



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M.FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"COSTI ESTERNI DEL TRASPORTO E LIBERALIZZAZIONE DEL
SETTORE FERROVIARIO"**

RELATORE:

CH.MO PROF. CESARE DOSI

LAUREANDO/A: CHIARA STRAMACCIONI

MATRICOLA N. 1115728

ANNO ACCADEMICO 2017 – 2018

Indice

Introduzione	2
I costi esterni del trasporto	3
1.1 Tassonomia dei costi esterni	3
1.2 I costi esterni associati alle diverse modalità di trasporto	5
1.3. L'attuale riparto modale	9
1.3.1 Il trasporto dei passeggeri	9
1.3.2. Il trasporto delle merci	10
Una Linea Ferroviaria Unica Europea	12
2.1 Regolamentazione a livello europeo del settore ferroviario	12
2.2 Prospettive ambientali della “politica ferroviaria” europea	16
Analisi delle possibili conseguenze ambientali	19
3.1 Le emissioni energetiche e di CO2 nel settore ferroviario europeo	19
3.2 La sfida del riparto modale	23
3.3 Il cambio modale oggi in Europa	26
Considerazioni finali	29

Introduzione

Today transport is at a transition point

Antonio Tajani¹

Il trasporto è un elemento essenziale dell'economia europea e parte fondante del fenomeno della globalizzazione. Tuttavia, proprio a motivo della sua rilevanza, è necessario che le dinamiche settoriali siano rese sempre più coerenti con le esigenze di uno “sviluppo sostenibile”.

L'attuale riparto modale vede la prevalenza del trasporto su gomma (sia nel segmento dei passeggeri che delle merci) e del trasporto aereo (nel segmento dei passeggeri), soprattutto nelle brevi distanze, rispetto alle ferrovie. Tuttavia, molti osservatori prevedono che la ferrovia potrebbe, nel prossimo futuro, guadagnare “quote di mercato”, a motivo anche dei progressi tecnologici realizzati in questi anni. Ma, affinché queste potenzialità si realizzino, è necessario creare anche condizioni atte a consentire di rendere effettivamente più attraente il servizio ferroviario. In questa logica si è mossa la Commissione Europea che, tramite i cosiddetti Pacchetti Ferroviari, ha inteso incidere sulle caratteristiche strutturali del mercato ferroviario europeo.

In questo lavoro ci proponiamo di analizzare alcuni potenziali benefici, derivanti da tali iniziative comunitarie, in termini di riduzione dei costi esterni del trasporto.

Il presente elaborato è così composto. Nel **primo capitolo** descriveremo l'attuale riparto modale e i principali costi esterni associati alle diverse modalità di trasporto. Nel **secondo capitolo** illustreremo il percorso legislativo per la liberalizzazione del settore ferroviario intrapreso dall'Unione europea, con particolare attenzione alle possibili conseguenze ambientali. Nel **terzo capitolo** concentreremo l'attenzione sulle emissioni di CO₂ e sulle prestazioni energetiche dei treni, concludendo con un confronto volto a evidenziare le differenze negli impatti ambientali dei diversi mezzi di trasporto su tragitti equivalenti.

¹ Liberamente tratto dalla prefazione de COMMISSIONE EUROPEA, 2009. *A sustainable future for transport – Towards an integrated, technology-led and user-friendly system*. Lussemburgo: Ufficio Pubblicazioni dell'Unione Europea, p. 3.

Capitolo 1

I costi esterni del trasporto

L'estero non è mai stato così vicino. I dati parlano chiaro: i cittadini italiani ed europei viaggiano sempre di più e un numero crescente dei beni che acquistano proviene da altri Paesi. Di fronte a quello che potremmo definire come un aumento “esponenziale” della mobilità, è lecito domandarsi quali siano i costi e quali le conseguenze a livello ambientale e sociale. Obiettivo di questo capitolo è descrivere i principali costi esterni del trasporto in relazione all'attuale riparto modale di merci e passeggeri.

1.1 Tassonomia dei costi esterni

Alle attività di trasporto sono collegati impatti ambientali, incidenti, congestione, usura delle infrastrutture. I costi economici, derivanti da questi effetti, non sono interamente sostenuti dagli utenti: senza l'intervento pubblico, i cosiddetti costi esterni rimarrebbero appunto tali e non influenzerebbero le decisioni di viaggio.

Secondo la teoria economica, l'internalizzazione dei costi esterni può portare a scelte socialmente più efficienti e a ridurre gli effetti collaterali negativi dell'attività di trasporto.

Al fine di rilevare ed analizzare i costi esterni relativi al trasporto sono stati condotti numerosi studi in Europa. Le principali categorie di costo considerate sono:

- Incidenti

I costi collegati all'incidentalità comprendono danni materiali, costi amministrativi, costi sanitari, perdite di produzione e costi immateriali (CE Delft & INFRAS, 2008). I costi materiali possono essere spesso determinati utilizzando i prezzi di mercato, ad esempio riferendosi a prezzi assicurativi. Al contrario, per i costi immateriali sono necessarie altre fonti, come per esempio studi sulle preferenze espresse. La somma dei costi materiali e immateriali costituisce il costo totale degli incidenti.

- Inquinamento atmosferico locale

L'inquinamento atmosferico, tipicamente correlato all'energia di propulsione per i mezzi di trasporto per combustione di combustibili fossili, è da tempo riconosciuto e regolato come un onere ambientale del trasporto. Insieme agli incidenti è stato tradizionalmente considerato come il più severo costo esterno del trasporto. A livello generale i più importanti impatti negativi rilevati (COWI, 2004) sono legati a: effetti sulla salute umana in termini di aumento della mortalità e della morbilità causati principalmente dalle particelle PM10, PM2,5; minori

rese dell'agricoltura e della silvicoltura legati all'effetto di ozono e sostanze acidificanti; annerimento e corrosione di edifici, costruzioni e monumenti storici.

- Cambiamento climatico

Nel 2015 il 23% delle emissioni totali di gas serra (GHG) in Europa sono state causate dai trasporti (Eurostat, 2017). Queste emissioni contribuiscono al riscaldamento globale e al cambiamento climatico. I principali gas serra rispetto al trasporto sono l'anidride carbonica (CO₂), il protossido di azoto (N₂O) e il metano (CH₄). In misura minore le emissioni di refrigeranti (idrofluorocarburi) dei condizionatori d'aria mobili contribuiscono anche al riscaldamento globale. Nel caso dell'aviazione anche le altre emissioni degli aeromobili in alta quota hanno un impatto sul riscaldamento globale.

- Inquinamento acustico

Il rumore può essere definito come il suono o i suoni indesiderati di durata, intensità o altra qualità che causano danni fisici o psicologici agli esseri umani. In generale, si possono distinguere due tipi di impatti negativi dell'inquinamento acustico causato dal trasporto (CE Delft & INFRAS, 2008): costi di disturbo, che si traducono in costi sociali ed economici come qualsiasi restrizione al godimento delle attività ricreative, disagio, ecc., danni alla salute tra cui danni all'udito causati da alti livelli di rumore, o reazioni di stress nervoso, aumento della pressione sanguigna e cambiamenti ormonali generati da più bassi livelli di rumore.

- Congestione

Gli effetti economici della congestione sono relativamente facili da comprendere, ma non altrettanto agevolmente quantificabili. L'utente di una rete stradale influenza, con la sua decisione di viaggiare da A a B, l'utilità di tutti gli altri utenti che desiderano utilizzare la stessa capacità di rete. La perdita di utilità aggregata rispetto a tutti gli altri utenti è l'effetto esterno negativo della decisione dell'utente di passare da A a B. Poiché l'utilità stessa non può essere sommata, essa viene solitamente tradotta in termini monetari considerando la disponibilità a pagare per evitare la perdita di utilità. Pertanto, l'effetto esterno è misurato in termini di importo monetario per viaggio. Le principali interpretazioni (RICARDO-AEA, 2014) di questa esternalità sono conosciute come il costo marginale di congestione di mercato e il costo di congestione marginale efficiente.

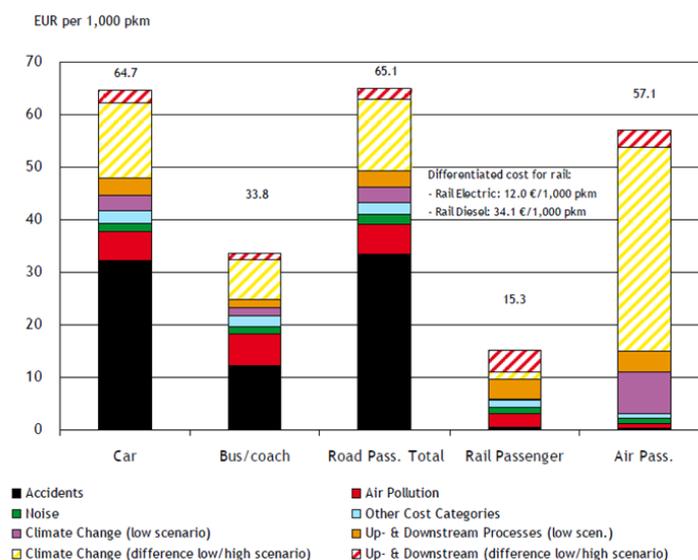
Il costo della congestione stradale in Europa è stimato a circa € 140bn all'anno, pari all'1% del PIL dell'UE, circa € 275 per ciascun cittadino UE (DGMove, 2017).

1.2 I costi esterni associati alle diverse modalità di trasporto

Come già accennato, in Europa, e non solo, sono state condotte varie analisi relative ai costi esterni. Gli studi disponibili si differenziano per le modalità di trasporto considerate, gli impatti esaminati, gli ambiti geografici di riferimento. In questo capitolo ci avvarremo principalmente dei risultati di studi “macro”, relativi al contesto europeo, che pur avendo il limite di proporre valori medi, consentono comunque di cogliere le principali differenze tra le varie modalità di trasporto e, relativamente a ciascuna di esse, le componenti principali dei costi esterni mediamente generati. I valori di seguito proposti, distinguendo il traffico passeggeri da quello merci, devono intendersi riferiti al 2008 e, salvo diversa indicazione, sono ricavati dal report “External costs of transport in Europe” (CE DELFT, 2011).

Considerando il trasporto di passeggeri (Figura 1), le autovetture provocano costi esterni pari a € 65 per 1.000 passeggeri-chilometro (corrispondenti a 6,5 centesimi di euro per pkm). I costi medi del trasporto ferroviario ammontano a € 15,3 per 1.000 pkm, ossia 4,2 volte inferiori rispetto ai costi del settore stradale. I costi medi del trasporto aereo sono pari a circa € 57 per 1.000 pkm, 3,7 volte superiore alla ferrovia. I dati del trasporto aereo presi in considerazione includono solo voli continentali all'interno dell'UE, per garantire la comparabilità dei diversi mezzi di trasporto. Per il trasporto su strada, le categorie di costo predominanti sono gli incidenti e le emissioni. Per il trasporto aereo, i costi del cambiamento climatico sono la categoria principale.

