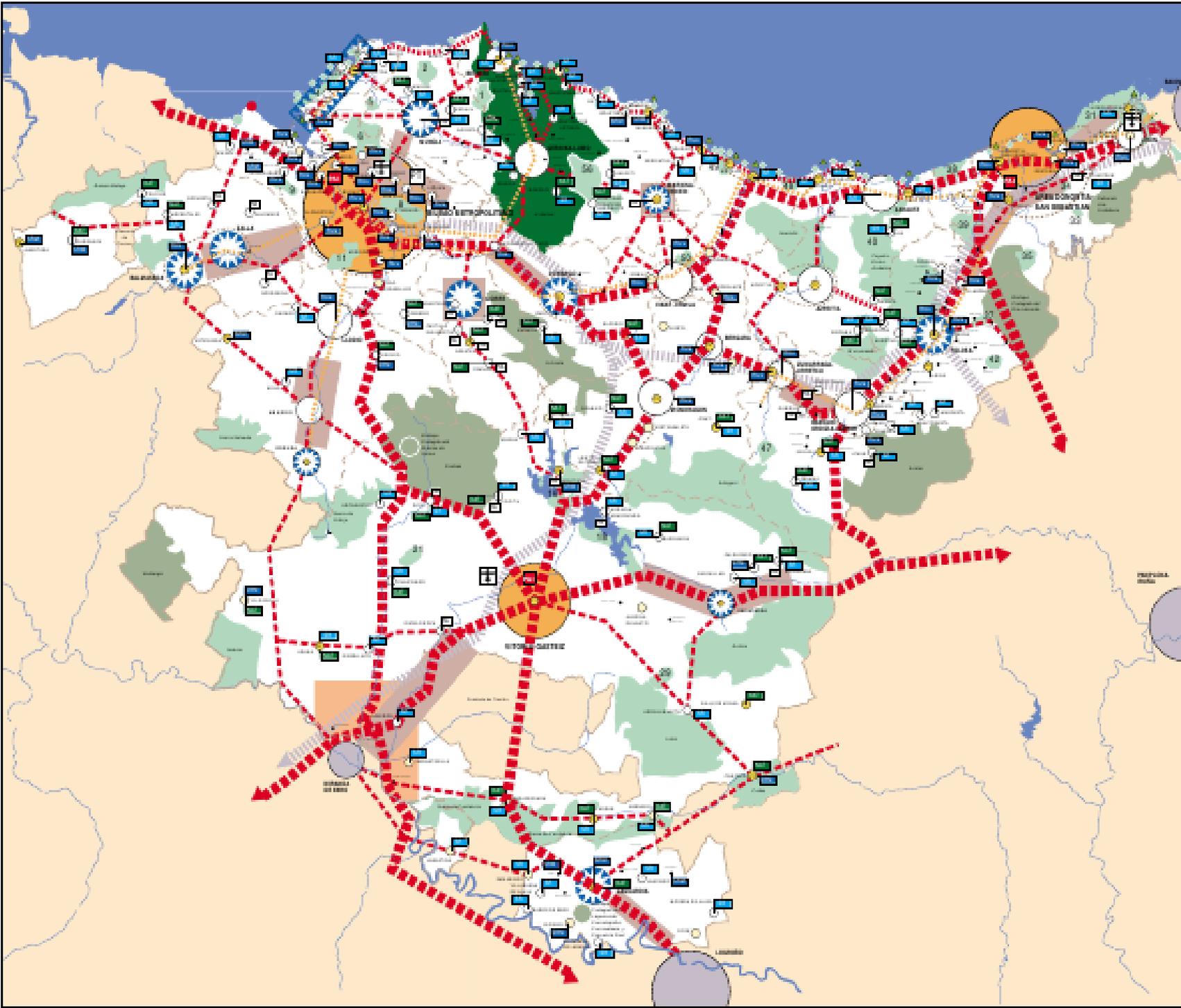
¿Cuál es el potencial de reducción que nos ofrece cada vía?

Objetivos de la Unión Europea para el año 2050

Concepto	2020
Reducir la demanda de energía (referencia: 2006)	20%
Aportación de energías renovables	20%
Electricidad renovable	¿33%?
Reducción de emisiones de CO ₂ (ref: 1990)	20%

Objetivos de la Unión Europea para el año 2050

Concepto	2020	2050
Reducir la demanda de energía (referencia: 2006)	20%	41%
Aportación de energías renovables	20%	55-75%
Electricidad renovable	¿33%?	97%
Reducción de emisiones de CO ₂ (ref: 1990)	20%	80-95%
Reducción de emisiones en transporte (ref: 2008)		66-75%



Directrices de Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco

Euskal Herriko Autonomia Erkidegoko Lurraldearen Antolakemendurako Artezpidetak

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK, ERREKIA ETERRA OINAK

ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK
ERREKIA ETERRA OINAK	ERREKIA ETERRA OINAK

¿Cómo se calcula el consumo de energía?

$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

¿Cómo se calcula el consumo de energía?

¿Cuánto se mueve?

$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

¿Cómo se calcula el consumo de energía?

¿Cuánto se mueve?

¿Cuál es el recorrido?

$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

¿Cómo se calcula el consumo de energía?

¿Cuánto se mueve?

