



MilanAirports



TRAIN VS. PLANE

Modal shift and Sustainability Pains/Gains in Europe

*Salone della CSR e dell'Innovazione Sociale – Università Bocconi
4 Ottobre 2023*



MilanAirports



Per una visione non manichea... Fonti bibliografiche consultate

- International Union of Railways-UIC, *"High Speed Rail – fast track to sustainable mobility"*, 2018
- ING Think, *«From plane to train: Europe is pushing climate-friendly travel'*, 2022
- EEA - European Environment Agency, *«Train or Plane?»*, 2020
- Corte dei Conti Europea, *«La rete ferroviaria ad alta velocità in Europa non è una realtà, bensì un sistema disomogeneo e inefficace»*, Relazione speciale n. 19/2018
- EY, *«Smart and affordable rail services in the EU: a socio-economic and environmental study for High-Speed in 2030 and 2050"*, Executive report, 2023
- CER, *"High speed rail as a strategic tool for achieving European transport policy goals: smart, integrated and sustainable mobility"*, 2023
- S&P Global Ratings, *«European Rail Looks To Ride The Energy Transition»*, 2022
- Koios, *"Air2Rail - Reducing CO2 from intra-European aviation by a modal shift from air to rail"* 2020
- OXERA, *"Short-haul flying and sustainable connectivity"*, 2022
- Egis, *"The future of Aviation in a world of sustainable transport"*, 2021
- T&E - Transport&Environment, *"Maximising air to rail journeys - Reducing intra-EU aviation emissions through modal shift to rail: limits and opportunities"*, 2020
- T&E – Transport & Environment, *"Flying via Istanbul: escaping climate measures?»"*, 2023
- Vreni Reiter, Augusto Voltes-Dorta, Pere Suau-Sanchez, *«The substitution of short-haul flights with rail services in German air travel markets: A quantitative analysis."*, Case Studies on Transport Policy 10 (2022) 2025–2043
- High Speed Rail Group, *"Modal shift matters and HS2 delivers it"*, 2022
- Greenpeace, *"Train alternatives to short-haul flights in Europe"*, Report by OBC Transeuropa for Greenpeace, 2021
- Greenpeace, *"Ticket price of Planes vs Trains – A Europe-wide analysis"*, 2023
- Alexander Eisenkopf, Christian Burgdorf *"Policy measures and their impact on transport performance, modal split and greenhouse gas emissions in German long-distance passenger transport"*, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 14 (2022) 100615
- EEA - European Environment Agency *«Rail and waterborne best for low-carbon motorised transport»*, 2021
- WIIW - Vienna Institute for International Economic Studies, *"Environmental Impact Evaluation of a European High Speed Railway Network along the 'European Silk Road»"*, 2022
- Eurocontrol, *«Plane and train: Getting the balance right"*, 2021

L'ascesa delle low cost airlines ha catalizzato la mobilità intra-europea

MilanAirports

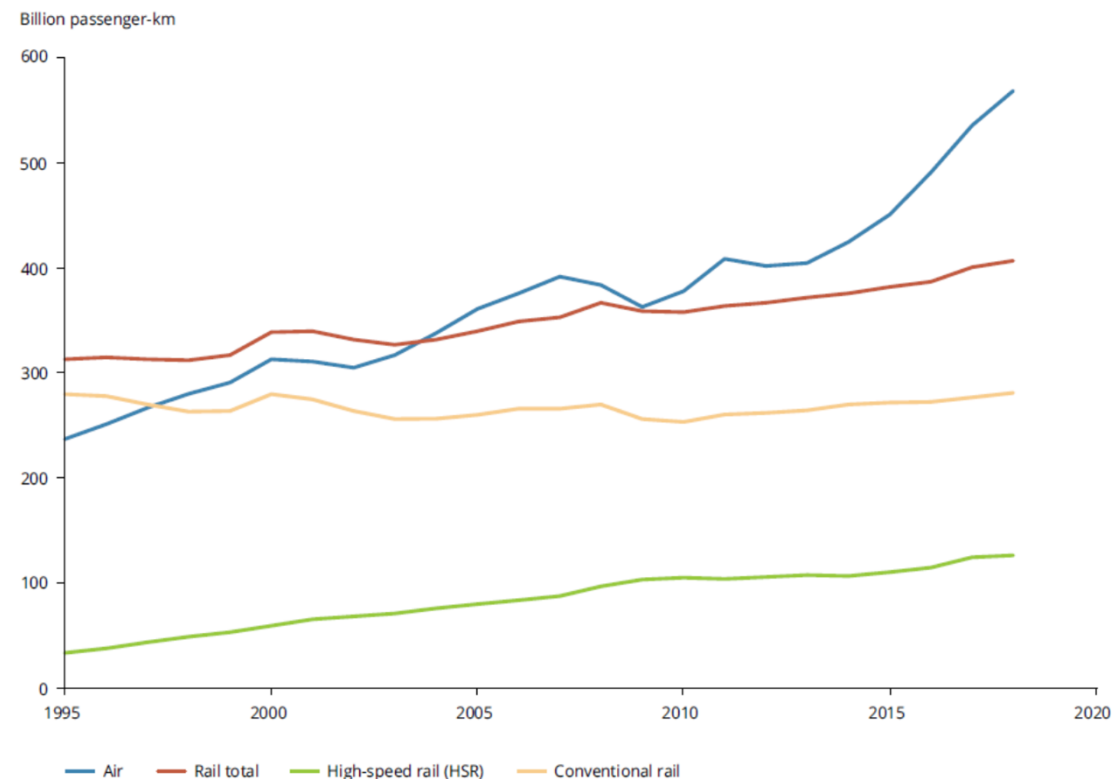
- Air travel: 377 mld pkm nel 2010 - **586 mld pkm** nel 2019 (cagr: 5,5%)
- Rail travel: 358 mld pkm nel 2010 - **421 mld pkm** nel 2019 (cagr: +1,8%)
- Dal 2013 forte incremento vettori low cost su tratte intra-EU