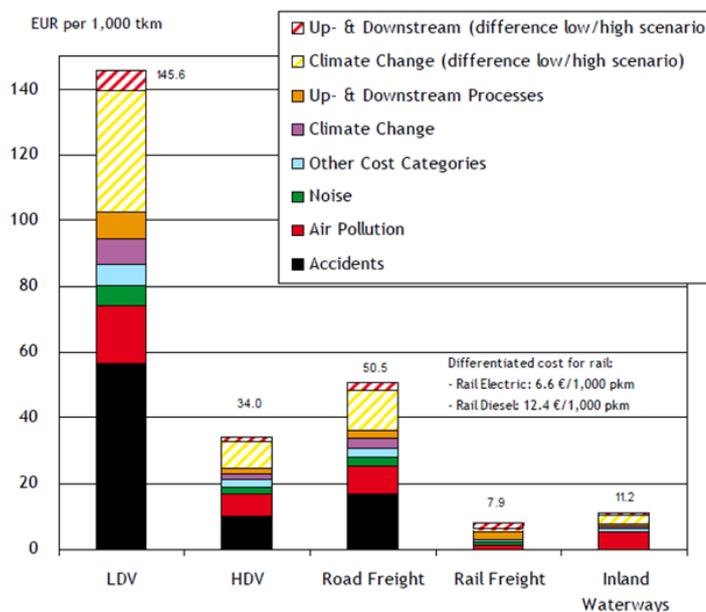
Figura 1: Costi esterni medi per il trasporto di passeggeri (esclusa la congestione) UE-27 (2008)



Fonte: Delft Report (2011)

Per il trasporto merci (Figura 2), i costi medi sono ancora relativamente più bassi nel trasporto ferroviario (€ 7,9 per 1.000 tkm). I costi per le vie navigabili interne sono leggermente più elevati (€ 11,2 per 1.000 tkm). I costi medi per il trasporto su strada sono € 50 per 1.000 tonnellate-chilometro, 6,4 volte superiore rispetto a quello ferroviario. I costi medi per HDV (veicoli pesanti) ammontano a € 34, per LDV (veicoli commerciali leggeri) a € 146 per 1.000 tkm. Per il trasporto aereo delle merci, non sono stati calcolati costi esterni a causa della mancanza di dati.

Figura 2: Costi esterni medi per il trasporto di merci (esclusa la congestione) UE-27 (2008)



Fonte: Delft Report (2011)

Descritti sommariamente i costi (medi) unitari, passiamo ora alla stima relativa ai costi totali. La Figura 3 e la Tabella 1 presentano i costi esterni totali di trasporto per l'UE-27, Norvegia e Svizzera, secondo la modalità di trasporto e la categoria di costi. I costi esterni totali (esclusi i costi di congestione) ammontano a 514 miliardi di euro per il 2008, ossia al 4% del PIL totale.

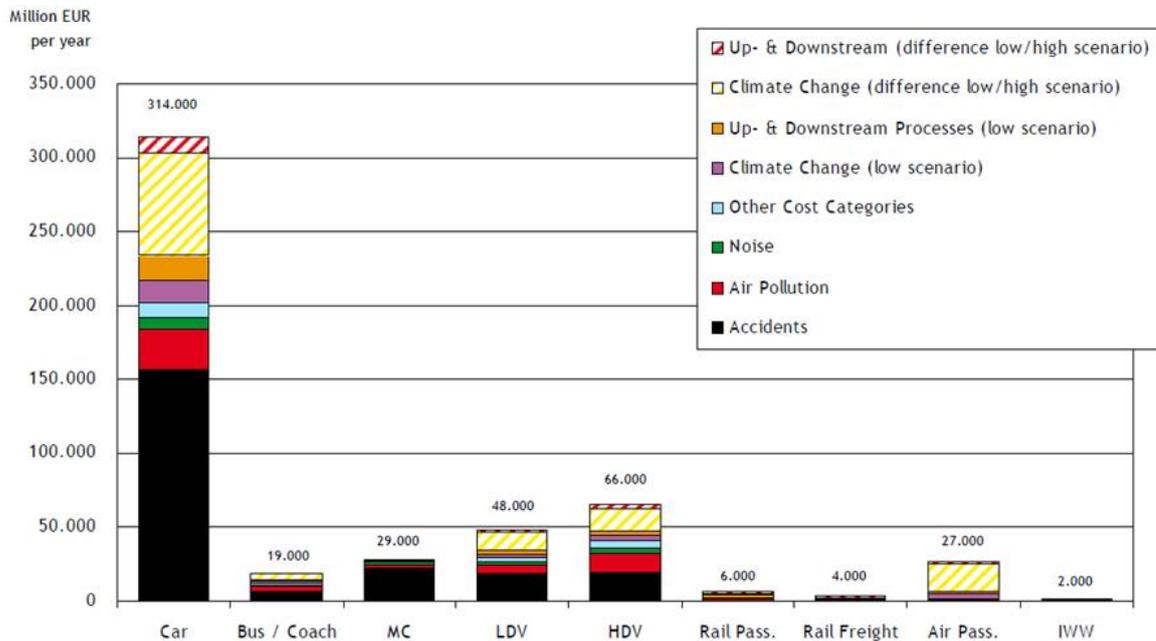
La categoria di costo più importante è il costo degli incidenti che incidono per il 44%. I costi del cambiamento climatico contribuiscono per il 29% dei costi totali, quelli legati all'inquinamento atmosferico per il 10% e gli effetti upstream e downstream dovuti alla produzione e distribuzione di energia a poco meno del 10% dei costi. I costi del rumore rappresentano il 4% dei costi totali.

Il trasporto su strada è la modalità che causa gran parte dei costi esterni (93%). Il trasporto aereo (solo voli continentali) causa il 5% dei costi, il trasporto ferroviario 2% e le vie

navigabili interne lo 0,3%. Oltre i tre quarti dei costi totali sono dovuti al trasporto di passeggeri, mentre il 23% dei costi è causato dal trasporto merci.

Il costo totale esterno per abitante nell'UE-27 è leggermente superiore a € 1.000 all'anno.

Figura 3: Costi esterni totali (esclusa la congestione) UE-27 (2008)



Fonte: Delft Report (2011)

Tabella 1: Costi esterni totali per categoria di costo e modalità di trasporto UE-27 (2008)

Cost Category	Total Costs per Cost Category										
	Road							Rail		Aviation	Waterborne (freight)
	Passenger cars	Buses and coaches	Motorcycles & mopeds	LDV	HDV	Total road passenger transport	Total road freight transport	Passenger transport	Freight transport	Passenger transport (cont.)	Inland waterways
	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a
Accidents	157,105	6,839	22,584	18,677	19,604	186,528	38,282	238	71	223	0
Air pollution	26,636	3,347	1,696	5,933	12,995	31,678	18,928	1,092	483	426	782
Climate change high scen.	84,135	5,060	1,597	14,787	18,845	90,791	33,632	630	413	22,166	516
Climate change low scen.	14,407	866	273	2,532	3,227	15,546	5,759	108	71	3,796	88
Noise	8,201	865	2,076	2,094	3,537	11,143	5,631	477	476	457	0
Up- & downstream Processes high scenario	27,679	1,568	523	4,765	5,802	29,770	10,567	3,354	1,947	3,356	194
Up- & downstream Processes low scenario	16,621	855	325	2,777	3,270	17,800	6,047	1,633	1,078	1,849	113
Nature & landscape	3,008	149	75	284	1,293	3,232	1,577	75	21	296	64
Biodiversity losses	1,152	212	20	208	893	1,384	1,101	1	1	40	69
Soil & Water pollution	1,582	485	40	601	1,629	2,107	2,230	220	164	0	0
Urban effects	4,814	232	116	1,035	965	5,162	2,000	229	59	0	0
Total (high scenario)	314,310	18,757	28,727	48,384	65,564	361,794	113,948	6,318	3,636	26,964	1,625
Road congestion (delay costs): min.	161,331	7,729	3,841	27,633	42,660	172,901	70,293	:	:	:	:
Road congestion (delay costs): max.	98,416	4,836	2,439	13,827	26,695	105,691	40,522	:	:	:	:

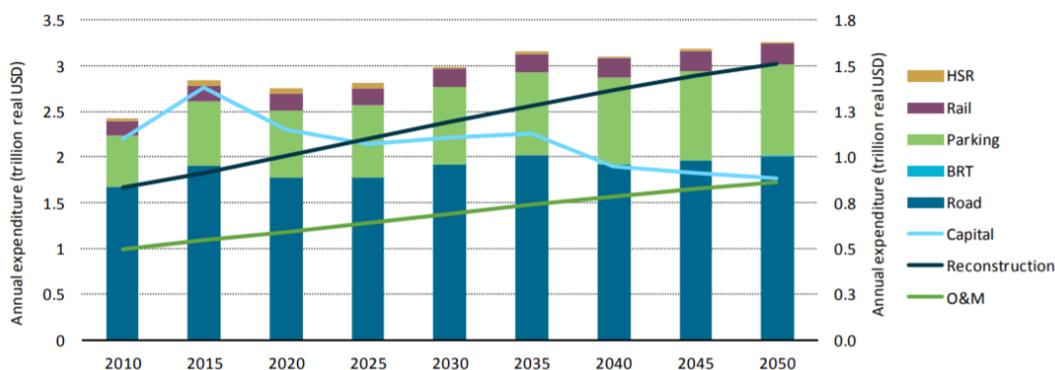
* Data include the EU-27 with the exemption of Malta and Cyprus, but including Norway and Switzerland; " ": not applicable. Total excluding congestion costs.

Fonte: Delft Report (2011)

Si rivela utile dare uno sguardo anche ai costi dei trasporti legati alle infrastrutture (Figura 4 e Tabella 2). In questo contesto ci riferiremo ai dati estratti da uno studio dell'International Energy Agency (IEA, 2013), che ha ipotizzato la spesa per le infrastrutture sino al 2050. Il

trend di spesa è positivo, con un aumento più marcato nei costi di parcheggio: infatti, data l'aspettativa di crescita dei veicoli leggeri per passeggeri, si prevede che a livello globale vi sarà un aumento degli spazi destinati ai parcheggi circa 30.000 km² nel 2010 a circa 80.000 km² nel 2050. Quasi il 40% dell'incremento previsto sarà in Cina e in India.