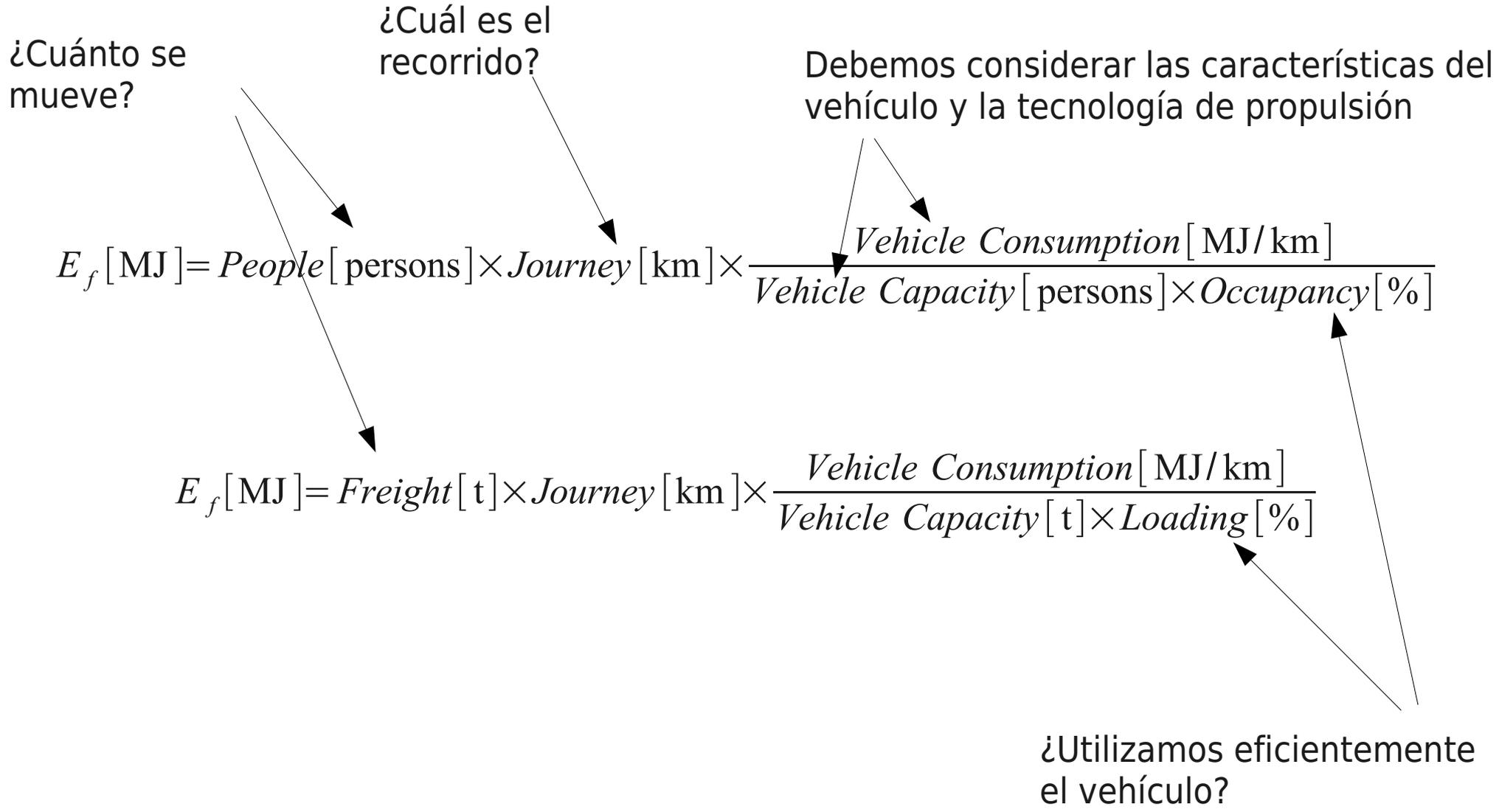
¿Cuál es el recorrido?

Debemos considerar las características del vehículo y la tecnología de propulsión

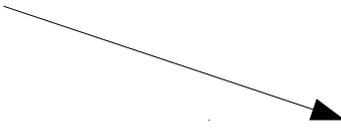
$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

¿Cómo se calcula el consumo de energía?



Consumo de combustible (Fuel Economy) [MJ/km]


$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

Intensidad energética del transporte (Energy intensity of Transport) [MJ/p·km, MJ/t·km]

$$E_f [\text{MJ}] = \text{People} [\text{persons}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{persons}] \times \text{Occupancy} [\%]}$$

$$E_f [\text{MJ}] = \text{Freight} [\text{t}] \times \text{Journey} [\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption} [\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity} [\text{t}] \times \text{Loading} [\%]}$$

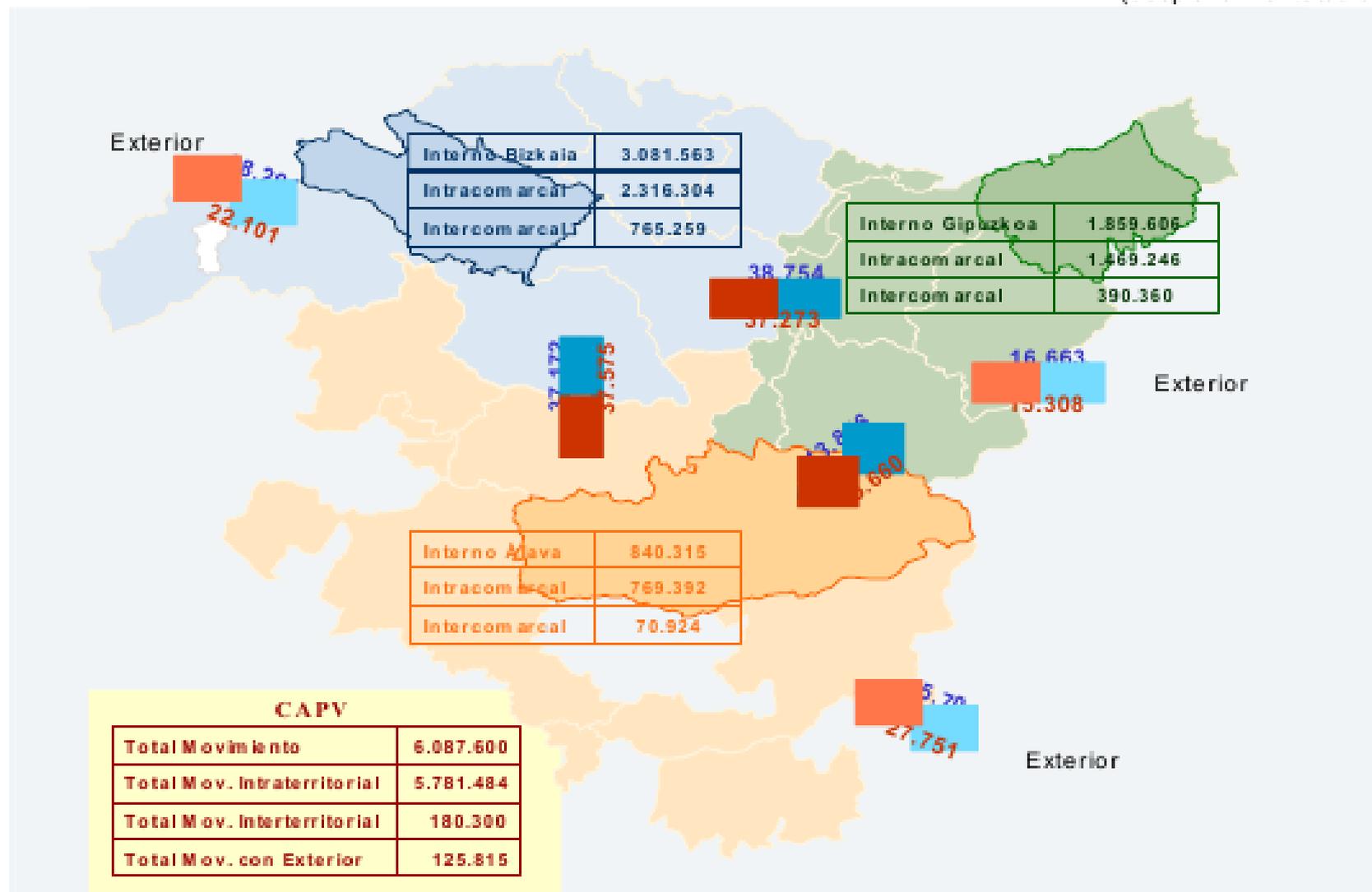
Las estadísticas energéticas y de transporte en la CAPV presentan algunas deficiencias graves:

X El transporte, por lo general, se cuantifica sin especificar las distancias recorridas.