Source: ING Think, 2022

- Infrastruttura ferroviaria EU: circa **200.000 km nel 2020**
- **Rete ferroviaria AV** (velocità >200 km/h) quadruplicata dal 2000: **12.000 km al 2020**
- Rete HSR europea (2019): 31% dei pax su rotaia con il 6% del totale rete
- I pkm HSR (totale viaggi nazionali e internazionali) nell'UE-27 cresciuti del **283% dal 1995 e del 114% dal 2000**, con tassi di crescita più elevati nel periodo fino al 2001. I pkm HSR passati da circa 33 mld nel 1995 a **126 miliardi di pkm nel 2018**.
- Trasporto ferroviario totale cresciuto del 30% tra 1995 e 2018). Quota HSR trasporto ferroviario: da **17,3% del 2000 a 31% del 2018**
- 2019: quasi **25% dei voli europei <500 km** e circa 70% < 1.500 km
- 2018: 569 mld pkm percorsi via aerea nell'UE-27 - **(+140% vs. 1995 - +82% vs. 2000) - (+88% voli low cost tra 2006 e 2017)**

Source: EEA, 2021

Figure 2.1 Passenger-km travelled by rail and air, EU-27, 1995-2018



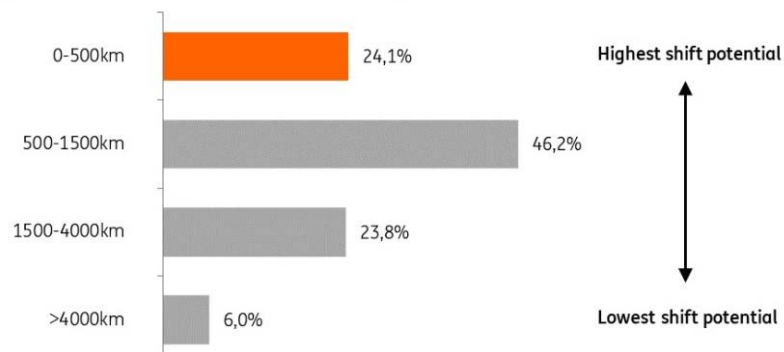
Source: EEA, 2021

Gli obiettivi della policy UE «Smart & sustainable mobility strategy»

MilanAirports

- Secondo EEA il trasporto aereo di passeggeri emette, in media, 160 gCO₂ per pkm, mentre il trasporto ferroviario di passeggeri è solo di 33 gCO₂ per pkm (well to wheel, **escluse le emissioni legate alle infrastrutture**).
- Elevata quota di binari elettrificati (57% della rete ferroviaria dell'UE nel 2020) e quota crescente di energia rinnovabile nel mix elettrico (38% della produzione UE nel 2020)

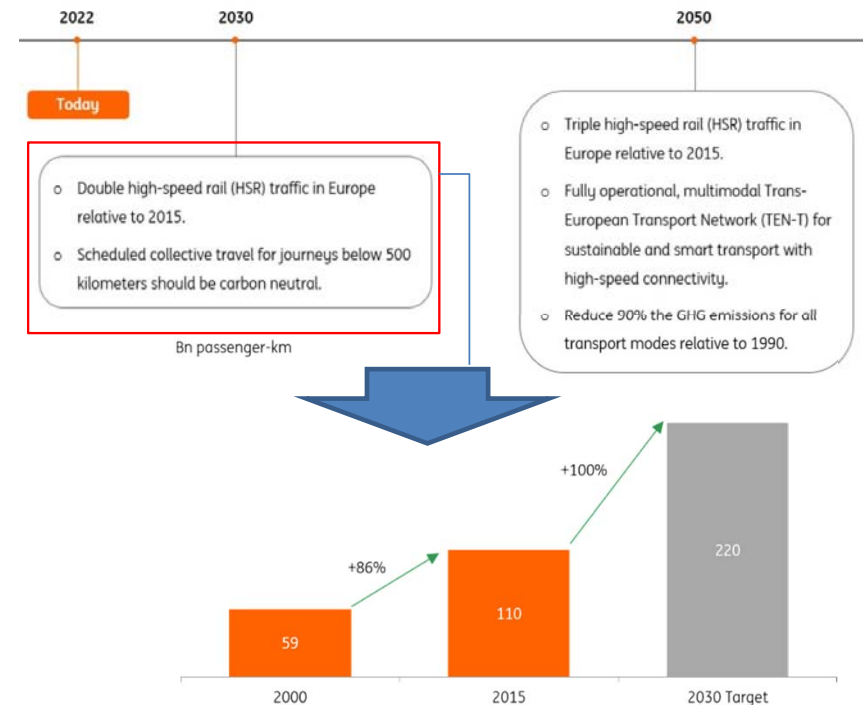
Flight distance Percentage of total flights in Europe (2019)



Source: ING Think, 2022



EU Sustainable and Smart Mobility Strategy



Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente:

- raddoppio traffico ferroviario pax AV entro 2030, 3x entro 2050
- +50% trasporto merci su rotaia entro 2030 e +100% entro 2050
- trasporto merci per vie navigabili interne e trasporto marittimo a breve raggio: +25% entro 2030; +50% entro 2050

Criticità 1: strategia europea neutrale rispetto alla connettività infra-EU? (1)

Rete ferroviaria HSR in Europa: in espansione, ecologica ma ancora ridotta

MilanAirports



HSR network in Europe (2022)²¹

Source: EY, 2023

Fine 2021: HSR europea comprendeva **11.990 km**, con:

- 3.062 km in costruzione
- 5.913 km pianificati
- 3.316 km previsti a lungo termine

- Dal 2012 al 2021 i Paesi europei hanno aumentato del 36% la lunghezza totale delle proprie linee AV in esercizio, pari a 3.203 km, grazie all'inaugurazione di nuove linee in 9 diversi Paesi.
- Spagna ha raggiunto una lunghezza totale di 3.661 km (rete HSR più lunga a livello europeo) Francia ha aumentato la sua rete AV di 681 km, per una lunghezza totale di 2.724 km. Germania a 1.571 km e Italia a 921 km. **Nel 2022 questi paesi rappresentavano il 74% delle linee HSR a livello europeo.**
- Attualmente, i paesi dell'Europa orientale hanno un'estensione limitata di linee ad alta velocità, ma entro il 2032 saranno operativi importanti progetti internazionali.
- L'Europa ha già compiuto notevoli progressi verso l'elettrificazione delle infrastrutture ferroviarie, con circa il **60% della rete ferroviaria dei paesi dell'UE-28 già elettrificata** e **l'80% del traffico** che circola su queste linee, secondo la Commissione europea.