Figura 4: proiezioni di spesa per infrastrutture



Fonte: OECD/IEA (2013)

Tabella 2: Aggiunte infrastrutturali per il trasporto terrestre fino al 2050

	Infrastructure (thousands of units, to the left)		Expenditures (billion USD)		
	4DS	2DS	4DS	2DS	
OECD	Road (paved lane-km)	3 300	-500	29 600	24 100
	BRT (trunk-km)	0.26	2.4	27	84
	Rail (track-km)	136	210	4 100	4 600
	HSR (track-km)	11	34	580	1 300
	Parking (km ²)	4 700	-6 000	18 900	13 600
	Total	-	-	53 200	43 700
Non-OECD	Road (paved lane-km)	22 000	15 300	45 800	36 700
	BRT (trunk-km)	0.36	21 100	21	322
	Rail (track-km)	198	324	3 700	4 500
	HSR (track-km)	18	83	820	2 800
	Parking (km ²)	39 700	23 600	14 700	10 200
	Total	-	-	65 000	54 500
World	Road (paved lane-km)	25 300	14 800	75 400	61 100
	BRT (trunk-km)	0.62	24.5	48	406
	Rail (track-km)	334	534	7 800	9 300
	HSR (track-km)	29	117	1 400	4 100
	Parking (km ²)	44 400	17 600	33 600	24 000
	Total	-	-	118 200	98 200

Fonte: OECD/IEA (2013)

1.3. L'attuale riparto modale

1.3.1 Il trasporto dei passeggeri

Nel 2015, in media ogni persona nell'UE-28 ha viaggiato per 12.962 km con qualsiasi mezzo motorizzato. Le famiglie nell'UE hanno speso complessivamente € 1.044 miliardi in attività legate al trasporto, così divisi: 50% uso dei veicoli, 28% acquisto dei veicoli, 22% acquisto di biglietti (DGMove, 2017).

La Tabella 3 mostra i dati elaborati dall'Unione Europea sull'attività di trasporto dei passeggeri rilevata negli anni 2010, 2015 e ipotizzata per il 2020. Inoltre, vengono presentate le variazioni percentuali ogni 5 anni e il tasso di crescita annuale composto (CAGR) negli stessi archi di tempo. Le differenze sono positive sia tra il 2015 e il 2010 che tra il 2020 e il 2015: ciò indica un aumento del numero di passeggeri nell'ultimo decennio, incremento che è a sua volta in crescita tra un quinquennio e l'altro (+4,43% contro un +6,19%).

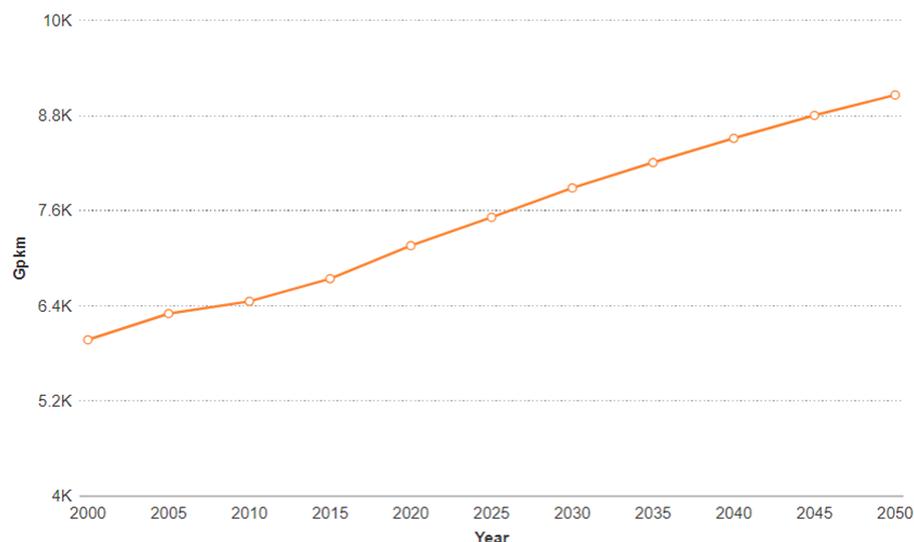
	2010	2015	2020
EU28	6.449,26	6.734,86	7.152,42

Fonte: Elaborazione personale sulla base di dati europei (EU, 2018)

CAGR 15/10	Δ% 15/10	CAGR 20/15	Δ% 20/15
0,87	4,43	1,21	6,19

Nella Figura 5 viene rappresentato il trend ipotizzato dall'UE sino al 2050: è evidente l'aumento di mobilità. Difatti, se nel 2010 si è rilevata una quota di 6,4 mila giga passeggeri per km, la stima per il 2050 è di circa 9 mila giga passeggeri per km.

Figura 5: Attività di trasporto passeggeri complessiva



Fonte: EU (2018)

La Tabella 4 consente di analizzare l'incremento del traffico passeggeri a seconda della modalità di trasporto: se consideriamo nello specifico la variazione prevista tra il 2015 e il 2020, notiamo che tale indice risulta positivo per tutte le categorie di mezzi considerate, con una crescita più sensibile per trasporto aereo e ferroviario (rispettivamente +12% e + 9% circa).

In particolare, per quanto concerne il trasporto aereo, già nel corso del 2015 e del 2016 si è osservata una crescita più pronunciata rispetto alle altre modalità, con un aumento del 4,7% tra il 2014 e il 2015 e del 5,9% nel 2016 rispetto al 2015 (EUROSTAT, 2017). Nel 2016, il trasporto internazionale intra-UE ha rappresentato circa il 47% di tutte le attività riguardanti i passeggeri a livello di UE28, seguito dai trasporti extra-UE (circa il 36%) e dai trasporti nazionali (circa il 17%)(EUROSTAT, 2018).

Tabella 4: Attività di trasporto passeggeri

Modalità di trasporto (Gpkm)	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Δ% 20/15
Navigazione interna (Gpkm)												
EU28	41,7	41,72	40,48	40,41	42,74	44,37	46,05	47,79	49,43	50,74	51,91	3,81
Trasporto pubblico su strada (Gpkm)												
EU28	548,79	540,51	527,54	545,92	570,46	587,16	604,03	621,67	636,09	652,53	666,79	2,93
Macchine e moto private (Gpkm)												
EU28	4.466,1	4.720,64	4.842,79	5.000,87	5.255,3	5.457,27	5.676,46	5.848,51	6.002,71	6.156,11	6.279,23	3,84
Treno (Gpkm)												
EU28	450,35	463,76	498,98	539,94	590,8	644,49	692,74	739,22	788,09	833,17	878,25	9,09
Aviazione (Gpkm)												
EU28	457,55	528,4	539,48	607,72	693,12	776,07	860,42	944,03	1.030,84	1.103,93	1.176,98	11,97

Fonte: Elaborazione personale sulla base di dati europei (EU, 2018)

Gpkm: giga passeggero-chilometro

1.3.2. Il trasporto delle merci

Il volume delle merci trasportate è aumentato considerevolmente dagli anni '90, fatta salva la contrazione registrata in occasione della recessione economica del 2008. Questo aumento è stato coperto da una crescita del trasporto stradale (+49%), seguita in minore portata da un incremento di trasporto per mare e su ferrovia (EEA, 2016).

La Tabella 5 e la Figura 6 evidenziano come l'attività di trasporto delle merci abbia una tendenza positiva, e che tale crescita sia ancora più pronunciata rispetto a quella analizzata precedentemente per il trasporto dei passeggeri: si tocca infatti un aumento percentuale del 5,77% tra il 2010 e il 2015, con un ulteriore incremento del 10,24% stimato tra il 2015 e il 2020.

	2010	2015	2020
EU28	2.556,41	2.703,84	2.980,81

Fonte: Elaborazione personale sulla base di dati europei (EU, 2018)

CAGR 15/10	Δ% 15/10	CAGR 20/15	Δ% 20/15
1,13	5,77	1,97	10,24

Figura 6: Attività di trasporto delle merci complessiva



Fonte: EU (2018)

La Tabella 6 mostra, per il periodo dal 2000 al 2050, la suddivisione (registrata o stimata) dell'attività di trasporto merci, distinguendo tra mezzi pesanti e veicoli commerciali, treno e navigazione interna. In aggiunta, viene descritto l'incremento percentuale tra il 2020 e il 2015: questo è positivo in tutti i settori considerati, tuttavia l'aumento risulta più sensibile per il trasporto su ferrovia, cresciuto di quasi il 13%. Si stima che nel 2020 verranno trasportate 482 giga tonnellate di merci per km per mezzo treno. Questo volume è comunque nettamente inferiore rispetto alle 2,1 mila giga tonnellate di merci per km in viaggio su strada (che incide per il 65% sul totale dei trasporti).

Tabella 6: Attività di trasporto delle merci

Mezzi pesanti e veicoli commerciali leggeri (Gtkm)	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Δ% 20/15
EU28	1.588,96	1.853,17	1.808,81	1.914,97	2.109,5	2.276,63	2.445,63	2.563,57	2.672,05	2.762,9	2.834,53	10,16
Treno (Gtkm)												
EU28	405,46	416,02	393,83	427,52	482,16	533,05	580,33	618,9	662,45	694,67	723,61	12,78
Navigazione interna (Gtkm)												
EU28	300,12	343,16	353,77	361,35	389,16	410,58	431,51	448,56	467,5	479,74	492,47	7,70

Fonte: Elaborazione personale sulla base di dati europei (EU, 2018)

Gtkm: giga tonnellata-chilometro

Capitolo 2

Una Linea Ferroviaria Unica Europea

Descritti sommariamente gli attuali costi esterni e i trend relativi alle diverse tipologie di trasporto, l'intenzione ora è di concentrarci sul settore ferroviario che, se da una parte è la modalità a minore impatto ambientale, dall'altra è il settore meno integrato all'interno del mercato europeo. Preliminarmente, richiameremo i principali provvedimenti adottati e dai policy maker comunitari i quattro Pacchetti Ferroviari. Successivamente focalizzeremo l'attenzione su alcuni documenti della Commissione Europea per capire quali potrebbero essere i risvolti a livello ambientale di queste innovazioni giuridiche ed economiche.

2.1 Regolamentazione a livello europeo del settore ferroviario

Le istituzioni comunitarie hanno da tempo intrapreso una politica tesa alla creazione di uno spazio unico europeo dei trasporti attraverso la realizzazione di uno "Spazio Ferroviario Europeo Unico", un "Cielo Unico Europeo" e una "Cintura Blu" nei mari che bagnano il continente.

In quella che può essere descritta come tabella di marcia europea, si parla di obiettivi quali la riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 60% entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990 (COM (2011)112 definitivo) e di un costante investimento nelle infrastrutture e nelle nuove tecnologie per affrontare al meglio la crescente concorrenza sui mercati mondiali dei trasporti in rapido sviluppo.

Qui, come anticipato, ci concentreremo sul settore ferroviario, ossia sulle principali innovazioni a livello legislativo e istituzionale volte alla realizzazione del sopra menzionato Spazio Ferroviario Europeo Unico.

L'UE ha avviato questo processo ponendo le basi per la scelta del modello inter-organizzativo del settore che, passando attraverso la liberalizzazione del mercato, punta alla creazione di un mercato ferroviario unico su scala europea.