Gráfico 2.5. Movimientos interurbanos realizados en automóvil en la CAPV: Mapa Resumen

(desplazamientos/día)



Fuente: Estudio de la Movilidad en la CAPV 2007. Elaboración propia.

Las estadísticas energéticas y de transporte en la CAPV presentan algunas deficiencias graves:

- ✗ El transporte, por lo general, se cuantifica sin especificar las distancias recorridas.
- ✗ El consumo de energía y las emisiones de CO₂ del transporte aéreo y marítimo son sistemáticamente ignoradas de las estadísticas sobre transporte.

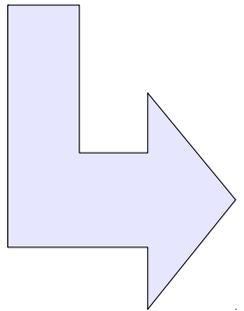
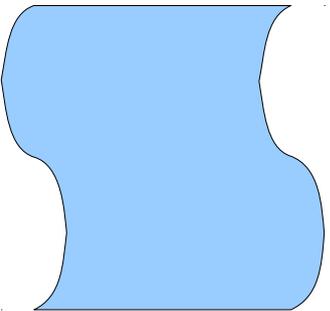
Euskal Autonomia Erkidegoko energia-balantzea Europar Batasuneko Estatistika Bulegoak, EUROSTATek, erabiltzen duen metodologiaren arabera egin dugu.

El Balance Energético del País Vasco se ha elaborado de acuerdo con la metodología desarrollada por la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas, EUROSTAT.

EUSKADIKO DATU ENERGIKOAK. 2008 DATOS ENERGÉTICOS DE EUSKADI. 2008

UNITATEAK <i>ktpb</i> -tan <i>UNIDADES EN ktep</i>	ERREGAI SOLIDOAK <i>COMBUSTIBLES SÓLIDOS</i>	PETROLIOA ETA DERIBATUAK <i>PETROLEO Y DERIVADOS</i>	GAS NATURALA <i>GAS NATURAL</i>	ENERGIA ERATORRIAK <i>ENERGÍAS DERIVADAS</i>	ENERGIA BERRIZTAGARRIAK <i>ENERGÍAS RENOVABLES</i>	ENERGIA ELEKTRIKOA <i>ENERGÍA ELÉCTRICA</i>	GUZTIRA <i>SUMA TOTAL</i>
ENERGIA PRIMARIOAREN EKOIZPENAK <i>PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA</i>	0	7	0	20	394	0	421
SARRERAK, GUZTIRA <i>ENTRADAS TOTALES</i>	260	9.962	4.397	0	36	606	15.262
STOCKS-MUGIMENDUAK <i>MOVIMIENTOS DE STOCKS</i>	0	46	-56	0	0	0	-10
IRTEERAK, GUZTIRA <i>SALIDAS TOTALES</i>	9	6.910	865	0	4	0	7.787
BUNKERS <i>BUNKERS</i>	0	13	0	0	0	0	13
BARNE-KONTSUMO GORDINERAKO ERABILGARRIA <i>DISPONIBLE CONSUMO INTERIOR BRUTO</i>	251	3.092	3.476	20	427	606	7.872
SARRERAK ERALDAKETETAN <i>ENTRADAS DE TRANSFORMACIÓN</i>	252	9.990	1.974	20	80	0	12.316
Zentral termoelektrokoak <i>Centrales termoeléctricas</i>	156	10	1.500	0	47	0	1.713
Baterako sorkuntza <i>Cogeneración</i>	9	43	474	20	33	0	579
Koke-lantegiak <i>Coquerías</i>	95	9	0	0	0	0	104
Findegiak <i>Refinerías</i>	0	9.928	0	0	0	0	9.928
ERALDAKETA-IRTEERAK <i>SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN</i>	91	9.747	0	209	0	1.084	11.131
Zentral termoelektrokoak <i>Centrales termoeléctricas</i>	0	0	0	0	0	864	864
Baterako sorkuntza <i>Cogeneración</i>	0	0	0	209	0	220	429
Koke-lantegiak <i>Coquerías</i>	91	0	0	0	0	0	91
Findegiak <i>Refinerías</i>	0	9.747	0	0	0	0	9.747
TRUKEAK <i>INTERCAMBIOS</i>	0	0	0	0	-69	69	0
ENERGIA SEKTOREAREN KONTSUMOA <i>CONSUMO SECTOR ENERGÉTICO</i>	14	454	125	46	0	92	732
GARRAIO ETA BANAKETAREN GALERAK <i>PERDIDAS TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN</i>	0	0	0	0	0	58	58
AZKEN KONTSUMORAKO ERABILGARRIA <i>DISPONIBLE PARA EL CONSUMO FINAL</i>	77	2.395	1.377	162	278	1.609	5.898
ENERGETIKOA EZ DEN AZKEN KONTSUMOA <i>CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO</i>	0	141	0	0	0	0	141
AZKEN KONTSUMO ENERGETIKOA <i>CONSUMO FINAL ENERGÉTICO</i>	77	2.254	1.377	162	278	1.609	5.757
INDUSTRIA, GUZTIRA <i>TOTAL INDUSTRIA</i>	77	192	1.029	150	202	1.034	2.684
GARRAIOA, GUZTIRA <i>TOTAL TRANSPORTE</i>	0	1.845	0	0	44	17	1.906
Trenbidea <i>Ferrocarril</i>	0	0	0	0	0	17	17
Errepidea <i>Carretera</i>	0	1.758	0	0	44	0	1.801
Airea <i>Aéreo</i>	0	79	0	0	0	0	79
Itsasoa <i>Navegación</i>	0	9	0	0	0	0	9
NEKAZARITZA ETA ARRANTZA <i>AGRICULTURA Y PESCA</i>	0	80	0	5	0	5	90
ZERBITZUAK <i>SERVICIOS</i>	0	34	109	8	1	301	453
EGOITZA <i>RESIDENCIAL</i>	0	103	240	0	30	252	625

Datos brutos de las administraciones



Procesado de datos

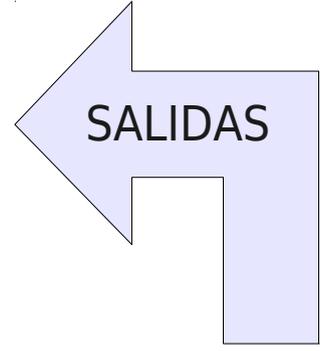
clasificación según

- Personas / mercancías
- Modo de transporte
- Recorrido
- Tecnología de propulsión
- Combustible