Source: CER-UIC, 2022

Criticità 1: strategia europea neutrale rispetto alla connettività infra-EU? (2)

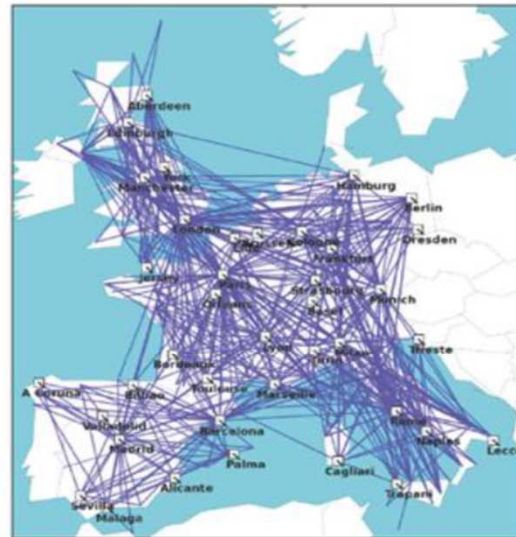
Supremazia schiacciante della connettività aerea su quella HSR

- La rete HSR europea è oggi pari a **1/10 della rete di voli a corto raggio** in Europa.
- Il network aereo intra-europeo è di **100 mila km e collega 170 coppie di città**.
- Oltre la **metà delle 150 rotte aeree** più trafficate all'interno dell'UE è collegata dal treno in **più di 8 ore**.
- Solo il **14% delle rotte principali** impiega meno di 4 ore.
- La mancanza di connettività della rete europea di alta qualità è stata rilevata dalla Corte dei conti europea, che sottolinea la mancanza di coordinamento transfrontaliero e descrive la rete come "un mosaico inefficace di linee nazionali scarsamente collegate".

Source: Oxera, 2022



(a) HSR network (data source: OpenStreetMap)



(b) Airport network (data source: Sabre Airline Solutions)

Duration of journey	Number of routes	Proportion of routes among the top-150 intra-EU routes (%)	Cumulative number of air passengers for these routes (million)
Less than four hours	21	14	24.1
4–6 hours	30	20	33.6
6–8 hours	15	10	15.1
8–16 hours	58	39	54.9
More than 16 hours	23	15	21.4
Cannot be travelled by train	3	2	2.4
Total	150	100	151.5

Source: Greenpeace (2021), 'Get on track: the alternative to short-haul flights in Europe', October.

Source: Sun, X., Zhang, Y. and Wandelt, S. (2017), 'Air Transport versus High-Speed Rail: An Overview and Research Agenda', *Journal of Advanced Transportation*, May, <https://doi.org/10.1155/2017/8426926> (last accessed 11 March 2022).

Criticità 1: strategia europea neutrale rispetto alla connettività infra-EU? (3)