I principali obiettivi posti dall'UE sono:

- aprire alla concorrenza il mercato interno del trasporto ferroviario delle merci e dei passeggeri;
- pervenire alla definizione di un'autorizzazione unica dei tipi di veicolo e di una sola certificazione di sicurezza dell'impresa ferroviaria;
- elaborare un approccio integrato per la gestione dei corridoi merci;

- garantire un accesso effettivo e non discriminatorio all'infrastruttura ferroviaria e ai servizi connessi, in particolare mediante la separazione strutturale di gestori.

A partire dagli anni Novanta il settore ferroviario è stato interessato da un processo di liberalizzazione su impulso del legislatore comunitario, il quale, dopo la Direttiva 91/440/CEE, che impone l'obbligo di separazione fra gestore della rete ed esercente il servizio di trasporto, ha adottato quattro "pacchetti ferroviari", composti a loro volta da direttive e regolamenti.

Il **Primo Pacchetto Ferroviario** (Direttive CE 2001 n.12-13-14-16), emanato nel 2001, ha avviato l'apertura del mercato alla concorrenza, garantendo l'accesso equo e non discriminatorio alla rete ferroviaria e l'utilizzo ottimale della stessa. Tale pacchetto è destinato ai servizi di trasporto internazionale delle merci e impone che tali servizi abbiano diritto di accesso all'infrastruttura degli Stati membri UE e all'intera rete ferroviaria europea.

Con la Direttiva 2001/12 si richiede che venga assegnata la piena responsabilità della gestione della rete ad un apposito soggetto (gestore dell'infrastruttura), si introduce il concetto di "funzioni essenziali" che devono essere affidate ad organismi che non forniscono servizi di trasporto ferroviario al fine di assicurare l'accesso imparziale e non esclusivo all'infrastruttura ferroviaria, si impone la separazione contabile tra le attività destinate alle merci e ai passeggeri.

La Direttiva 2001/13 specifica che l'organismo che attribuisce le licenze deve essere indipendente da qualsiasi società di trasporto ferroviario, mentre la Direttiva 2001/14 sancisce alcuni doveri per i gestori dell'infrastruttura, tra cui il fatto che "per garantire la trasparenza e l'accesso non discriminatorio all'infrastruttura ferroviaria per tutte le imprese, le informazioni necessarie per l'uso dei diritti di accesso devono essere pubblicate integralmente in un prospetto informativo della rete". Viene inoltre richiesta la presenza di un Organismo di Regolamentazione Indipendente.

La Tabella 7 mostra come, entro il 2009, sei importanti Paesi europei avessero incluso nel proprio ordinamento i principali punti normativi posti dal Primo Pacchetto. Tuttavia, solo Germania, Svezia e Regno Unito avevano adempiuto a tutti i doveri, mentre Francia, Spagna e Italia solo parzialmente.

Tabella 7: Recepimento del Primo Pacchetto Ferroviario in Europa

	Separazione tra gestore dell'infrastruttura e Imprese Ferroviaria	Liberalizzazione traffico internazionale di merci	Indipendenza dell'organismo di rilascio delle licenze	Potere dell'organismo di controllo della concorrenza
Francia	Solo formale	Si	Solo formale (Ministero dei Trasporti)	Presente ma senza alcun potere
Germania	Si	Si	Si	Con ampi poteri decisionali
Spagna	Solo formale (RENFE e ADIF sono pubbliche)	Si	Solo formale	Presente ma senza alcun potere
Svezia	Si	Si	Si	Con ampi poteri decisionali
Regno Unito	Si	Si	Si	Con ampi poteri decisionali
Italia	Si	Si	Solo formale (Ministero dei Trasporti)	Presente con poteri limitati

Fonte: Elaborazione The European House-Ambrosetti 2009 (GRELLA, 2011)

Il Secondo Pacchetto Ferroviario (Direttive CE 2004 n.49-50-51 e Regolamento CE 881/2004) è stato adottato nel 2004 e prevede misure relative alla sicurezza, all'interoperabilità del sistema ferroviario europeo (ossia alla possibilità, per i treni di ogni Stato membro, di circolare su tutta la rete europea) e all'ampliamento della concorrenza nel settore del trasporto nazionale delle merci. Tra i provvedimenti che compongono il Pacchetto evidenziamo:

- la Direttiva 2004/49 che ha rafforzato la sicurezza delle ferrovie assicurando la totale trasparenza nelle procedure di sicurezza in vigore e concentrando in un unico testo le norme in precedenza contenute in Direttive differenti; ha inoltre imposto agli Stati Membri di istituire un'autorità indipendente responsabile del rilascio del certificato di sicurezza e un organismo preposto alle indagini sugli incidenti del trasporto ferroviario.
- Il Regolamento 881/2004 che istituisce l'Agenzia Ferroviaria Europea (ERA), definita come un organismo specializzato incaricato di elaborare soluzioni comuni in materia di sicurezza e di interoperabilità ferroviaria con lo scopo di "contribuire sul piano tecnico all'attuazione della normativa comunitaria finalizzata a migliorare la posizione concorrenziale del settore ferroviario potenziando il livello di interoperabilità dei sistemi ferroviari e a sviluppare un approccio comune in materia di sicurezza del sistema ferroviario europeo, nella prospettiva di concorrere alla realizzazione di uno spazio ferroviario europeo senza frontiere, in grado di garantire un elevato livello di sicurezza".

Il Terzo Pacchetto Ferroviario (Direttive CE 2007 n.58-59 e Reg.CE 2007 n.1370-1371-1372) è inteso a creare uno spazio ferroviario europeo integrato per i passeggeri, con l'obiettivo di rendere i trasporti per ferrovia più competitivi ed attraenti per gli utenti. Adottato nell'ottobre 2007, ha introdotto i diritti di accesso aperto per i servizi di trasporto ferroviario internazionale di passeggeri, compreso il cabotaggio entro il 2010. Gli operatori possono ora prelevare e rilasciare i passeggeri in qualsiasi stazione su un percorso internazionale, anche per viaggi che iniziano e si concludono nello stesso Stato membro. Inoltre, ha introdotto una patente di guida europea che consente ai macchinisti di circolare sull'intera rete europea. I conducenti hanno il dovere di soddisfare i requisiti di base relativi al loro livello di istruzione, età, salute fisica e mentale, conoscenze specifiche e formazione pratica delle abilità di guida. Inoltre, il Terzo Pacchetto Ferroviario ha rafforzato i diritti dei passeggeri. Mentre i viaggiatori a lunga distanza prima godevano di una più ampia gamma di diritti, gli standard minimi di qualità (non discriminazione dei viaggiatori con disabilità o persone a mobilità ridotta, responsabilità in caso di incidenti, disponibilità di biglietti ferroviari e sicurezza personale dei passeggeri nelle stazioni) devono essere ora garantiti a tutti i passeggeri su tutte le linee.

Il Quarto Pacchetto Ferroviario si pone come obiettivo il completamento della liberalizzazione del trasporto dei passeggeri e la ridefinizione del ruolo e dei compiti dell'Agenzia Ferroviaria Europea. Esso include sei misure legislative: tra questi, il cosiddetto "technical pillar" (pilastro tecnico, Reg.CE 2016/796 e Direttive CE 2016 n.797-798) consta di tre proposte per modificare le direttive sull'interoperabilità e la sicurezza e un regolamento che amplia il ruolo dell'Agenzia Ferroviaria Europea (ERA). L'Agenzia è destinata a diventare uno "sportello unico" che rilascia la certificazione di sicurezza delle compagnie ferroviarie e le autorizzazioni per i veicoli da immettere sul mercato. L'ERA monitorerà inoltre il lavoro delle autorità nazionali di sicurezza e controllerà l'applicazione delle norme nazionali. Lo scopo di questi cambiamenti è di risparmiare tempo e costi per gli operatori ferroviari quando presentano domande di certificazione di sicurezza e per i produttori di materiale rotabile quando presentano domande di autorizzazione per immettere un veicolo sul mercato. Gli operatori e i produttori che desiderano candidarsi in più di uno Stato membro presenteranno la loro domanda all'Agenzia Ferroviaria Europea invece di presentare richieste separate in ciascuno Stato membro come devono fare attualmente.

Dall'altra parte, il "market pillar" (pilastro di mercato, Direttiva CE 2016/2370 e Regolamenti 2016 n. 2337-2338) stabilisce il diritto generale per le imprese ferroviarie stabilite in uno Stato membro di operare su tutti i tipi di servizi passeggeri nell'UE, stabilisce

norme volte a migliorare l'imparzialità nella governance dell'infrastruttura ferroviaria e prevenire la discriminazione e introduce il principio della richiesta obbligatoria per contratti di servizio pubblico in ferrovia.

Infine, si pone come obiettivo il miglioramento della trasparenza finanziaria al fine di eliminare il rischio di sovvenzioni incrociate tra gestori dell'infrastruttura e operatori dei trasporti. Lo scopo ultimo è l'apertura dei mercati nazionali del trasporto ferroviario di passeggeri a partire dal 2020, in modo che gli operatori ferroviari possano fornire servizi in tutta l'UE.

2.2 Prospettive ambientali della “politica ferroviaria” europea

Le misure sopra menzionate sono evidentemente destinate a incidere significativamente sull'industria ferroviaria europea, sia dal lato dell'offerta che della domanda. Qui ci limiteremo a considerare i potenziali effetti sotto il profilo ambientale. A tale scopo, conviene prendere le mosse da alcuni documenti preparatori, a valle dei quali sono stati emanati i regolamenti e le direttive sopra richiamate. Ci riferiamo, in particolare, ai Libri Bianchi (cd. White Paper) dei Trasporti predisposti dalla Commissione Europea.

Il primo Libro Bianco (COM(2001) 370 finale) è stato pubblicato nel 2001 con lo scopo di rispondere alle nuove esigenze di trasporto di cittadini e merci progettando un piano d'azione che i paesi comunitari potessero seguire sino al 2010. Nell'introduzione si legge: “Di fronte alla continua crescita della domanda di trasporto, la risposta della Comunità Europea non può limitarsi alla costruzione di nuove infrastrutture e all'apertura di nuovi mercati. [...] *Un moderno sistema di trasporto deve essere sostenibile da un punto di vista sia economico e sociale che ambientale*”(Commissione Europea (2001), p. 6).

Qui la Commissione prende atto che negli ultimi anni si è manifestata una crescita squilibrata dei diversi modi di trasporto, testimoniata dalle forti differenze nelle quote di utilizzo dei diversi settori, sia per i passeggeri che per le merci. Tutto ciò ha generato effetti dannosi sulla salute dell'uomo e dell'ambiente, nei confronti dei quali i Paesi membri sono chiamati a reagire.

La prima tra le misure proposte per rispondere a tali criticità è la rivitalizzazione del settore ferroviario. Il trasporto su treno viene definito come settore strategico, verso il quale è necessario che si attui uno shift modale, in particolare per le merci. La priorità è quella di aprire i mercati, non solo per i servizi internazionali, ma anche per il cabotaggio sui mercati nazionali e per i servizi di trasporto internazionale di passeggeri. Questa apertura dei mercati

deve essere accompagnata da un'ulteriore armonizzazione nei settori dell'interoperabilità e della sicurezza. Si afferma dunque l'importanza di istituire una rete di linee ferroviarie dedicata esclusivamente ai servizi merci.