Parámetros

$$E_f[\text{MJ}] = \text{People}[\text{persons}] \times \text{Journey}[\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption}[\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity}[\text{persons}] \times \text{Occupancy}[\%]}$$
$$E_f[\text{MJ}] = \text{Freight}[\text{t}] \times \text{Journey}[\text{km}] \times \frac{\text{Vehicle Consumption}[\text{MJ/km}]}{\text{Vehicle Capacity}[\text{t}] \times \text{Loading}[\%]}$$

- Consumo primario de energía
- Consumo final de energía
- Emisiones de GEI



HOJA DE CÁLCULO

Table 1a

Data related to transport of people in the BAC for year 2008

(SI: Spark Ignition; CI: Compression Ignition; ICE: Internal Combustion Engine)

Transport Mode & Vehicle	Journey	Private / Public Transport	Technology & Fuel	Passengers (millions)	Average Distance (km)	Transport (million p-km)	Vehicle Capacity (passengers)	Loading (%)	Fuel Economy (MJ/km)	Energy Intensity (MJ/p-km)	Final Energy (ktoe)	Primary / Final Energy		GHG Emissions (g CO ₂ e/MJ)	GHG Emissions (t CO ₂ e)
												Ratio	Energy (ktoe)		
Road / Cars & Light Trucks	Intracomarcial	Private	SI-ICE/Gasoline	249.4 ^a	5 ^b	1,247	4	30.5% ^a	2.12 ^f	1.73	51.48	1.2 ^f	61.78	73.5 ^f	158.92
"	"	"	CI-ICE/Diesel	1,413.1 ^a	5 ^b	7,066	4	30.5% ^a	1.92 ^f	1.57	264.49	1.2 ^f	317.38	73.5 ^f	816.47
"	Intercomarcial & Intraprovincial	"	SI-ICE/Gasoline	67.2 ^a	40 ^b	2,686	4	30.5% ^a	2.12 ^f	1.73	110.90	1.2 ^f	133.08	73.5 ^f	342.35
"	"	"	CI-ICE/Diesel	380.5 ^a	40 ^b	15,221	4	30.5% ^a	1.92 ^f	1.57	569.76	1.2 ^f	683.72	73.5 ^f	1,758.86
"	Interprovincial	"	SI-ICE/Gasoline	9.9 ^a	80 ^b	790	4	30.5% ^a	2.12 ^f	1.73	32.60	1.2 ^f	39.13	73.5 ^f	100.65
"	"	"	CI-ICE/Diesel	55.9 ^a	80 ^b	4,475	4	30.5% ^a	1.92 ^f	1.57	167.51	1.2 ^f	201.01	73.5 ^f	517.10
"	National	"	SI-ICE/Gasoline	6.9 ^a	175 ^b	1,205	4	30.5% ^a	2.12 ^f	1.73	49.77	1.2 ^f	59.72	73.5 ^f	153.64
"	"	"	CI-ICE/Diesel	39.0 ^a	175 ^b	6,831	4	30.5% ^a	1.92 ^f	1.57	255.69	1.2 ^f	306.83	73.5 ^f	789.33
Road / Bus & Coach	Intracomarcial	Public	CI-ICE/Diesel	66.7 ^a	5 ^b	333	85	20% ^a	19.25 ^b	1.13	8.98	1.2 ^f	10.78	73.5 ^f	27.74
"	Intercomarcial & Intraprovincial	"	"	47.7 ^a	40 ^b	1,909	55	20% ^a	12.25 ^b	1.11	50.62	1.2 ^f	60.75	73.5 ^f	156.27
Rail / Metro	Intracomarcial	"	Electric motor/Electricity	86.3	6.33	546.4 ^c	550 ^d	23% ^c	46.96 ^c	0.37 ^e	4.85	1.025 ^f	4.97	0.0 ^f	0.00
Rail / Tram (EuskoTran)	Intercomarcial	"	Electric motor/Electricity	2.96 ^a	2.71	8.0 ^b	192 ^d	20% ^b	23.50 ^f	0.61	0.12	2.13 ^b	0.38	108.3 ^b	0.53
Rail / Train (RENFE)	"	"	Electric motor/Electricity	25.79 ^a	30 ^b	773.6	300 ^b	30% ^b	180.00	0.60 ^f	11.05	2.13 ^b	23.55	108.3 ^b	50.28
Rail / Train (FEVE)	"	"	Diesel-electric/Diesel	1.51 ^a	15 ^b	22.6	300 ^b	30% ^b	420.00	1.40 ^f	0.75	1.2 ^f	0.90	73.5 ^f	2.32
Rail / Train (EuskoTren)	"	"	Electric motor/Electricity	17.94 ^a	10 ^b	179.4	300 ^b	30% ^b	180.00	0.60 ^f	2.56	2.13 ^b	5.46	108.3 ^b	11.66
Air / Airplane	National	"	Turbojet/Kerosene	3.5 ^a	244 ^a	853.1	125	70% ^b	357.14	2.86 ^f	58.04	1.2 ^f	69.64	147.0 ^f	358.31
"	International	"	Turbojet/Kerosene	1.1 ^a	400 ^a	440	125	70% ^b	357.14	2.86 ^f	29.93	1.2 ^f	35.92	147.0 ^f	184.80
Seaborne / Ship	"	"	Diesel-electric/Fuel-oil	1.80 ^a	500 ^a	89.8		80% ^b		1.25 ^a	2.67	1.2 ^f	3.21	73.5 ^f	8.25