La rete HSR dovrebbe raddoppiare al 2040 per supportare lo shift modale

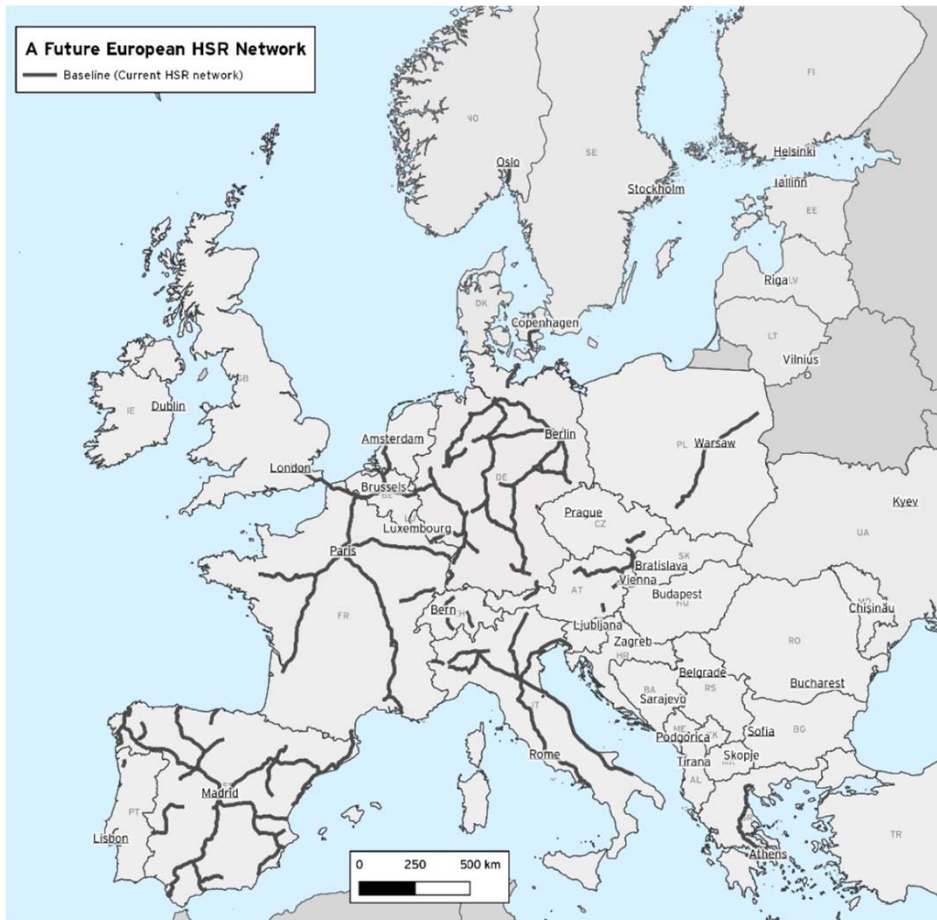


Figure 7: HSR network in Europe (2022)²¹

Source: EY, 2023

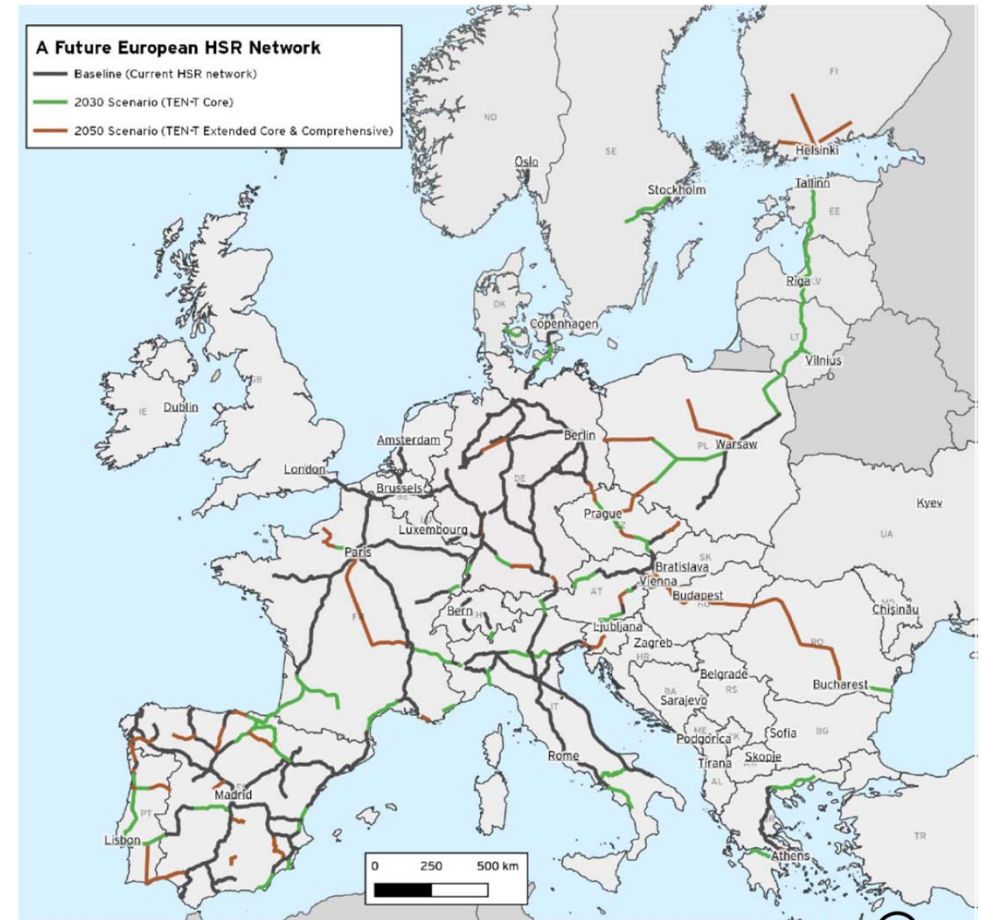
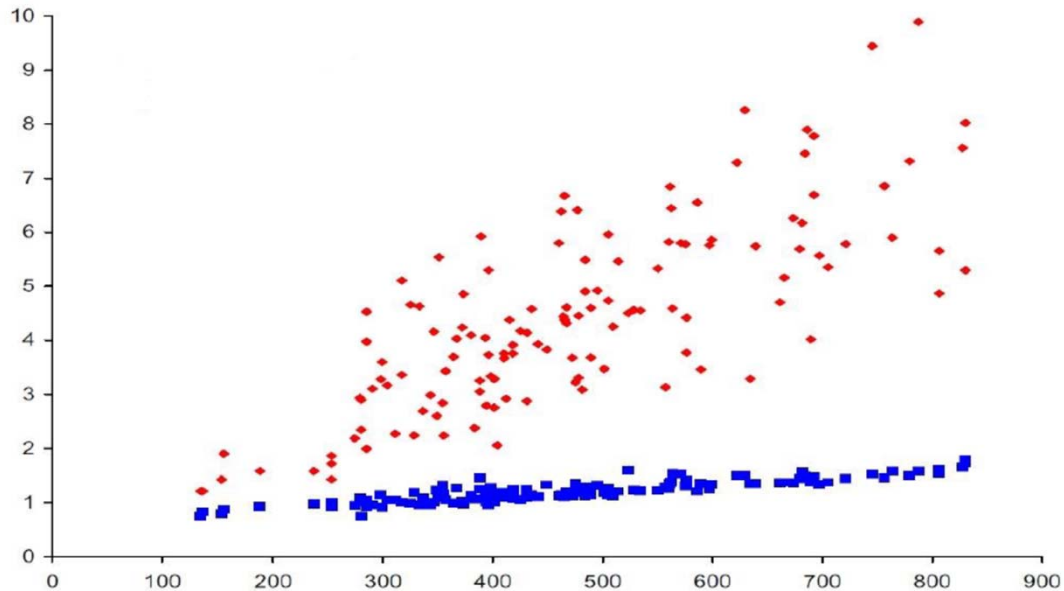


Figure 19: Lines that are in operation, under construction or planned.

Criticità 2: lo shift è appetibile per la domanda di mobilità? (1)

HSR è una valida alternativa al volo come tempo di viaggio?