Il secondo Libro Bianco (COM(2011) 144 finale) presenta una nuova tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti per una politica competitiva e sostenibile. Nell'introduzione viene richiamata la scelta dell'Unione Europea di ridurre drasticamente le emissioni di gas serra a livello mondiale, con l'obiettivo di mantenere il riscaldamento globale al di sotto di 2°C. L'analisi della Commissione evidenzia che nel settore dei trasporti sia necessario ridurre di almeno il 60% le emissioni, rispetto ai livelli del 1990, entro il 2050. Per il 2030 l'obiettivo del settore dei trasporti è una riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai livelli del 2008.

Per quanto concerne le lunghe distanze, si afferma la necessità di una “decarbonizzazione stradale” da perseguire, anche, attraverso la creazione e lo sviluppo di “corridoi merci specializzati” che permettano di ridurre il consumo di energia e le emissioni e di minimizzare l'impatto ambientale e che attirino gli utenti per la loro affidabilità, minore congestione e bassi costi amministrativi e di esercizio. La sfida consiste nel realizzare cambiamenti strutturali atti a consentire al trasporto ferroviario di competere efficacemente e, quindi, di catturare una porzione più significativa di merci (ma anche di passeggeri) sulle medie e lunghe distanze.

Al fine di ampliare o migliorare la capacità della rete ferroviaria si ritiene necessario realizzare investimenti cospicui e introdurre nuovo materiale rotabile. È convinzione della Commissione che l'innovazione tecnologica possa consentire una transizione più rapida e meno costosa verso un sistema europeo dei trasporti più efficiente e sostenibile. A tale proposito, la Commissione, tra le altre attività, si è impegnata per la diffusione di un sistema di mobilità intelligente sviluppato grazie alla ricerca finanziata dall'Unione europea, quale l'ERTMS (European Rail Traffic Management System/European Train Control System), un sistema di gestione, controllo e protezione del traffico che mira a sostituire i diversi controlli nazionali ferroviari e sistemi di comando in Europa con lo scopo di creare un sistema ferroviario europeo unico e ininterrotto.

Tra i vari documenti prodotti dalla Commissione Europea, si rivela particolarmente interessante il rapporto “Evaluation of the Common Transport Policy of the EU from 2000 to 2008 and analysis of the evolution and structure of the European transport sector in the context of the long-term development of the CTP” (Commissione Europea, 2009). Lo scopo di questo studio era di valutare i principali sviluppi nel settore di trasporto europeo tra il 2000 e il 2008, analizzando le politiche sotto un'ottica economica, sociale ed ambientale.

Elencheremo sinteticamente gli obiettivi chiave individuati per ciascuno di questi tre aspetti: tale breve esposizione ci aiuterà a collegare le tematiche trattate e legiferate dalla Commissione che sono state richiamate in precedenza.

Per quanto riguarda l'aspetto economico, i principali obiettivi delineati sono:

- lo sviluppo di un mercato interno competitivo attraverso l'apertura dei mercati e la liberalizzazione;
- l'agevolazione dei sistemi di investimento nelle infrastrutture;
- le riforme in materia di prezzi e tasse finalizzate ad implementare un uso più efficiente delle infrastrutture.

Per quanto riguarda l'aspetto sociale, i traguardi stabiliti sono:

- l'aumento della sicurezza su strada, in particolare per quanto riguarda la riduzione degli incidenti mortali;
- il mantenimento della sicurezza nel sistema di trasporto;
- il miglioramento delle condizioni dei lavoratori;
- la promozione dei diritti dei passeggeri e la mitigazione degli impatti negativi sulla qualità del servizio generati dall'aumento

Per quanto concerne l'aspetto ambientale, collegandosi ai White Paper, si sottolinea che una riduzione sostanziale nelle emissioni richiede un allontanamento dall'utilizzo di combustibili fossili. Per quanto riguarda le emissioni inquinanti vi sono state delle significative riduzioni, tuttavia sono ancora presenti alti livelli di concentrazione di emissioni, in particolar modo nelle aree maggiormente soggette alla congestione stradale. Come raccomandazioni, si sottolinea l'importanza di ridurre le emissioni per pkm, si propongono misure per ridurre i viaggi motorizzati incoraggiando delle scelte di viaggio più sostenibili, aumentando le offerte dei servizi ferroviari per favorire il passaggio da altri mezzi a più alto livello di inquinamento (attraverso, per esempio, l'implementazione di treni ad alta velocità).

Infine, argomento che potremmo considerare innovativo rispetto a ciò che abbiamo detto in precedenza, si fa notare che la maggior parte degli operatori ferroviari non pubblici statistiche sul traffico in specifici percorsi, rendendo difficile la valutazione delle politiche che hanno incoraggiato lo spostamento delle varie modalità di trasporto verso il settore ferroviario. La proposta conclusiva è dunque la seguente: *“Given the significant amounts of public funding directed to rail projects, the EU could consider requiring operators which have benefited from this funding to publish more detailed traffic statistics”*(Commissione Europea (2009), p.60).

Capitolo 3

Analisi delle possibili conseguenze ambientali

In questo capitolo esamineremo nel concreto quali siano le prestazioni del settore ferroviario europeo, partendo dall'alimentazione energetica dei treni sino a confrontare diverse compagnie europee in termini di emissioni e consumi. Tenteremo così di verificare la praticabilità e le eventuali conseguenze di un cambio modale dai mezzi a più alto impatto ambientale (quali l'automobile e l'aereo) al treno, dando uno sguardo anche a quelli che sono gli attuali trend in Europa e nel mondo per quanto riguarda il trasporto delle merci e dei passeggeri.

3.1 Le emissioni energetiche e di CO₂ nel settore ferroviario europeo

Nell'Unione europea, il settore dei trasporti ha contribuito al 28,3% delle emissioni totali di CO₂ (907 milioni di tonnellate) e 28,1% (13 EJ²) del consumo totale di energia nel 2015: le ferrovie hanno contribuito per il 2,9% (26,64 milioni di tCO₂) delle emissioni di CO₂ collegate alle attività di trasporto e per il 2,1% (269 PJ³) al consumo energetico.

Proseguiamo l'analisi dei consumi energetici e delle emissioni riferendoci ora esclusivamente al settore ferroviario.

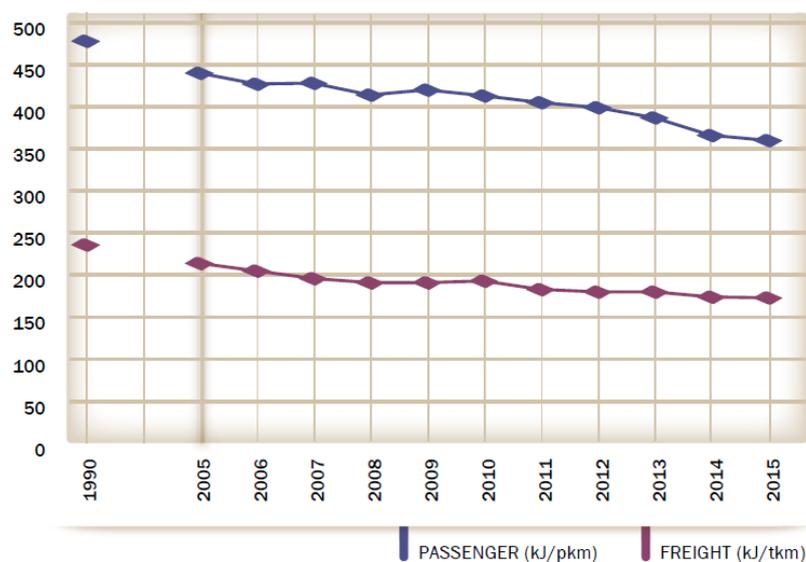
Tra il 1990 e il 2015, è stata registrata una riduzione pari al 22,2% del consumo di energia e al 45,2% delle emissioni di CO₂ per unità di trasporto: in entrambi i casi, circa tre quarti del decremento sono stati realizzati nel periodo dal 2005 al 2015. Per quanto riguarda i risultati di questo decennio, si è ottenuta da una parte una riduzione nel consumo di energia pari al 18,2% per passeggero-km e al 19,2% per tonnellata-km, dall'altra una diminuzione di emissioni di CO₂ del 38,1% per passeggero-km e del 31,2% per tonnellata-km (IEA & UIC, 2017).

Le [Figure 7](#) e [8](#) mostrano il trend nel consumo di energia e nell'emissione di CO₂ in Europa, distinguendo tra passeggero-km e tonnellata-km. Entrambi i grafici presentano variazioni rilevanti, sebbene più accentuate per quanto riguarda i passeggeri.

² EJ è il simbolo dell'exajoule (=10¹⁸J)

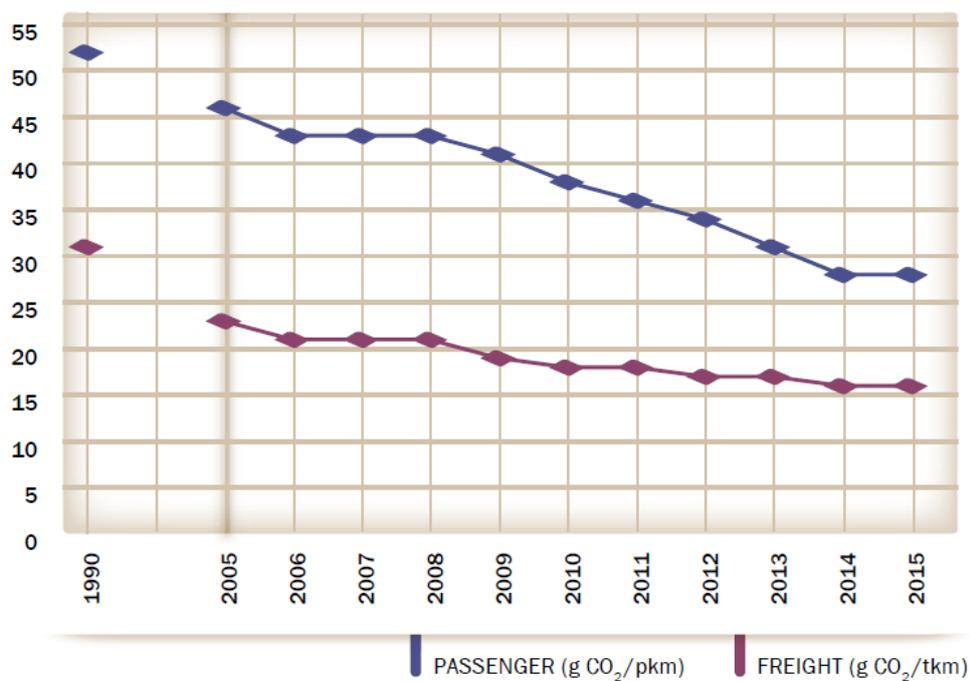
³³ PJ è il simbolo del petajoule (=10¹⁵J)