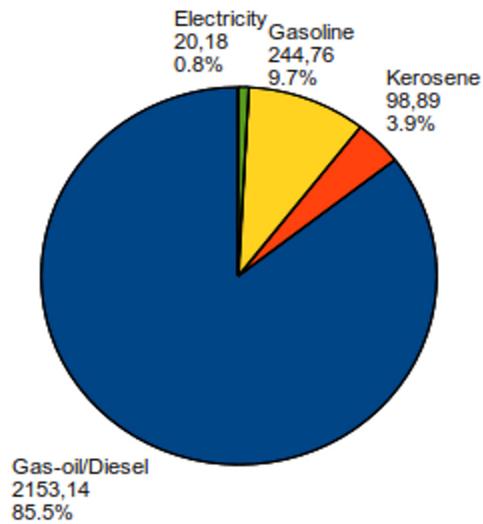
Table 1b

Data related to transport of freight in the BAC for year 2008

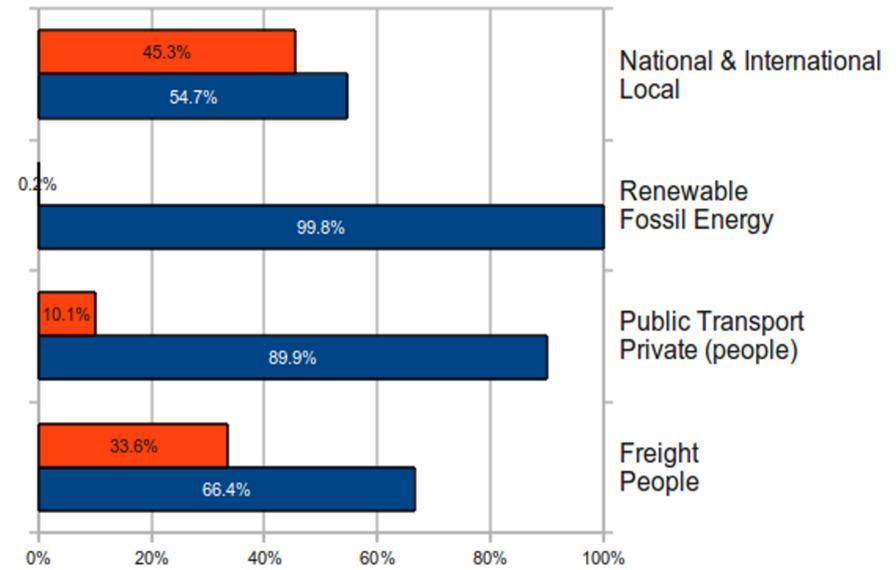
Transport Mode & Vehicle	Journey	Technology & Fuel	Passengers (millions)	Average Distance (km)	Transport (million t-km)	Vehicle Capacity (tonnes)	Loading (%)	Fuel Economy (MJ/km)	Energy Intensity (MJ/t-km)	Final Energy (ktoe)	Primary / Final Energy		GHG Emissions (g CO ₂ e/MJ)	GHG Emissions (t CO ₂ e)
											Ratio	Energy (ktoe)		
Road / Cars & Light Trucks	Intracomarcial - Intramunicipal	CI-ICE/Diesel	17.64 ^a	10 ^b	176.4	5	85% ^b	6.38	1.50 ^f	6.30	1.2 ^f	7.56	73.5 ^f	19.45
Road / Heavy Trucks	Intercomarcial - Intermunicipal	CI-ICE/Diesel	59,182 ^a	50 ^b	2,959	5	85% ^b	5.53	1.30 ^f	91.59	1.2 ^f	109.91	73.5 ^f	282.74
"	National - Origin in BAC	CI-ICE/Diesel	26,063 ^a	156 ^a	4,054	28	85% ^b	17.85	0.75 ^f	72.40	1.2 ^f	86.88	73.5 ^f	223.50
"	National - Destination in BAC	CI-ICE/Diesel	24,410 ^a	156 ^a	3,797	28	85% ^b	17.85	0.75 ^f	67.81	1.2 ^f	81.37	73.5 ^f	209.33
"	International - Origin in BAC	CI-ICE/Diesel	2,620 ^a	500 ^b	1,310	28	85% ^b	16.66	0.70 ^f	21.83	1.2 ^f	26.20	73.5 ^f	67.40
"	International - Destination in BAC	CI-ICE/Diesel	3,208 ^a	500 ^b	1,604	28	85% ^b	16.66	0.70 ^f	26.73	1.2 ^f	32.08	73.5 ^f	82.53
Rail / Train (RENFE)	Intercomarcial	Electric motor/Electricity	4,379.2 ^a	47.5 ^b	208.1		85% ^b	0.30 ^f	1.49	2.13 ^b	3.17	108.3 ^b	6.76	
Rail / Train (FEVE)	Intercomarcial	Diesel-electric/Diesel	1,053.6 ^a	133.6 ^b	140.8		65% ^b	0.50 ^f	1.68	1.2 ^f	2.01	73.5 ^f	5.17	
Rail / Train (EuskoTren)	Intercomarcial	Electric motor/Electricity	183.3 ^a	39.2 ^b	7,185.4		85% ^b	0.30 ^f	0.05	2.13 ^b	0.11	108.3 ^b	0.23	
Air / Airplane	National	Turbojet/Kerosene	11,087 ^a	200 ^b	2.22			15.00 ^f	0.79	1.2 ^f	0.95	147.0 ^f	4.89	
"	International	Turbojet/Kerosene	27,145 ^a	1,045 ^b	28.35			15.00 ^f	10.13	1.2 ^f	12.15	147.0 ^f	62.52	
Seaborne / Ship	International - Unloadings	Diesel-electric/Fuel-oil	30,969 ^a	2,137 ^b	66,189			0.25 ^f	393.98	1.2 ^f	472.78	73.5 ^f	1,216.22	
"	International - Loadings	Diesel-electric/Fuel-oil	11,737 ^a	2,137 ^b	25,086			0.25 ^f	149.32	1.2 ^f	179.19	73.5 ^f	460.96	
"	National - Local traffic	Diesel-electric/Fuel-oil	1,265 ^a	60 ^b	75,912			0.47 ^f	0.85	1.2 ^f	1.02	73.5 ^f	2.62	
"	National - Provisioning	Diesel-electric/Fuel-oil	192.7 ^a	100 ^b	19.27			0.25 ^f	0.11	1.2 ^f	0.14	73.5 ^f	0.35	
"	National - Fishing	Diesel-electric/Fuel-oil	7.7 ^a	500 ^b	3,850			0.47 ^f	0.04	1.2 ^f	0.05	73.5 ^f	0.13	

^aSource: [9]^bEducated guess^cSource: [12]^dSource: [21]^eSource: [11]^fSource: [13]^gSource: [10]^hSource: [14]

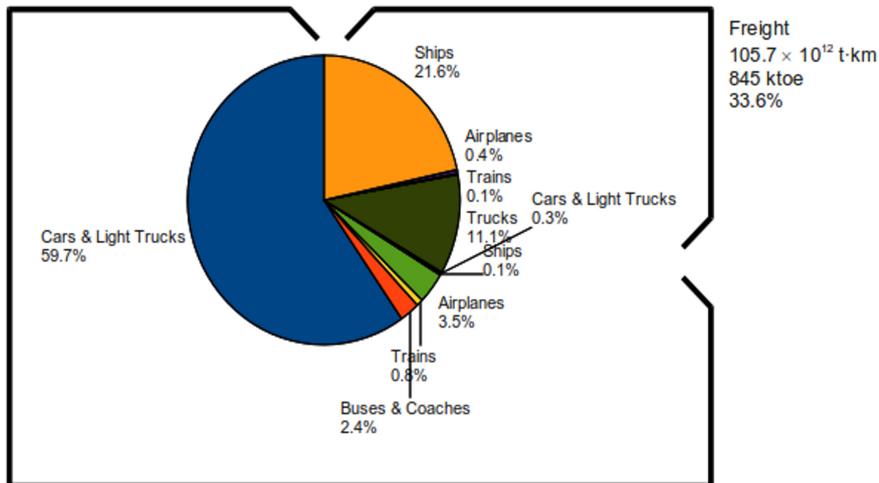
Consumo final de energía, según el combustible