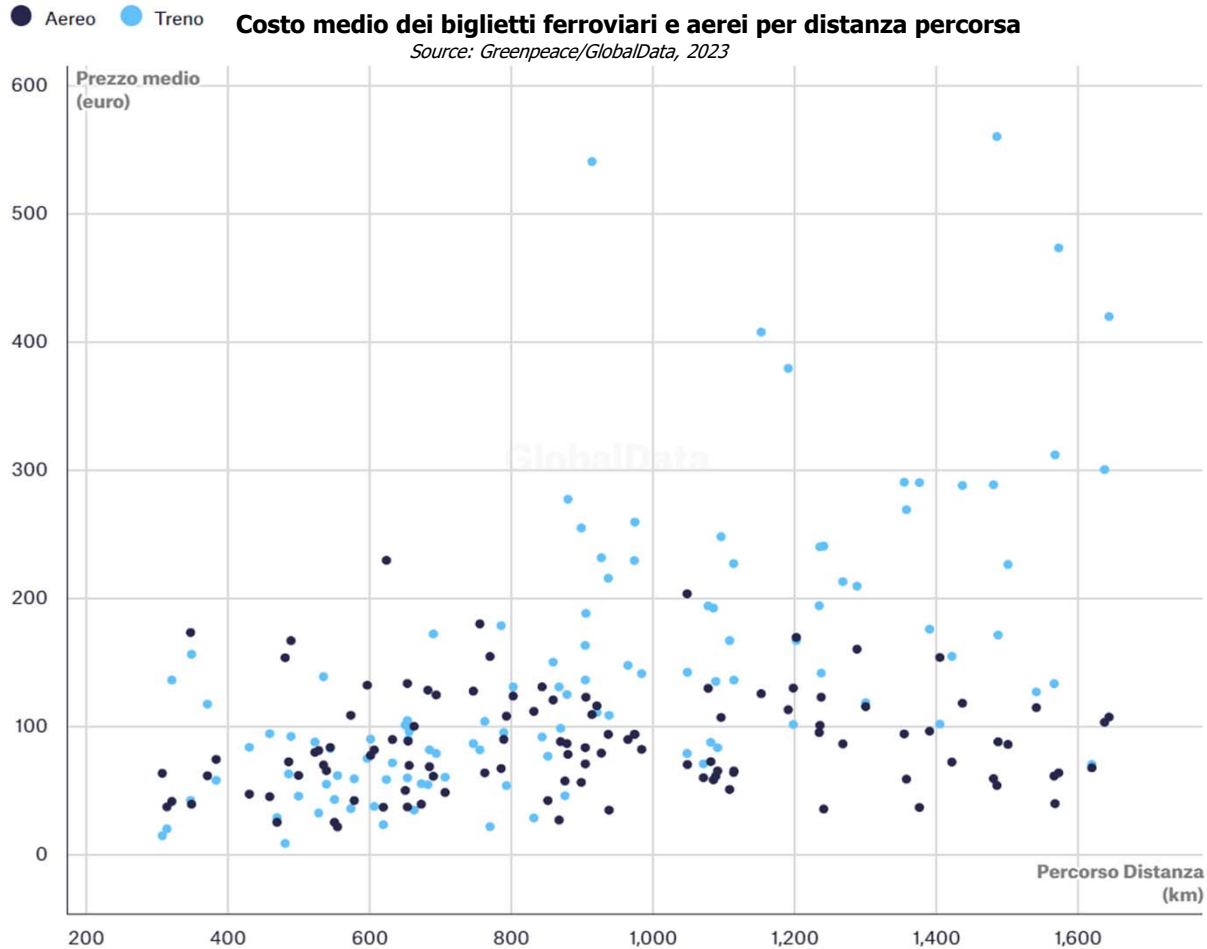
Travel time in hours by high-speed rail (red) and aviation (blue) between 130 city pairs in Europe connected by both HSR and aviation (Dobruszkes et al 2014).

Tempi di viaggio tra 130 coppie di città in Europa

- Il tempo di viaggio in HSR aumenta con la distanza, ma presenta una varianza molto maggiore rispetto al viaggio in aereo.
- Ciò riflette le differenze nella velocità di rete delle 130 connessioni di HSR.
- Dobruszkes et al (2014) considerano i collegamenti ferroviari tra coppie di città ad alta velocità quando parte del viaggio viene percorsa a una velocità superiore a 250 km/h.
- La velocità netta è inferiore, a causa dell'uso del binario convenzionale su parte del viaggio, delle deviazioni dalla distanza geografica e delle fermate intermedie.
- La velocità netta tra le coppie di città esaminate è approssimativamente compresa tra 100 e 200 km/h, il che riflette un'importante variazione nella qualità del servizio ferroviario.

Criticità 2: lo shift è appetibile per la domanda di mobilità? (2)

HSR è una valida alternativa al volo come prezzi?



- Gap di prezzo tra biglietto aereo e ferroviario è il fattore principale che impedisce un grande spostamento modale dei viaggiatori dal treno all'aereo.
- Viaggiare in treno costa in media il doppio rispetto all'aereo in Europa, con alcune tratte ferroviarie che costano fino a 30 volte il loro voli corrispondenti.

- Su **112 rotte europee, in 79** i voli si sono dimostrati meno costosi dei treni.
- Solo **23** delle tratte analizzate sono più economiche in treno.
- Di queste 23 rotte, 16 non sono servite da vettori low cost e 6 rotte non hanno la possibilità di voli diretti.
- I paesi con i biglietti del treno più costosi rispetto ai voli sono Uk, Italia, Belgio, Francia, Spagna.
- I vettori low cost operano il **79%** di tutte le rotte analizzate nel rapporto.

Source: Greenpeace, 2023

Criticità 2: lo shift è appetibile per la domanda di mobilità? (3)

Nello shift modale vincono tempo e prezzo

Cosa farebbe preferire un viaggio in treno a uno in aereo? In primo luogo il tempo di viaggio. Ma anche costi, affidabilità e comfort sono rilevanti.

- Viaggiare in treno è generalmente più comodo che in aereo ma il prezzo del biglietto e i tempi di connessione favoriscono principalmente l'aviazione.
- Sebbene i passeggeri considerino sempre più l'impatto di CO2 del loro viaggio, i principali fattori apprezzati dai consumatori quando pianificano un viaggio sono ancora il prezzo e il tempo. (Source: Indagini Eurobarometro mobilità e trasporti).
- La maggior parte dei passeggeri passerà al viaggio in treno solo se lo percepisce come relativamente più conveniente, più veloce o più affidabile del volo.

Le ferrovie hanno un vantaggio ecologico, ma dovrebbero competere più duramente in termini di prezzo, tempo e affidabilità >

Source: ING Think, 2022

Competitive advantage	1. Price	2. Time	3. Booking and Reliability	4. CO ₂ impact
Air	✓	✓	✓	
Rail				✓

Prezzo: le condizioni fiscali tra trasporto aereo e ferroviario non sono ancora uniformi

Viaggi aerei hanno un vantaggio di prezzo rispetto al treno (voli internazionali - compresi intra-UE - esenti da tasse sul carburante e IVA). 85% delle quote ETS gratuite per l'aviazione, anche se saranno ridotte a zero dal 2026.

Tempo: i viaggi aerei sono spesso più veloci, ma i viaggi in treno stanno migliorando

La posizione competitiva delle ferrovie in termini di tempi di percorrenza dovrebbe migliorare con le seguenti azioni:

- Creazione Rete Transeuropea dei trasporti (TEN-T), che collegherà le linee più importanti entro il 2030 (rete centrale) e tutte le regioni europee entro il 2050 (rete globale).
- Implementazione del Sistema Europeo di Gestione del Traffico Ferroviario (ERTMS), il sistema di comunicazione wireless tra treni e infrastruttura ferroviaria per la sicurezza e il controllo.

Prenotazione e affidabilità: prenotare voli è molto più semplice che prenotare treni

Oggi la prenotazione di un viaggio internazionale in treno in Europa ha un tasso di abbandono 10 volte superiore alla prenotazione di un volo.