Figura 7: Settore ferroviario: consumi energetici (1990-2015)



Fonte: Elaborazione dell'IEA e del Susdef basata su dati UIC (2017)

Figura 8: Settore ferroviario: emissioni di CO2 (1990-2015)



Fonte: Elaborazione dell'IEA e del Susdef basata su dati UIC (2017)

Per comprendere le determinanti di tali decrementi, adotteremo come riferimento la *Kaya identity*⁴ che collega le emissioni totali (di CO₂) al PIL, all'intensità energetica e alle emissioni per unità di energia:

$$C = POP \frac{PIL}{POP} \frac{E}{PIL} \frac{C}{E}$$

C = emissioni totali di CO₂

POP = popolazione

E = totale fornitura di energia primaria

$\frac{PIL}{POP}$ = PIL pro capite

$\frac{E}{PIL}$ = intensità energetica

$\frac{C}{E}$ = intensità di carbonio per unità energetica consumata

In estrema sintesi, nel caso del settore ferroviario si è registrata una diminuzione delle emissioni totali di CO₂ non imputabile ad una contrazione della domanda (che, di fatto, è aumentata) quanto piuttosto alla riduzione dell'intensità energetica e dell'intensità di carbonio per unità di energia impiegata:

$$\frac{C}{PIL} = \frac{C}{E} \frac{E}{PIL}$$

Due quindi sono gli elementi che hanno operato congiuntamente (UIC, 2014):

- da una parte, si è verificata una riduzione dell'intensità di carbonio per unità energetica ($\frac{C}{E}$), causata da una variazione nella composizione del carburante direttamente impiegato dalle ferrovie e dalle fonti utilizzate per la produzione di energia elettrica;
- dall'altra, si è registrata una diminuzione dell'intensità energetica dell'economia ($\frac{E}{PIL}$). Questa è dovuta sia alle nuove tecnologie e ai miglioramenti tecnologici, alla corretta formazione dei conducenti e a un'efficiente programmazione degli stili di guida, sia all'aumento del fattore di carico dei treni, grazie all'introduzione di treni con maggiore capacità di trasporto o con una composizione più flessibile o a motivo di

⁴ KAYA Y. & YOKOBORI K., 1997. *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability*. Tokyo: United Nations University Press.

un aumento della quantità di passeggeri e merci trasportata con il servizio già in essere.

Per quanto riguarda il primo punto, ossia il calo di $\frac{C}{E}$, si è osservata una continua crescita della percentuale di utilizzo dell'elettricità e un aumento delle fonti rinnovabili per la sua generazione. La Tabella 8 presenta le variazioni nella composizione del carburante tra il 1990 e il 2015, dividendo le fonti in tre macrocategorie: le fonti fossili (prodotti petroliferi, di elettricità fossile, di carbone), le fonti nucleari e quelle rinnovabili (elettricità rinnovabile e biocarburante). La prima macrocategoria comprende la quota principale delle tre, tuttavia presenta un trend negativo, a differenza delle altre due; al contrario, l'utilizzo di elettricità rinnovabile è più che triplicato nel 2015 rispetto ai valori del 1990. L'energia generata dal carbone è in rapidissimo declino, mentre cominciano a comparire i biocarburanti.

Tabella 8: Composizione del carburante, 1990-2015

ENERGY MIX BY SOURCE		1990	2015
OIL PRODUCTS		47.6%	31.8%
COAL PRODUCTS		2.5%	0.2%
BIOFUELS		0.0%	0.4%
ELECTRICITY		49.9%	67.6%
of which Fossil		28.4%	29.2%
of which Nuclear		15.4%	18.1%
of which Renewable		6.1%	20.3%

SUMMARY BY SOURCE TYPE		1990	2015
FOSSIL SOURCE		78.5%	61.2%
NUCLEAR		15.4%	18.1%
RENEWABLE		6.1%	20.7%

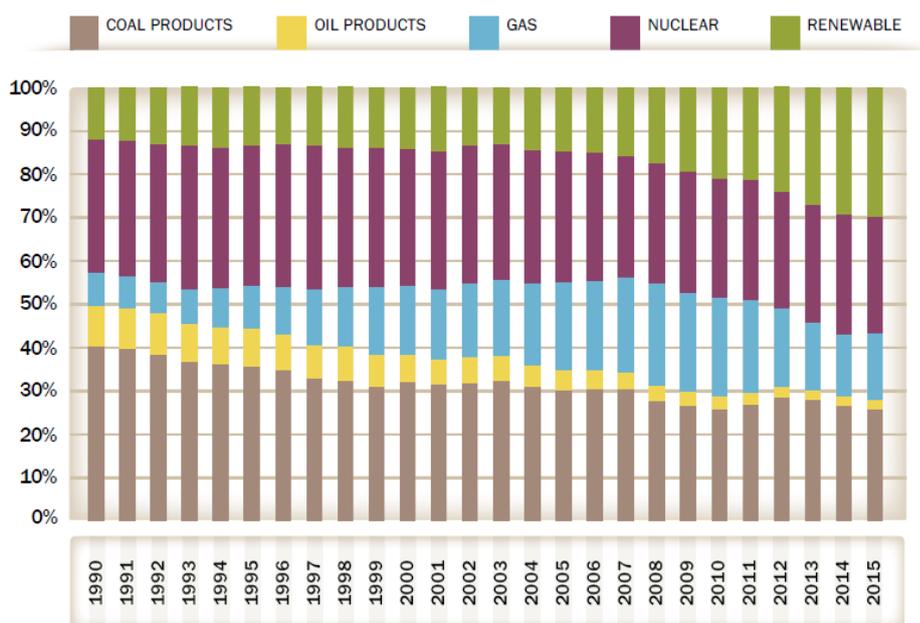
Fonte: Elaborazione del Susdef basata su dati IEA (2017)

L'elettificazione della trazione è un fattore determinante nella riduzione delle emissioni di CO₂ da parte delle imprese ferroviarie: con i treni alimentati ad energia elettrica è possibile ridurre l'impatto ambientale della trazione agendo sul fattore di emissione dell'elettricità (che può potenzialmente azzerarsi se l'elettricità è interamente prodotta con fonti rinnovabili): in Europa la riduzione delle emissioni specifiche va di pari passo con l'aumento dell'elettificazione.

Uno dei fattori chiave per ridurre il consumo energetico è il miglioramento del mix elettrico. La Figura 9 presenta le variazioni verificatesi tra il 1990 e il 2015 nella produzione dell'elettricità; i componenti si dividono in cinque categorie: prodotti del carbone, petroliferi, del gas, nucleari e di tipo rinnovabile. Nonostante la crescita significativa dell'impiego di

elettricità, gli effetti positivi delle tecnologie di generazione a basse emissioni di carbonio sono stati attenuati dal fatto che i combustibili fossili hanno rappresentato la maggior parte della capacità di nuova generazione. Tuttavia l'andamento della composizione mostra la forte crescita percentuale delle fonti di energia rinnovabile nel mix elettrico a dispetto di una sostanziale diminuzione di elettricità derivante dal carbone: quindi, oltre alla diminuzione di quest'ultimo segnalata nella [Tabella 8](#), vi è un'ulteriore riduzione del carbone utilizzato come fonte di elettricità.

Figura 9: Evoluzione della composizione della produzione di elettricità, 1990-2015



Fonte: Elaborazione del Susdef basata su dati IEA (2017)

3.2 La sfida del riparto modale

Possiamo a questo punto tentare un confronto tra le conseguenze delle disposizioni dei pacchetti ferroviari e le sfide ambientali globali.

La strategia per perseguire una migliore sostenibilità è composta da tre linee d'azione integrate, denominate Avoid / Shift / Improve (UIC, 2014): evitare / ridurre la domanda di mobilità, migliorare l'efficienza dei veicoli e passare a modalità di trasporto più sostenibili (o mantenere i loro livelli di utilizzo). In quest'ultima linea di azione, il ruolo delle ferrovie è essenziale.

A livello ambientale, la vera sfida delle ferrovie non è solo quella di ridurre il loro impatto specifico sul consumo di energia o sulle emissioni di carbonio, ma di espandere la loro quota di mercato. Come visto nel primo capitolo, il consumo di energia e le emissioni di CO2 delle

ferrovie sono sensibilmente inferiori rispetto ad altri modi di trasporto: pertanto, la ferrovia è uno dei modi di trasporto verso i quali la mobilità deve essere spostata. L'obiettivo non può che essere quello di aumentare le quote di mercato delle ferrovie a scapito del trasporto stradale e aereo.

La sfida del trasferimento modale si basa sulla definizione di due obiettivi per il settore ferroviario a livello mondiale, uno per i passeggeri e uno per il trasporto merci. Gli obiettivi sono riferiti a una scala globale, vale a dire all'intero settore ferroviario mondiale, e sono misurati rispettivamente in passeggeri-km e tonnellate-km. Essi sono basati sulle stime prodotte dall'Agenzia internazionale dell'energia (IEA) per il settore dei trasporti nella definizione dello scenario 2DS⁵, utilizzato anche nell'analisi del Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC).

- nel trasporto di passeggeri, la sfida è aumentare la quota modale del trasporto ferroviario del 50% nel 2030 e del 100% nel 2050 rispetto al 2010 (quota calcolata considerando tutte le tipologie di mezzi di trasporto);
- nel trasporto merci, l'obiettivo consiste nel raggiungere la quota modale di trasporto su strada nel 2030, e superarla del 50% nel 2050 (quota calcolata escludendo la navigazione e l'aviazione).

Nel settore passeggeri, si ritiene che le politiche di prevenzione e/o riduzione abbiano effetti più significativi a lungo termine, mentre entro il 2030 si prevede che il trasferimento modale abbia un maggiore impatto sulla riduzione dell'impatto ambientale della mobilità.