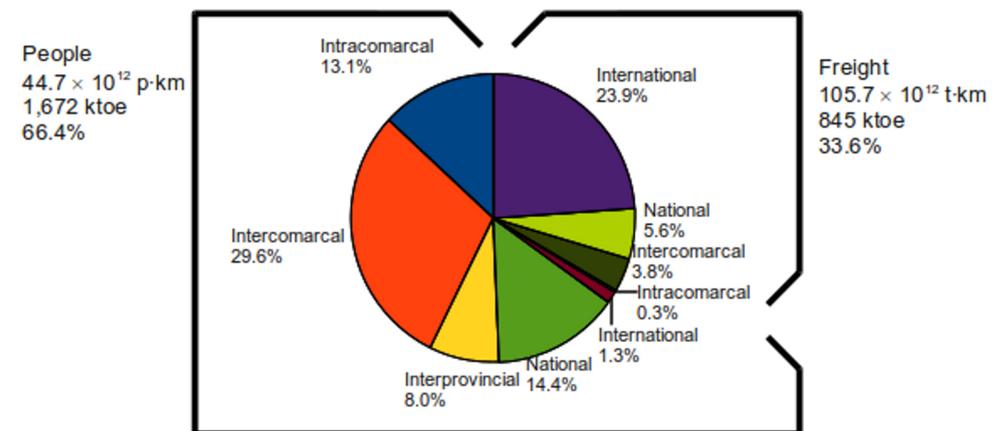
Consumo final de energía, CAPV



Consumo final de energía, según el tipo de transporte



Consumo final de energía, según el trayecto



Este trabajo ha analizado seis escenarios, basados en la parametrización del consumo de energía en el transporte utilizado por nuestro modelo.

Cada escenario analiza una vía para reducir el consumo:

1. Escenario eficiente (Efficient Scenario).
2. Escenario de electrificación (Electrification Scenario).
3. Escenario de electrificación renovable
(Electrification & Renewables Scenario).
4. Escenario de transporte público (Public Transport Scenario).
5. Escenario de relocalización (Relocalization Scenario).
6. Combinación de todas las vías previas.

Escenario eficiente (Efficient Scenario)

Reducciones de consumo significativas se consiguen gracias a mejoras en la eficiencia ya factibles hoy en día, y sin innovaciones revolucionarias.

Coches, camionetas (ICE): 30,5% de reducción del consumo (MJ/km)

Autobuses, camiones (ICE): 53% de reducción de la intensidad energética (MJ/p·km, MJ/t·km)

Trenes: 20% reducción intensidad energética (ICE)
5% reducción intensidad energética (eléctrico)

Transporte marítimo: 24% reducción intensidad energética

Transporte aéreo: 10% reducción intensidad energética

Consumo primario y final: -%29

Emisiones de GEI: -%28,4

Escenario de electrificación (Electrification Scenario)

Todo el transporte terrestre está electrificado.

Coches, camionetas (BEV): Consumo de combustible de 0,5 MJ/km
(2,0 MJ/km en 2008)

Autobuses, camiones (BEV): Consumo tan eficiente como en el escenario
eficiente, pero eléctrico

Ferrocarril: Completamente eléctrico

Consumo primario: –38,7%

Consumo final: –56,5%

Emisiones de GEI: –52%

La electricidad es el 54% del consumo final de energía (2008)

El sector del transporte demanda 6,9 TWh/año (toda la economía 16,3 TWh en 2008)

Escenario de electrificación renovable (Electrification & Renewables Scenario)

Toda la electricidad consumida en el transporte proviene del aprovechamiento de los flujos de energía renovable (eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica,...).

Consumo primario: -60%

Consumo final: -56,5%

Emisiones de GEI: -77,3%

¿De dónde procede toda esa electricidad renovable (6,9 TWh/año)?

Parques eólicos: 3,5 GW (2.000 horas de productividad anual)

Sistemas fotovoltaicos: 4,7 GW (1.500 horas de productividad anual)

Escenario de transporte público (Public Transport Scenario)

Para transportar personas, la intensidad energética del transporte de todos los modos terrestres converge a un valor de:

~0,4 MJ/p·km

Transport Mode	2008 Scenario			Public Transport Scenario		
	Loading	Energy	Intensity	Loading	Energy	Intensity
Cars (ICE)	30,5%	1,14	MJ/p·km	85%	0,41	MJ/p·km
Bus & Coach	20%	0,53	MJ/p·km	30%	0,35	MJ/p·km
Metro	23%	0,35	MJ/p·km	23%	0,35	MJ/p·km
Tram	20%	0,89	MJ/p·km	45%	0,40	MJ/p·km
Train	30%	0,57-1,12	MJ/p·km	45-65%	0,38-0,52	MJ/p·km

Energy consumption parameters for each transport mode
(energy consumption in terms of MJ/km is maintained for each transport mode in both scenarios).

Consumo primario: –57%

Consumo final: –57%

Emisiones de GEI: –55%

Escenario de relocalización (Relocalization Scenario)

Se recupera el ratio entre transporte y actividad económica que teníamos en el sur de Europa hace 40 años.

Transport Mode	Spain			European Union		
	1970	2008	2008/1970	1970	2008	2008/1970
Railway 10 ⁶ t·km	10,3	10,3	× 1,0	507,6	426,7	× 0,8
Road 10 ⁶ t·km	51,7	238,7	× 4,6	396,2	1.699,5	× 4,3
Pipeline 10 ⁶ t·km	1,0	9,1	× 9,1	80,3	120,1	× 1,5
Freight—Total 10⁶ t·km	63,1	258,1	× 4,1	1.095,2	2.389,1	× 2,2
Railway 10 ⁹ p·km	15,0	24,0	× 1,6	301,3	407,5	× 1,4
Car 10 ⁹ p·km	64,3	339,1	× 5,3	1.458,2	4.392,8	× 3,0
Bus & Coach 10 ⁹ p·km	20,9	60,9	× 2,9	337,9	500,9	× 1,5
Road 10⁹ p·km	85,3	400,0	× 4,7	1.796,1	4.893,7	× 2,7
People—Total 10⁹ p·km	100,2	424,0	× 4,2	2.097,4	5.301,1	× 2,5
	World			GDP change (inflation adjusted)		
	1970	2008	2008/1970	EU	× 2,7	
Freight—Seaborne 10⁹ t·miles	10.441,2	32.352,9	3,1	Spain	× 2,0	

Evolution of transport of people and freight
in Spain and the European Union between 1970 and 2008.

Escenario de relocalización (Relocalization Scenario)

Se recupera el ratio entre transporte y actividad económica que teníamos en el sur de Europa hace 40 años.