Criticità 3: shift modale migliorativo in termini di impronta carbonica? (1)

Ipotesi di shift modale air-rail in Europa per tratte <1.000 km

Parametri di riferimento

- Le emissioni di CO2 dei voli intraeuropei inferiori a 1000 km nel 2018 sono state 28 Mt.
- CO2 totale sulle 24 rotte insulari con oltre 600.000 passeggeri all'anno è stata 2,0 Mt.
- L'obiettivo dello studio è quindi pari a 26 Mt CO2.
- Parliamo del 42% delle emissioni di tutti i voli intra-EUR-31 e 14% della CO2 totale dell'aviazione europea.

Simulazione dello shift modale

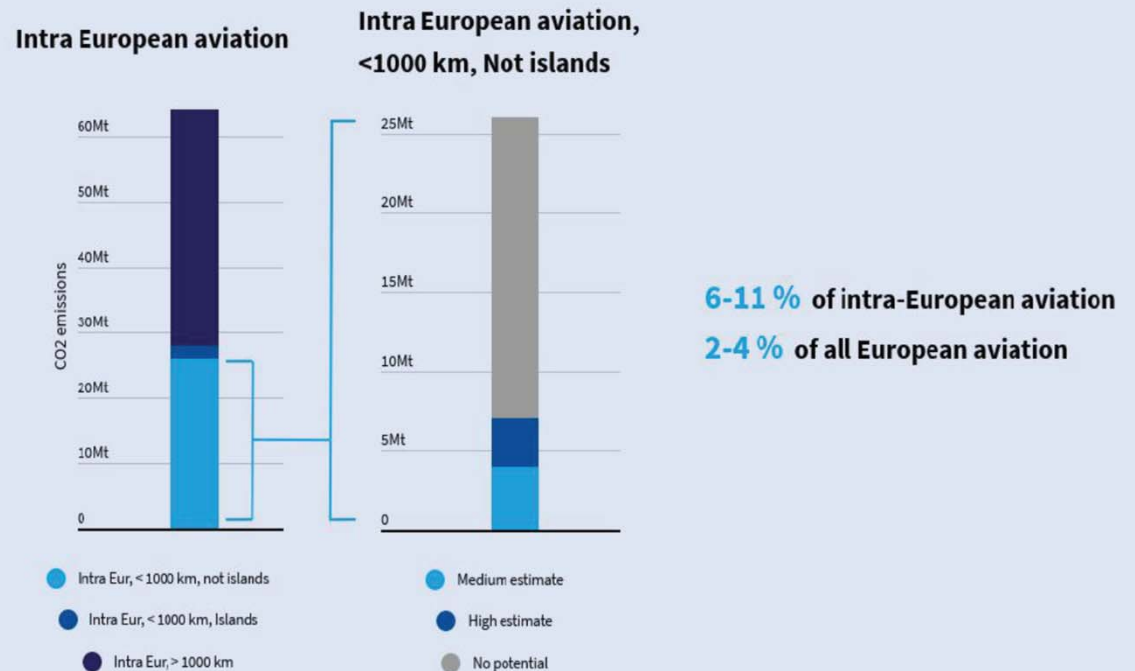
Nel caso in cui tutti i voli inferiori a 1000 km (anche da/verso le isole) fossero limitati:

- **-15%** delle emissioni del trasporto aereo intra-EU-31.

Nel caso in cui tutti i voli inferiori a 1000 km (escluse le rotte da/per le isole) fossero limitati):

- La riduzione stimata delle emissioni di CO2 sarebbe pari a **3,7-7,4 Mt**
- Le emissioni del trasporto aereo all'interno dell'UE diminuirebbero del **6-11%**
- Le emissioni complessive del trasporto aereo dell'UE si ridurrebbero del **2-4%**

Potential of a modal shift from air to rail



Source: Reducing CO2 from intra-European aviation by a modal shift from air to rail, Arie Bleijenberg

Criticità 3: shift modale migliorativo in termini di impronta carbonica? (2)

Ipotesi di shift modale: a quali condizioni si ottiene quel risultato?

La potenziale riduzione di CO2 è ottenibile in presenza di 3 miglioramenti dell'attuale livello di servizio ferroviario:

- Tutti i servizi ferroviari in concorrenza con l'aviazione hanno la ripartizione modale dei migliori collegamenti ferroviari contemporanei ad alta velocità. Ciò implica HSR tra tutte le città più grandi d'Europa.
- Tutti i servizi ferroviari in concorrenza con l'aviazione diventano il 10% più veloci.
- Il numero di treni notturni intraeuropei viene aumentato del 50%.

Sono migliorie realisticamente realizzabili con costi e tempi adeguati?

	Reference (BAU)	Best practice	
Air passengers	317 Mpax	207 Mpax	-35%
Rail passenger	500 Mpax	613 Mpax	+23%
Air pkm	190 Bpkm	142 Bpkm	25%
Rail pkm	200 Bpkm	248 Bpkm	+24%
Air CO2	25.7 Mt	18.3 Mt	-7.4 Mt
Rail CO2	5.0 Mt	6.2 Mt	+1.2 Mt

Source: T&E, 2020

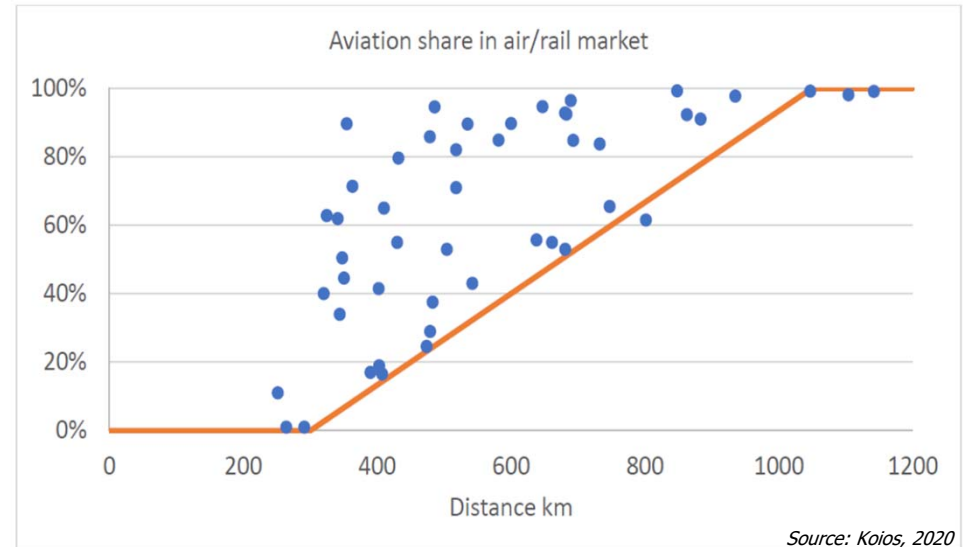


Figure 16: Best practice high-speed rail, dependent on distance.