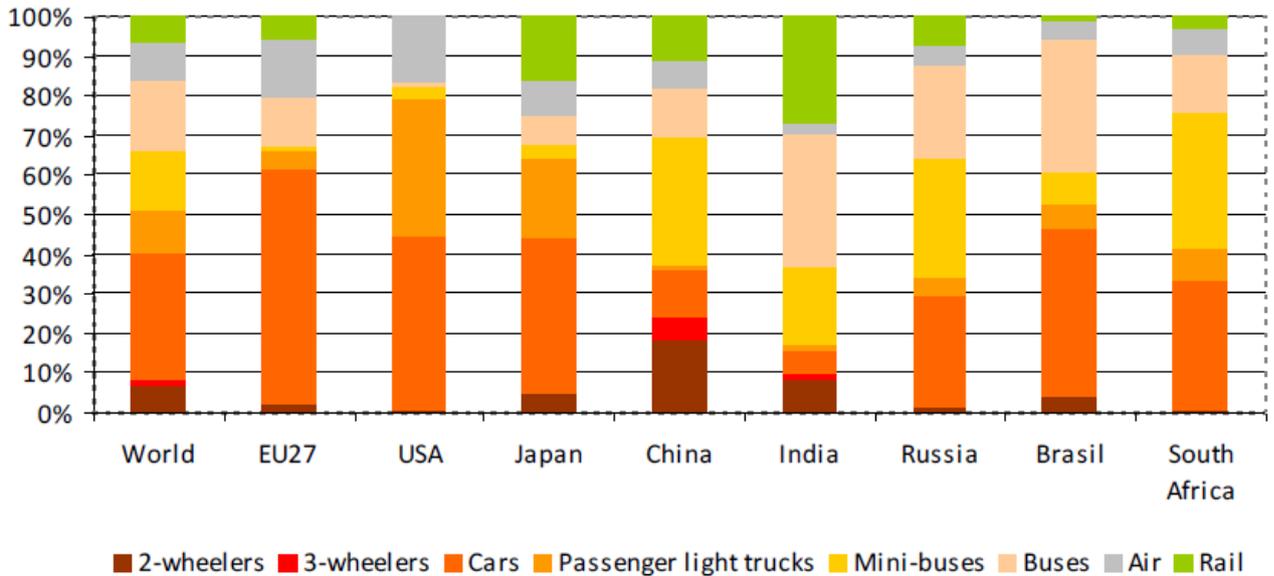
Il traffico ferroviario, sia su medio-lungo raggio che nelle tratte urbane / suburbane, può aumentare

considerevolmente e ridurre il peso del trasporto su strada e dell'aviazione.

Perché questi obiettivi, benché posti a livello mondiale, ci tocchino da vicino è spiegato dalle percentuali di riparto modale di passeggeri e merci: paragonando l'Europa ad altre macroaree (Figura 10), notiamo che questa sia al di sotto della media mondiale per quanto riguarda la diffusione dell'utilizzo dei treni per il trasporto dei passeggeri. I dati sono relativi al 2010, quindi è necessario considerare che tale percentuale è ora più alta (tuttavia è evidente il gap rispetto a Paesi come India e Giappone).

⁵ Il 2DS descrive lo scenario con un sistema energetico che avrebbe una probabilità dell'80% di limitare l'aumento medio della temperatura globale a 2 ° C.

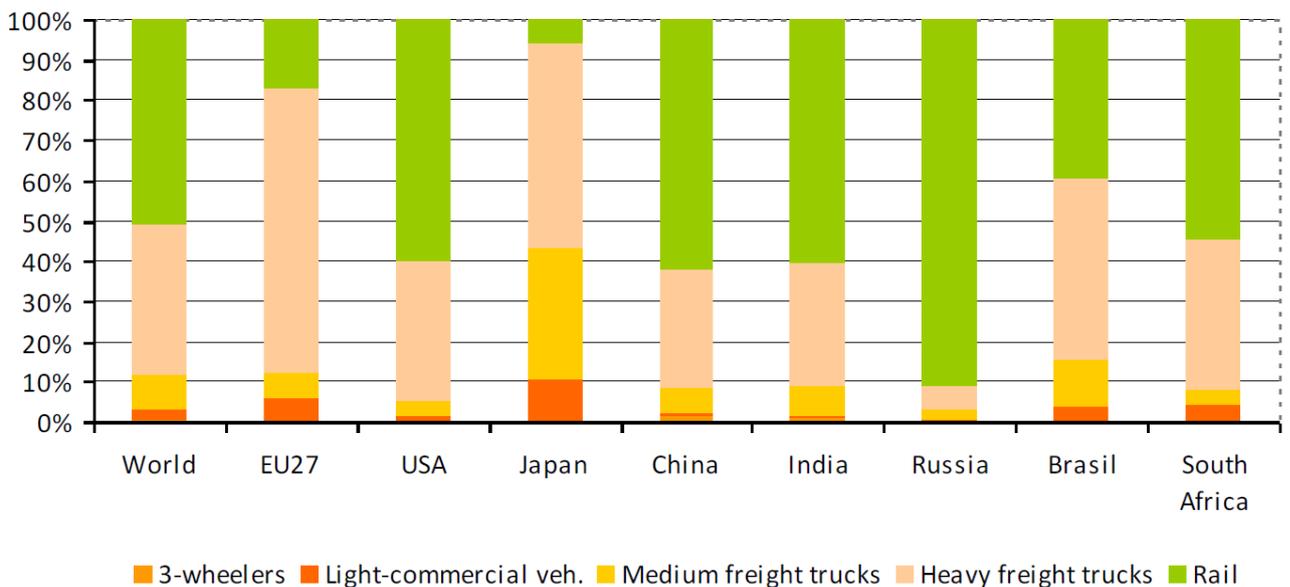
Figura 10: Riparto modale dei passeggeri nel mondo nel 2010



Fonte: IEA MoMo (ETP 2014)

Per quanto riguarda il trasporto delle merci (Figura 11), qui la differenza, a sfavore dell'Europa, risulta molto più netta. Infatti, mentre l'EU ha una quota di mercato delle ferrovie vicina al 20%, la media mondiale è del 50%. Questa potrebbe essere una ulteriore spiegazione delle decisioni assunte dai policy maker europei: è senza dubbio necessario uno shift modale dai mezzi pesanti di strada alla ferrovia.

Figura 11: Riparto modale delle merci nel mondo nel 2010



Fonte: IEA MoMo (ETP 2014)

Esistono evidentemente vincoli tecnici ed economici, sempre in evoluzione, che determinano i segmenti di mercato in cui le ferrovie possono essere competitive. La condizione necessaria perché il treno sia preferito alle alternative modali è che le ferrovie sono in grado di offrire un servizio competitivo su un segmento specifico di mobilità. Attualmente, con riferimento alle esperienze raccolte in diverse aree geografiche e sistemi ferroviari, le maggiori potenzialità delle ferrovie possono essere viste principalmente in alcuni segmenti di mercato in cui il treno ha i mezzi tecnici per competere per quote di mercato significative con altri modi di trasporto:

- treno per pendolari vs. auto privata;
- treno ad alta velocità vs. aereo;
- treno a medio-lungo percorso (alta velocità inclusa) vs. auto privata;
- treno di trasporto merci vs. camion;
- treno di trasporto merci vs. nave da carico.

Il risultato di questa competizione, nel caso in cui prevalesse il treno, determinerebbe una potenziale riduzione degli impatti del trasporto.

3.3 Il cambio modale oggi in Europa

Il settore ferroviario globale sta lavorando duramente per mantenere il suo vantaggio ambientale migliorando la sua efficienza energetica e riducendo le sue emissioni di CO₂.

Nella [Tabella 9](#) vengono confrontate le emissioni di CO₂ e il consumo energetico di diverse modalità di trasporto. Sono state scelte tratte nazionali per quattro delle maggiori compagnie europee: Trenitalia per l'Italia, Deutsche Bahn (DB) per la Germania, Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF) per la Francia, Österreichische Bundesbahnen (ÖBB) per l'Austria.

L'analisi si basa sul trasporto dei passeggeri ed è divisa in due tipologie di tratte:

- viaggi tra mete più distanti, che possono essere percorsi tramite treno ad alta velocità, automobile, aereo;
- viaggi tra mete più brevi, che possono essere raggiunte per mezzo di treno intercity, automobile.

I dati sono stati estrapolati da Ecopassenger, una piattaforma sviluppata in collaborazione tra UIC, la Fondazione dello Sviluppo Sostenibile (Susdef), l'Istituto Tedesco per l'Ambiente e l'Energia (IFEU), e il software Hacon. I risultati riportati corrispondono al consumo finale complessivo del treno e sono misurati in chilogrammi per il diossido di carbonio, in litri per l'energia.

Nel confronto si considerano anche i tempi di percorrenza: nelle lunghe distanze la sfida si gioca prevalentemente tra aereo e treno, mentre per quanto riguarda i viaggi di media distanza, il treno diventa l'alternativa "green" al trasporto su gomma.

Tra le tre modalità, il treno è evidentemente l'opzione con minore impatto ambientale, l'aereo quella a maggiore impatto. Le differenze sono marcate, in particolar modo per quanto riguarda le emissioni di CO2.

Tabella 9: Confronto dell'impatto ambientale per diversi mezzi di trasporto

ALTA VELOCITÀ				INTERCITY		
ROMA-MILANO (576 km)				ANCONA-SAN BENEDETTO DEL TRONTO (86,4 km)		
	Treno	Macchina	Aereo	Treno	Macchina	
Emissioni CO2	24,5	67,3	111,9	4	12	
Consumo Energetico	14,6	29,9	47	2,4	5,3	
Tempo percorrenza	02:55	06:39	02:51	00:54	01:44	
BERLINO-MONACO (680 km)				MONACO-NORIMBERGA (169 km)		
	Treno	Macchina	Aereo	Treno	Macchina	
Emissioni CO2	17,8	65,9	113,8	4,4	21	
Consumo Energetico	8,5	29,3	47,8	2,1	9,3	
Tempo percorrenza	04:52	05:45	02:54	01:03	02:04	
PARIGI-MARSIGLIA (775 km)				PARIGI-ORLEANS (127 km)		
	Treno	Macchina	Aereo	Treno	Macchina	
Emissioni CO2	5,6	86,6	131,2	0,81	15,9	
Consumo Energetico	23,7	38,5	55,1	3,5	7,1	
Tempo percorrenza	03:21	07:33	03:01	01:08	01:34	
VIENNA-INNSBRUCK (477 km)				VIENNA-LINZ (184 km)		
	Treno	Macchina	Aereo	Treno	Macchina	
Emissioni CO2	7,3	53,9	97,1	2,6	21,4	
Consumo Energetico	7,1	23,9	40,7	2,6	9,5	
Tempo percorrenza	04:07	05:19	02:41	01:06	02:06	

Fonte: Elaborazione personale basata su dati estratti da Ecopassenger (Ecopassenger, 2018)



Average load factor (normally crowded)



1,5 Passengers (european average utilization)



Average value from typical aircraft types for European flights with average utilization ratio; incl. arrival and departure as well as taxiing traffic on the airfield. CO2-emissions without climate factor
For the calculation of the flight path, neither precise departure times nor arrival times have been taken into account.

La Tabella 10 mostra le emissioni di CO₂ e il consumo energetico per chilometro percorso con mezzo treno, anche qui distinguendo tra viaggi in alta velocità e in intercity: viene qui condotto un confronto tra le quattro compagnie ferroviarie sopra menzionate, allo scopo di comprendere quale sia il livello delle loro prestazioni e il differente impatto ambientale.

SNCF si classifica come la migliore per le emissioni di CO₂ sia nell'alta velocità che per le tratte più brevi, al contrario di Trenitalia che, tra le quattro, ha prestazioni a maggiori emissioni. Tuttavia, Trenitalia ottiene risultati più efficienti nell'altra velocità che nei viaggi tramite intercity, a differenza delle altre compagnie.