Reducciones necesarias:

Transporte terrestre 57%

Transporte marítimo 35%

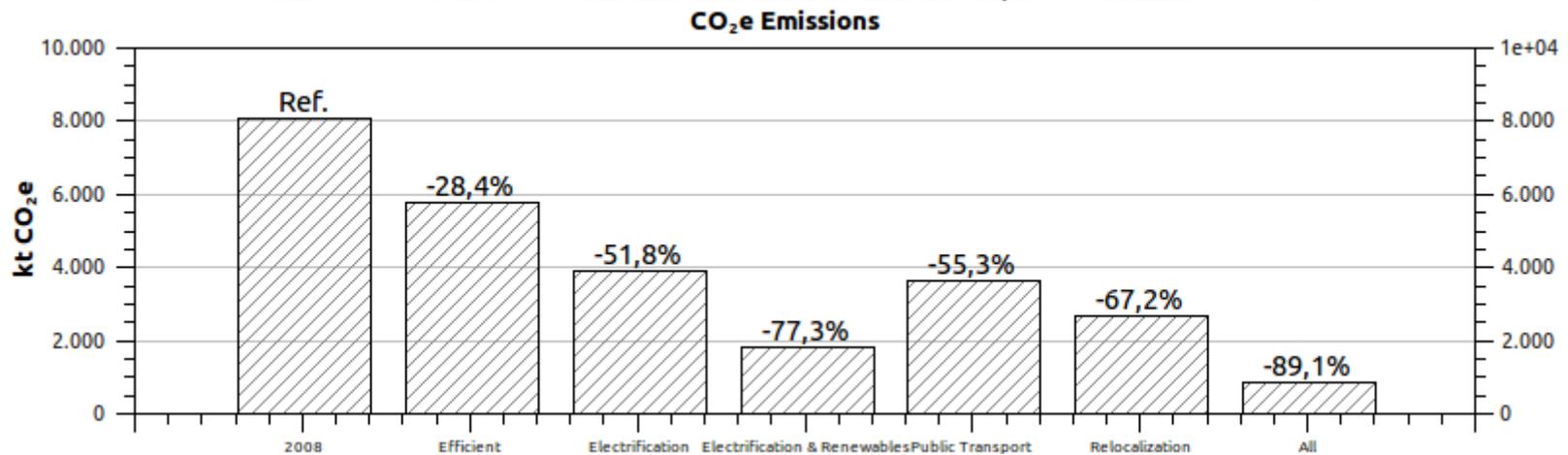
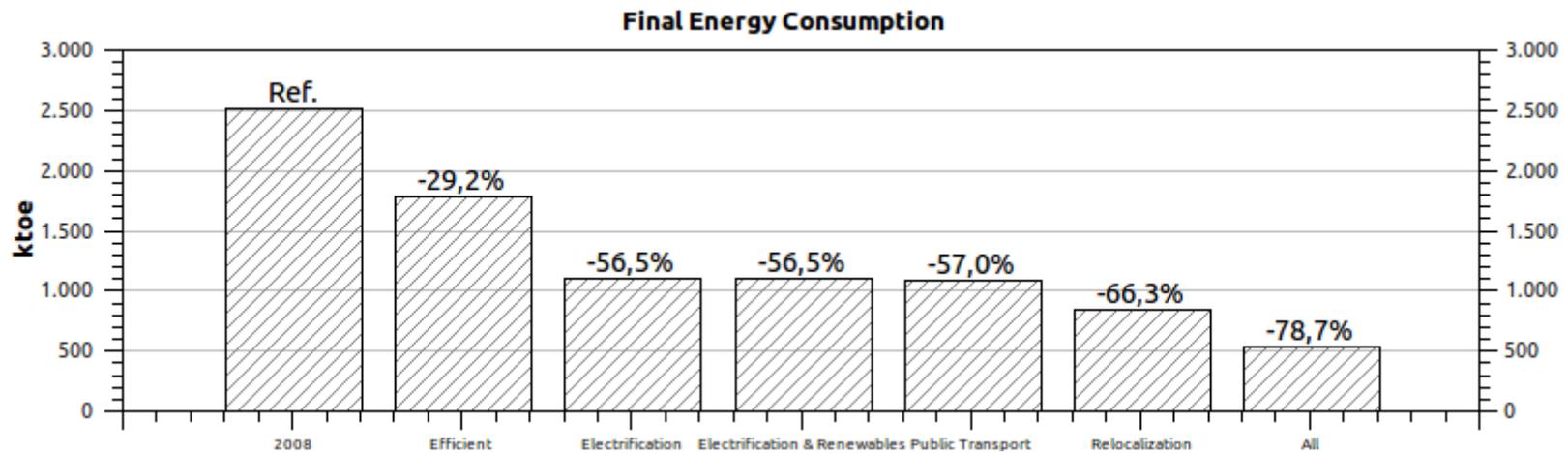
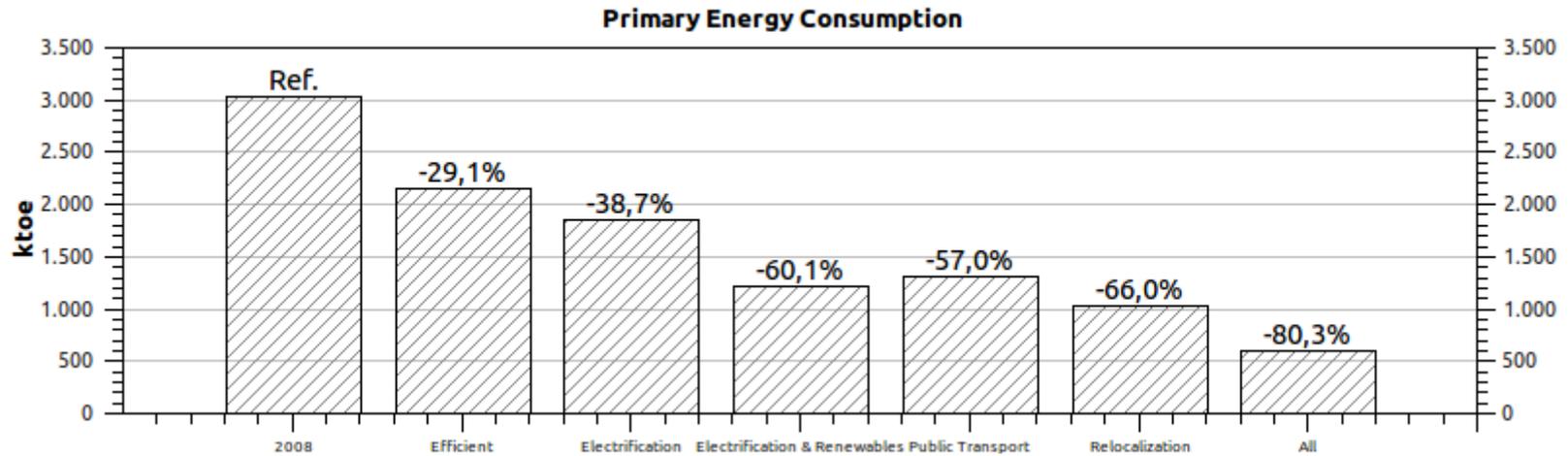
Transporte aéreo 90%