Lo shift modale ipotizzato darebbe luogo a:

- Una riduzione del volume di traffico aviation intra-EU pari a **110 Mpax (-35%)**
- Un incremento del traffico ferroviario europeo pari a **113 Mpax (+23%)**
- Un incremento di circa **50 Bpkm** per la rete ferroviaria europea **(+24%)**

Sarebbe gestibile dalla rete ferroviaria europea un trasferimento di volumi di traffico di questa portata?

Criticità 3: shift modale migliorativo in termini di impronta carbonica? (3)

Perché lo shift modale è una soluzione poco realistica?

Effetti limitativi dei benefici ottenibili

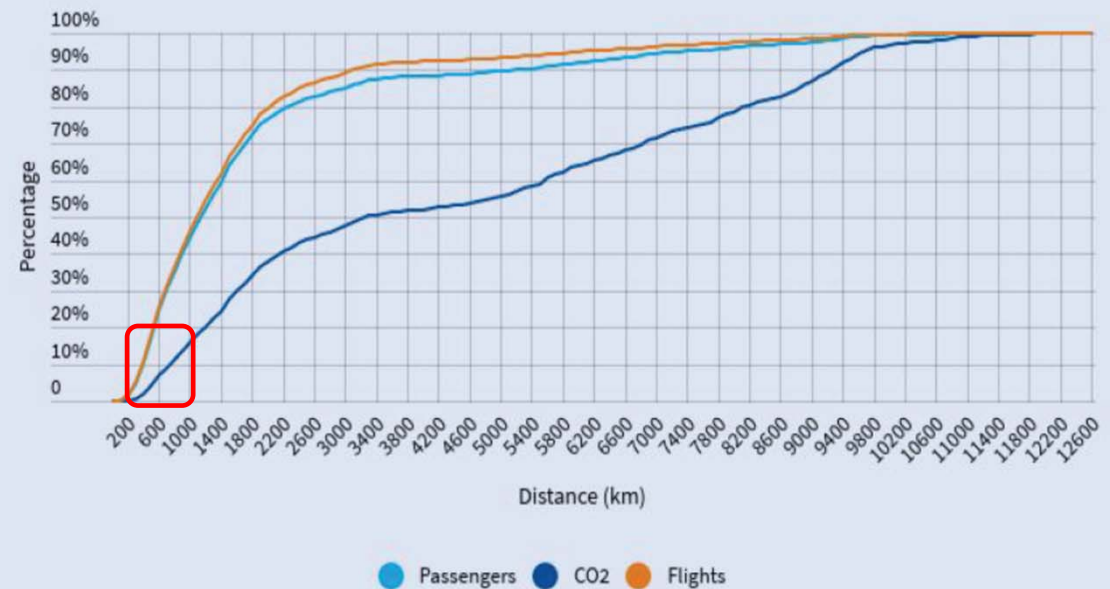
- Per tratte fino a 500-600 km esiste l'elevata possibilità che lo shift modale sia di tipo air-car, con relativo peggioramento delle emissioni generate.
- L'entrata in esercizio di nuove linee HSR con riduzione del 50% del tempo di viaggio rispetto alle linee convenzionali determina:
 - Generazione di mobilità extra (50%)
 - Shift modale da aereo (40%)
 - Shift modale da auto (10%)
- La limitazione delle rotte di alimentazione degli hub europei determinerebbe
 - a): una erosione della connettività globale/competitività economica della regione europea;
 - b) un effetto di «carbon leakage» dato dalla scelta di hub extra-EU limitrofi (es. Istanbul)

Esternalità' ambientali ulteriori

La connettività HSR è **10 volte più dannosa** del trasporto aereo in termini di consumo di suolo e perdita della biodiversità. *Source: EEA, 2020*

La costruzione di **10 mila km di rete HSR** intra-europea comporterebbe un consumo di suolo pari a **30 mila ha**. *(Source: Eurocontrol, 2021)*

Aircraft departures, passenger volumes and CO2 in the EU



Notes: Based on aircraft transponder data for 4 weeks: the first weeks of February 2018, July 2018, August 2018 and November 2018. Passenger volumes drawn from Eurostat.

Criticità 4: è solo una questione di impronta carbonica diretta? (1)

Lo shift non considera emissioni indirette e vincoli di capacità della rete HSR

Non WtW bensì LCA

- Le emissioni indirette rappresentano rispettivamente il **21%** delle emissioni complessive del trasporto aereo, il **36%** della strada e rispettivamente il **39%** e il **100%** dei treni diesel ed elettrici.
- È la produzione di carburante che contribuisce alle emissioni indirette per gli aeromobili; i veicoli e le infrastrutture sono di minima importanza.
- Per i viaggi in treno è invece l'infrastruttura l'elemento che impatta maggiormente.