Tabella 10: Confronto dell'impatto ambientale per diverse compagnie ferroviarie

	ALTA VELOCITÀ		INTERCITY	
	Emissioni CO ₂ /km	Consumo energetico/km	Emissioni CO ₂ /km	Consumo energetico/km
TRENITALIA	0,043	0,025	0,046	0,028
DB	0,026	0,013	0,026	0,012
SNCF	0,007	0,031	0,006	0,028
ÖBB	0,015	0,015	0,014	0,014

Fonte: Elaborazione personale basata su dati estratti da Ecopassenger (Ecopassenger, 2018)

Considerazioni finali

Attraverso questo lavoro abbiamo tentato di analizzare i potenziali impatti ambientali della liberalizzazione del settore ferroviario europeo.

Per fare ciò, siamo partiti da un'analisi sommaria delle principali categorie di costo esterno relative alle attività di trasporto: tra queste, spiccano in modo particolare gli incidenti, l'inquinamento atmosferico e la congestione. È stato evidenziato come il trasporto su gomma sia nettamente quello con più elevate esternalità negative, al contrario della rotaia, che risulta avere i più bassi costi, sia unitari che totali. Inoltre, a fronte di una crescita complessiva dell'attività di trasporto a livello europeo, la ferrovia risulta non solo seguire il generale trend positivo, ma anche superare la percentuale di crescita media registrata nel settore. Tuttavia, secondo i dati disponibili, il treno incide ancora per una piccola quota, con volumi di trasporto nettamente inferiori rispetto alla gomma (per quanto riguarda i passeggeri e le merci) e minori rispetto all'aereo (per i passeggeri).

Questa disparità è da attribuirsi anche all'attuale forma "monopolistica" del mercato ferroviario. L'obiettivo delle politiche comunitarie, oggi, è di aprire tale mercato, permettendo che sui binari circolino treni di imprese ferroviarie differenti, aumentando la concorrenza sia nei servizi nazionali che internazionali.

Per descrivere le tappe che hanno caratterizzato questo processo, abbiamo richiamato i principali provvedimenti adottati dai policy maker attraverso i quattro "Pacchetti Ferroviari". I cambiamenti apportati dal 2001 riguardano la separazione tra gestore dell'infrastruttura e impresa ferroviaria, la liberalizzazione del traffico internazionale (prima delle merci, poi anche dei passeggeri), il rafforzamento dei diritti dei passeggeri. Sono stati inoltre istituiti organismi per la sicurezza e l'interoperabilità, per il controllo della concorrenza e per il rilascio delle licenze.

Tali regolamenti e direttive sono stati emanati sulla base di alcuni documenti preparatori, ovvero i "*White paper*" sui trasporti: la loro funzione è quella di porre degli obiettivi e dei target da raggiungere a livello europeo. È qui che si evidenzia la necessità di ridurre la dipendenza dalle importazioni di petrolio e di diminuire le emissioni di carbonio; si sottolinea dunque che le innovazioni del settore ferroviario apportate in ambito europeo hanno anche lo scopo di rendere sostenibile l'attuale sistema di trasporto.

Tale interesse mostrato dai legislatori nei confronti della ferrovia, in tema di sostenibilità ambientale, è giustificabile già con una semplice analisi del consumo energetico e delle emissioni di CO₂ di tale settore. Infatti, al treno sono associati consumi ed emissioni nettamente inferiori se paragonati ad altri mezzi, quali l'automobile o l'aereo: questo perché la composizione del suo carburante è caratterizzata da una relativamente bassa intensità di carbonio, dovuta principalmente all'utilizzo di energia elettrica prodotta, almeno per quanto riguarda l'Unione Europea, utilizzando sempre più fonti alternative rispetto ai combustibili fossili. Inoltre, si è registrata negli ultimi anni una ulteriore diminuzione delle emissioni di CO₂ generate dal settore ferroviario, derivante dalla riduzione dell'intensità energetica e dell'intensità di carbonio per unità di energia impiegata.

La sfida futura posta dalla Comunità europea è quella del “*modal shift*”: aumentare la quota di utilizzo della ferrovia, riducendo il peso del trasporto su gomma e dell'aviazione.

Riferimenti bibliografici

CE DELFT, INFRAS, FRAUNHOFER ISI, 2011. *External Costs of Transport in Europe*. S.l.: CE Delft. Disponibile su:

< https://www.cedelft.eu/publicatie/external_costs_of_transport_in_europe/1258> [Data di accesso: 11/04/2018]

COMMISSIONE EUROPEA, 2009. *A sustainable future for transport – Towards an integrated, technology-led and user-friendly system*. Lussemburgo: Ufficio Pubblicazioni dell'Unione Europea, p. 3.

CRAVEN N. (UIC) con il supporto tecnico di ORSINI R., CIUFFINI M., ARENA D. (SUSDEF), 2014. *UIC Low Carbon Rail Challenge*. S.l.: INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS (UIC).

Disponibile su: < https://uic.org/IMG/pdf/low_carbon_rail_challenge_technical_report> [Data di accesso: 26/05/2018]

DULAC J. (IEA), 2013. *Global land transport infrastructure requirements*. S.l.: OECD/IEA. Disponibile su:

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TransportInfrastructureInsights_FINAL_WEB.pdf> [Data di accesso: 20/05/2018]

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), 2016, *Transport in Europe: key facts and trends*. S.l.: EEA. Disponibile su: < <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2016/articles/transport-in-europe-key-facts-trends>> [Data di accesso: 11/04/2018]

IMMACOLATA GRELLA, 2011. *Le imprese ferroviarie in Europa, Usa e Giappone: Un'indagine comparativa sui livelli di efficienza*. Torino: G. Giappichelli Editore, p. 9-12.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) & INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS (UIC), 2017. *Railway Handbook 2017*. S.l.: IEA.

Disponibile su: < <https://www.iea.org/topics/transport/railwayhandbook>> [Data di accesso: 26/05/2018]

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF), 2017. *Key transport statistics*. S.l.: ITF. Disponibile su: < <https://www.itf-oecd.org/tags/transport-statistics>> [Data di accesso: 03/06/2018]

KAYA Y. & YOKOBORI K., 1997. *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability*. Tokyo: United Nations University Press.

KORZHENEVYCH A., DEHNEN N. (DIW ECON) & BRÖCKER J, HOLTkamp M., MEIER H. (CAU) & GIBSON G., VARMA A., COX V.(RICARDO-AEA), 2014. *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. S.l.: European Commission – DG Mobility and Transport (DGMOVE). Disponibile su:

<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/handbook_on_external_costs_of_transport_2014_0.pdf> [Data di accesso: 13/04/2018]

STEER DAVIES GLEAVE, 2009. *Evaluation of the Common Transport Policy of the EU from 2000 to 2008 and analysis of the evolution and structure of the European transport sector in the context of the long-term development of the CTP*. S.l.: European Commission – DG Mobility and Transport (DGMOVE).

Disponibile su: < https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/studies_en > [Data di accesso: 05/05/2018]

THE GALLUP ORGANISATION, 2011. *Future of transport*. S.l.: European Commission – DG Mobility and Transport (DGMOVE). Disponibile su: <http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/flash/fl_312_en.pdf> [Data di accesso: 15/04/2018]

Fonti legislative

Comunicazione della Commissione Europea per rendere i trasporti più ecologici, COM(2008) 433 definitivo.

Comunicazione della Commissione Europea riguardo le politiche di trasporto per il 2010, COM(2001) 370 definitivo.

Comunicazione della Commissione Europea riguardo una tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio nel 2050, COM (2011) 112 definitivo.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/12/CE del 26 febbraio relativa allo sviluppo delle ferrovie comunitarie.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/13/CE del 26 febbraio relativa alle licenze delle imprese ferroviarie.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/14/CE del 26 febbraio relativa alla ripartizione della capacità di infrastruttura ferroviaria, all'imposizione dei diritti per l'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria e alla certificazione di sicurezza.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/16/CE del 19 marzo relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/49/CE del 29 aprile relativa alla sicurezza delle ferrovie comunitarie.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/50/CE del 29 aprile relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità e convenzionale.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/51/CE del 29 aprile relativa allo sviluppo delle ferrovie comunitarie.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2007/58/CE del 23 ottobre relativa allo sviluppo delle ferrovie comunitarie.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2007/59/CE del 23 ottobre relativa alla certificazione dei macchinisti addetti alla guida di locomotori e treni sul sistema ferroviario della Comunità.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/2370/CE dell'11 maggio relativa all'apertura del mercato dei servizi di trasporto ferroviario nazionale di passeggeri e la governance dell'infrastruttura ferroviaria.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/797/CE dell'11 maggio relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/798/CE dell'11 maggio relativa alla sicurezza delle ferrovie.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 1370/2007 del 23 ottobre relativo ai servizi pubblici di trasporto passeggeri su strada e per ferrovia.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 1371/2007 del 23 ottobre relativo ai diritti e agli obblighi dei passeggeri nel trasporto ferroviario.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 1372/2007 del 23 ottobre relativo all'organizzazione di un'indagine sulle forze di lavoro nella Comunità.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2016/796 dell'11 maggio che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2337/2016 del 14 dicembre relativo alle norme comuni per la normalizzazione dei conti delle aziende ferroviarie.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2338/2016 del 14 dicembre relativo all'apertura del mercato dei servizi di trasporto ferroviario nazionale di passeggeri.

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 881/2004 del 29 aprile che istituisce un'Agenzia Ferroviaria Europea.

Siti web consultati

DB: *Climate protection at Deutsche Bahn*. Disponibile su:

<https://www.deutschebahn.com/en/sustainability/environmental_pioneer/db_and_climate_protection-1212734> [Data di accesso: 20/05/2018]

ECOPASSENGER: *Compare the energy consumption, the CO2 emissions and other environmental impacts for planes, cars and trains in passenger transport*. Disponibile su:

<http://ecopassenger.hafas.de/bin/query.exe/en?L=vs_uic&> [Data di accesso: 05/06/2018]

EUROSTAT: *Greenhouse gas emissions statistics*. Disponibile su:

<<http://ec.europa.eu/eurostat/statistics->

[explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories](#)>
[Data di accesso: 10/04/2018]

EUROSTAT: *Passenger Transport statistic.* Disponibile su:
<[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger transport statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_transport_statistics)> [Data di accesso: 14/04/2018]

OBB: *Making the environment worth living in.* Disponibile su:
<<https://infrastruktur.oebb.at/en/company/environment>> [Data di accesso: 20/05/2018]

SNCF: *Cutting our greenhouse gas emissions.* Disponibile su:
<<https://www.sncf.com/sncv1/en/our-commitments/consuming-less-energy>> [Data di accesso: 20/05/2018]

TRENITALIA: *Trenitalia e l'ambiente.* Disponibile su:
<<http://www.trenitalia.com/tcom/Informazioni/Trenitalia-e-l'ambiente/Trenitalia-e-l'ambiente>> [Data di accesso: 20/05/2018]