Consumo primario: -66,0%

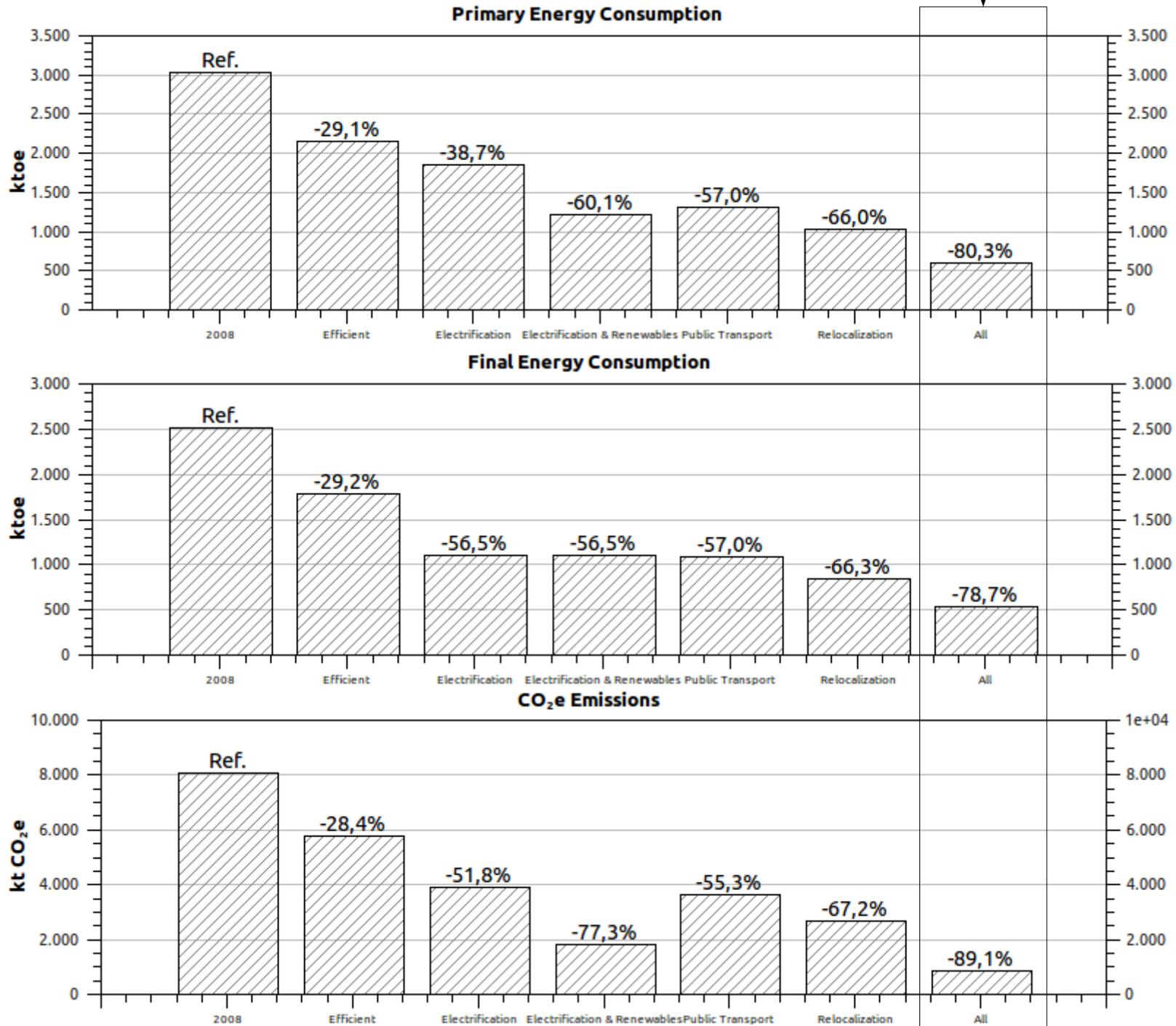
Consumo final: -66,3%

Emisiones de GEI: -67,2%

Escenario que combina todas las vías para reducir el consumo de energía



Escenario que combina todas las vías para reducir el consumo de energía



CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.

CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).

CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).
- Necesitaremos todavía mejoras sustanciales en eficiencia.

CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).
- Necesitaremos todavía mejoras sustanciales en eficiencia.
- Se necesita una electrificación profunda del transporte terrestre.

CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).
- Necesitaremos todavía mejoras sustanciales en eficiencia.
- Se necesita una electrificación profunda del transporte terrestre.
- Es fundamental que el transporte se alimente con energías renovables.

CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).
- Necesitaremos todavía mejoras sustanciales en eficiencia.
- Se necesita una electrificación profunda del transporte terrestre.
- Es fundamental que el transporte se alimente con energías renovables.
- Debe impulsarse el transporte público, y garantizarse un alto índice de ocupación de los vehículos privados:
¿Revolución en la planificación urbanística?

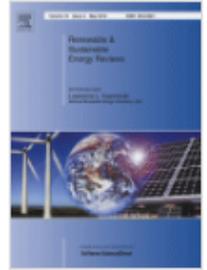
CONCLUSIONES

- Para lograr las reducciones del consumo de energía que se requieren, no hay ninguna solución mágica de naturaleza exclusivamente tecnológica.
- La descarbonización del transporte necesita de todas las opciones disponibles (y aun así puede no ser suficiente).
- Necesitaremos todavía mejoras sustanciales en eficiencia.
- Se necesita una electrificación profunda del transporte terrestre.
- Es fundamental que el transporte se alimente con energías renovables.
- Debe impulsarse el transporte público, y garantizarse un alto índice de ocupación de los vehículos privados:
¿Revolución en la planificación urbanística?
- Es inevitable reducir la movilidad en términos absolutos.
¿Consecuencias económicas?



Renewable and Sustainable Energy Reviews

Volume 16, Issue 4, May 2012, Pages 1988–1998



Analysis of scenarios for the reduction of energy consumption and GHG emissions in transport in the Basque Country

Gorka Bueno  , 

Department of Electronics and Telecommunications, Faculty of Engineering, University of the Basque Country. Alameda Urquijo s/n,
48013 Bilbao, Spain

Received 3 June 2011. Revised 23 December 2011. Accepted 2 January 2012. Available online 17 February 2012.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.004>, How to Cite or Link Using DOI

 Permissions & Reprints