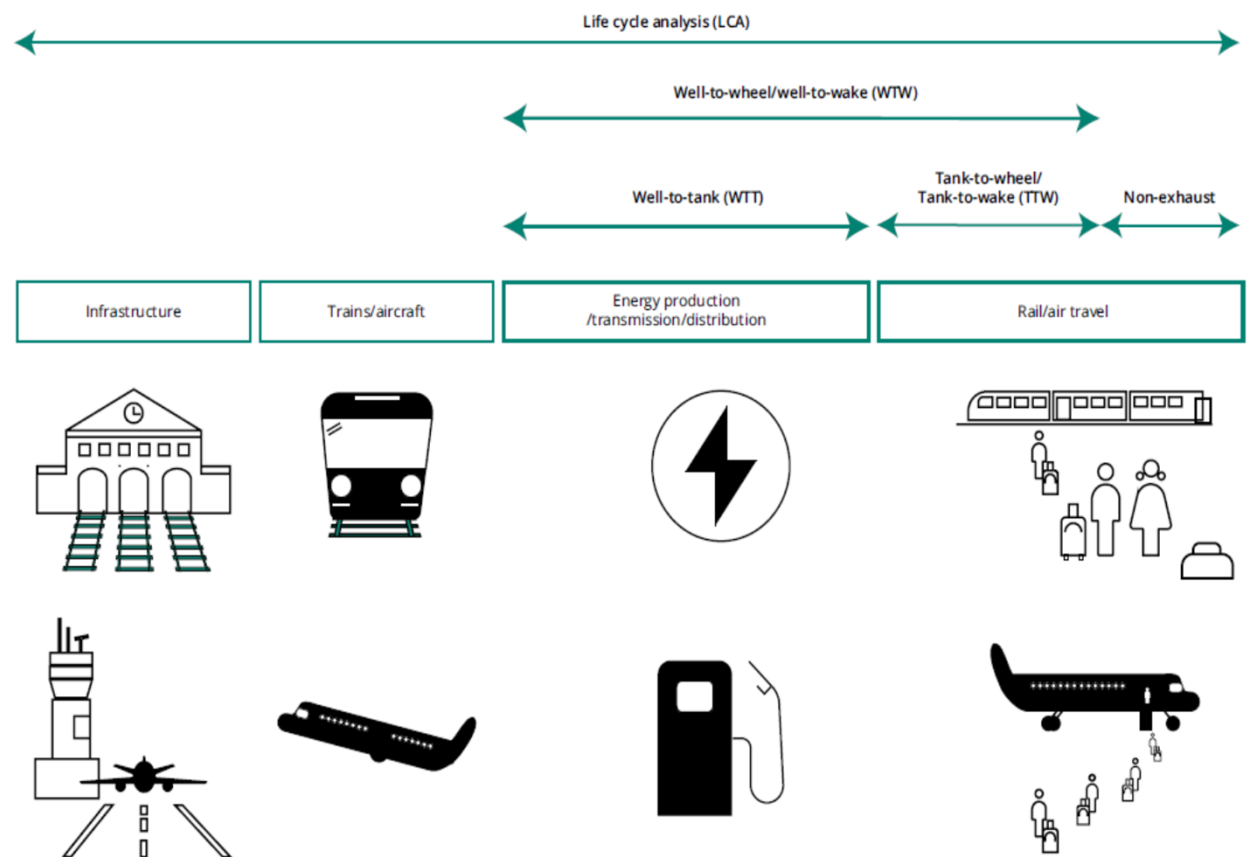
Source: EEA, 2021

Il network HSR può davvero espandersi?

- Per completare la rete centrale HSR la Commissione ha stimato che sarebbero necessari **500 mld €** mentre per la rete globale necessiterebbero **1.500 miliardi di euro**.
- Sebbene il regolamento TEN-T definisca dove vanno costruite le linee HSR, solo gli Stati membri possono decidere se e quando ciò avverrà. La Commissione UE non dispone di strumenti giuridici per indurre gli Stati membri a costruire le linee HSR necessarie.
- Va considerando il livello di indebitamento delle finanze pubbliche nazionali, la redditività limitata di questo investimento e il tempo necessario per completare un investimento nel settore HSR (16 anni in media).

Source: Corte dei Conti Europea, 2018

Figure 3.1 Conceptual illustration of the scope of environmental cost calculations

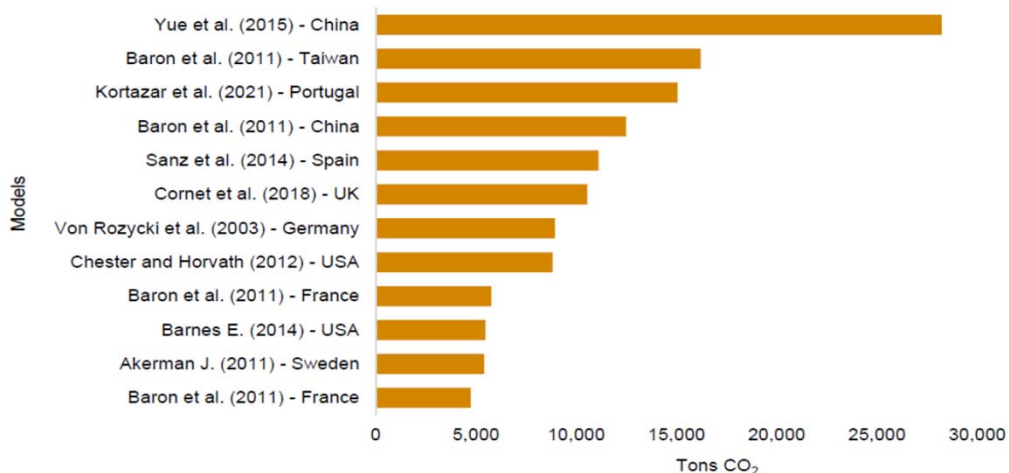


Source: EEA compilation.

Criticità 4: è solo una questione di impronta carbonica diretta? (2)

Lo shift modale avverrebbe con un saldo carbonico negativo

Figure 2 / Construction emission models, tCO₂/km



Source: based on Bueno et al. 2017

WIIW, 2022

HIGH ESTIMATE

(Source: Baron et. al. 2011 France)

- 4.735 CO₂/Km
- 10.000 Km

47,35 Mt CO₂

LOW ESTIMATE

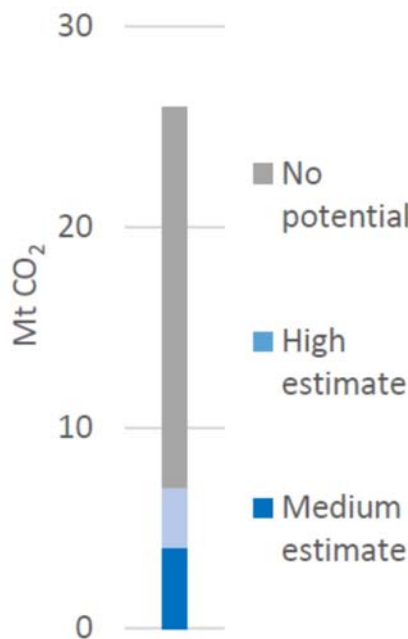
(Source: UIC, 2018)

Range: 96-270 tCO₂/Km/anno
 96 tCO₂/10.000 Km/16 anni

15,36 Mt CO₂

FLIGHTS REDUCTION

Intra-Eur, < 1000 km, no island



HSR EXPANSION

Carbon footprint of new 10.000 km HSR infrastructure

